



BAB 1

PENGANTAR ILMU FAAL OLAHRAGA

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

PENDAHULUAN

Untuk dapat memahami Ilmu Faal Olahraga, lebih dulu harus mengenal Ilmu Faal pada umumnya atau yang sering diistilahkan dengan Ilmu Faal Dasar. Dalam Ilmu Faal Dasar dipelajari fungsi atau cara kerja organ-organ tubuh serta perubahan-perubahan yang terjadi akibat pengaruh dari dalam maupun dari luar tubuh. Pengaruh itu dapat terjadi secara sendiri-sendiri atau secara bersamaan. Misalnya bagaimana jantung dan paru melaksanakan fungsinya masing-masing di waktu istirahat dan di waktu berolahraga. Demikian pula bagaimana perubahan yang terjadi bila melakukan olahraga di tempat panas dan bagaimana pula bila melakukan olahraga yang sama di tempat dingin. Pada Ilmu Faal Olahraga akan dipelajari perubahan-perubahan fungsi organ-organ baik yang bersifat sementara maupun yang bersifat menetap karena pengaruh melakukan pelatihan olahraga baik untuk tujuan kesehatan maupun untuk tujuan prestasi. Oleh karena itu dalam Bab 1 ini dikemukakan sistema-sistema yang terdapat didalam tubuh untuk memudahkan pemahaman terhadap Ilmu Faal Olahraga.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 1 mahasiswa/pembaca diharapkan memahami tentang:

1. Pengertian Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga.
2. Struktur organisasi biologik: sel, jaringan, organ, sistema dan organisme.
3. Macam-macam Ergosistema serta sistema yang termasuk pada masing-masing Ergosistema tersebut.

STRUKTUR ORGANISASI BIOLOGIK

Unsur kehidupan terkecil adalah sel. Satu sel dapat merupakan kehidupan yang mandiri misalnya protozoa (amoeba) atau merupakan bagian dari kehidupan yang lebih kompleks, misalnya pada manusia.

Struktur organisasi biologik manusia terdiri atas unsur kehidupan terkecil yaitu sel, yang meliputi bermacam-macam sel. Ilmu yang mempelajari sel disebut sebagai Sitologi (*Cytologi*), sedangkan Ilmu yang mempelajari struktur dan fungsi bangunan-bangunan intraseluler disebut sebagai Biologi (Anatomi dan Fisiologi) Molekular. Sel-sel sejenis bergabung membentuk jaringan misalnya jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan tulang, jaringan otot dan jaringan saraf. Ilmu yang membahas jaringan disebut sebagai Histologi. Berbagai jaringan bergabung membentuk alat (organ) tubuh, misalnya paru, hati, ginjal. Jantung misalnya adalah organ tubuh yang terdiri dari jaringan otot jantung, jaringan ikat, jaringan pembuluh darah, jaringan syaraf. Masing-masing organ tubuh mempunyai fungsi khusus. Ilmu yang membahas struktur

dan fungsi organ disebut sebagai Anatomi dan Fisiologi Organ. Berbagai organ tubuh membentuk jalinan kerja sama satu dengan yang lain membentuk satu sistem, misalnya sistem respirasi yang berfungsi mengambil O_2 yang diperlukan untuk proses pembentukan daya (energi) di dalam sel-sel tubuh dan membuang CO_2 yang merupakan sampah akhir yang berbentuk gas. Sistem respirasi melibatkan organ-organ: rongga dada, otot-otot pernafasan, paru dan saluran nafas (hidung-mulut, trachea-bronchi-bronchioli). Keseluruhan sistem ini dengan masing-masing fungsinya bergabung menjadi organisme yaitu makhluk hidup yang mandiri. Dengan demikian maka struktur organisasi biologik manusia terdiri dari :

Sel → Jaringan → Organ → Sistem → Organisme (Manusia)

Dilihat dari struktur biologik tersebut sangat mudah difahami bahwa derajat kesehatan sel menentukan kualitas fungsional atau vitalitasnya, yang dengan sendirinya akan menentukan derajat kesehatan, kualitas hidup dan vitalitas kehidupan individu yang bersangkutan.

Dilihat dari sudut Ilmu Faal, khususnya Ilmu Faal Olahraga, hakekat pelatihan olahraga adalah meningkatkan kemampuan fungsional sel, yang dengan sendirinya berarti juga meningkatkan kemampuan fungsional individu (manusia) yang bersangkutan.

Pelatihan juga harus bersifat fisiologis, artinya dari sudut pandang sel, pelatihan tidak boleh menyebabkan terjadinya gangguan fungsional sel, yang berarti tidak boleh ada gangguan *homeostasis* yang melebihi batas-batas fisiologis, dan perubahan kondisi *homeostasis* sudah harus

pulihan dalam waktu tidak lebih dari 24 jam. Dengan demikian pelatihan pada hari-hari berikutnya selalu berlandaskan kondisi fisik yang normal (fisiologis). Inilah hakekat dari pelatihan yang fisiologis dan inilah pula kepentingannya memahami Ilmu Faal Dasar, sebelum mempelajari Ilmu Faal Olahraga !

SISTEMATIKA ANATOMIK

Telah diketahui bahwa tubuh, dalam hal ini jasmani atau raga tersusun dari sekumpulan struktur-struktur (organ) dalam ikatan kerjasama yang secara anatomis disebut sebagai sistemata dan terdiri dari Sistemata:

- Skelet = kerangka
- Muscular = otot
- Nervorum = syaraf
- Hemo-hidro-limfatik = darah-cairan jaringan-getah bening
- Respirasi = pernafasan
- Kardiovaskular = jantung – pembuluh darah
- Termoregulasi = Tata suhu tubuh
- Digestivus = pencernaan
- Exkresi = pembuangan
- Endokrin = hormon
- Sensoris = pengindra
- Reproduksi = pemulih generasi.

Ilmu Faal Dasar membahas fungsi (fisiologi) satuan-satuan sistemata tersebut di atas secara tersekat-sekat, belum membahas tata hubungan

fungsionalnya secara integral. Dalam kondisinya yang tersekat-sekat memang sulit untuk dapat menghubung-hubungkannya menjadi bahasan yang integral. Oleh karena itu Ilmu Faal mengelompokkan sistematis-sistematis Anatomi tadi ke dalam Sistematis Fisiologi seperti diuraikan di bawah ini. Hal ini diperlukan untuk dapat memudahkan memahami tata hubungan fungsional antar berbagai sistem anatomis tersebut di atas.

SISTEMATIKA FISILOGIK

Setelah mengenali struktur-struktur anatomis secara sistematis beserta masing-masing fungsinya, maka menjadi lebih mudah untuk memahami fungsi dari struktur-struktur tersebut serta tata hubungan fungsionalnya. Fungsi jasmani yang terdiri dari berbagai macam sistematis itu ialah untuk bergerak, mempertahankan hidup, bekerja, mendapatkan kepuasan hidup lahir dan batin. Oleh karena itu jasmani dapat disebut sebagai satu SISTEM (untuk) KERJA = SK atau ERGOSISTEM = ES (ergo = kerja). Jadi **Ergosistem** adalah sekumpulan struktur-struktur anatomis yang secara bersama-sama menjadi satu kesatuan fungsional (fisiologi) yang aktif pada waktu bekerja atau berolahraga.

Dalam menjalankan fungsinya sebagai satu ergosistem, sistematis-sistematis anatomis tersebut secara fisiologi dikelompokkan menjadi tiga kelompok dan jadilah Sistematis Fisiologi yaitu:

- a. Perangkat Pelaksana gerak, disebut Ergosistem Primer (ES-I) atau Sistem Kerja Primer (SK-I) yang terdiri dari:
 - Sistematis skelet
 - Sistematis muscular

- Sistema nervorum
- b. Perangkat Pendukung gerak, disebut Ergosistema Sekunder (ES-II) atau Sistema Kerja Sekunder (SK-II) yang terdiri dari:
 - Sistema hemo-hidro-limfatik
 - Sistema respirasi
 - Sistema kardiovaskular
- c. Perangkat Pemulih/Pemelihara, disebut Ergosistema Tersier (ES-III) atau Sistema Kerja Tersier (SK-III) yang terdiri dari:
 - Sistema digestivus
 - Sistema ekskresi
 - Sistema reproduksi

ES-III ini berperan lebih dominan pada istirahat.

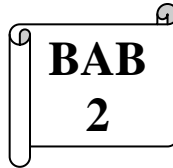
Pada waktu bekerja atau berolahraga, Ergosistema yang berperan dominan adalah ES-I dan ES-II.

Sistema endokrin berfungsi sebagai regulator internal yang bersifat humoral. Sedangkan sistema sensoris berfungsi sebagai komunikator external maupun internal. Sistema Termoregulasi berfungsi menata suhu tubuh. Ketiga sistema tersebut terakhir tidak hanya berperan pada masa pemulihan/istirahat, tetapi bahkan berperan lebih penting dalam olahraga. Seluruh Ergosistema tersebut diatas secara terkoordinasi mempunyai satu tujuan akhir yang sama yaitu berusaha memelihara *homeostasis* pada istirahat maupun pada kerja/ olahraga.

LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan Ilmu Faal dan apa yang dimaksud dengan Ilmu Faal Olahraga ?

2. Apa perbedaan antara organ dengan organisme ?
3. Tuliskan macam-macam Ergosistema serta sistem apa saja yang termasuk pada masing-masing Ergosistema tersebut !
4. Apa fungsi masing-masing Ergosistema tersebut ?



BAB

2

KESEHATAN

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan dasar yang sangat diperlukan bagi keberhasilan melaksanakan pekerjaan. Oleh karena itu perlu ada pembinaan dan pemeliharaan kesehatan. Pembinaan kesehatan meliputi pembinaan kesehatan jasmani, kesehatan rohani dan kesehatan sosial, yang merupakan sehat paripurna sesuai dengan konsep sehat WHO. Dalam masalah kegiatan jasmani, manusia dalam hidupnya selalu dalam keadaan silih berganti antara istirahat dan bergerak; maka sehatpun dapat dibedakan antara sehat dalam keadaan istirahat (sehat statis) dan sehat dalam keadaan bergerak (sehat dinamis). Sehat dinamis (sehat dalam kondisi aktif/ dinamis) inilah yang sangat perlu dibina dan dipelihara oleh karena orang yang sehat dinamis, pasti sehat statis (sehat dalam kondisi statis/istirahat), tetapi tidak pasti sebaliknya. Olahraga Kesehatan hakekatnya meningkatkan derajat sehat dinamis

yang adalah wujud dari kebugaran jasmani.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 2 ini pembaca/mahasiswa diharapkan memahami tentang :

1. Pengertian sehat dan kebugaran jasmani.
2. Pembinaan kesehatan dan kebugaran jasmani.
3. Perbedaan antara sehat statis, sehat dinamis dan kebugaran jasmani.

SEHAT DAN KESEHATAN

Sehat adalah nikmat karunia Allah yang menjadi dasar bagi segala nikmat dan kemampuan. Nikmatnya makan, minum, tidur, serta kemampuan bergerak, bekerja dan berfikir, akan berkurang atau bahkan hilang dengan terganggunya kesehatan kita. Demikianlah memang kita harus senantiasa mensyukuri nikmat sehat karunia Allah ini dengan memelihara dan bahkan meningkatkannya melalui berbagai upaya, di antaranya yang terpenting, termurah dan fisiologis adalah melalui Olahraga. Bahasan mengenai kesehatan ialah bahasan tentang segala permasalahan mengenai faktor manusia yang secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi kualitas sehat seseorang. Oleh karena itu lebih dahulu perlu dimengerti apakah sehat itu.

Departemen Kesehatan dengan bersumber pada Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mengatakan bahwa:

Sehat adalah **sejahtera** jasmani, rohani dan sosial; bukan hanya bebas dari penyakit, cacat ataupun kelemahan. Secara skema hal

tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

SEHAT	=	SEJAHTERA	+	BEBAS
		- jasmani		- penyakit
		- rokhani		- cacat
		- sosial		- kelemahan

Keadaan sehat sebagaimana yang dikemukakan di atas adalah keadaan sehat yang paripurna dan sempurna, yaitu sehat ideal atau sehat yang diidam-idamkan. Akan tetapi adakah orang yang memiliki keadaan sehat yang demikian itu ?! Keadaan sehat yang demikian itu agaknya sulit dijumpai oleh karena manusia dalam perjalanan hidupnya senantiasa dihadapkan pada berbagai macam ancaman bahaya. Ancaman bahaya itu dapat bersifat :

- biologis : Berbagai macam penyakit infeksi oleh virus, bakteri dan jamur, serta berbagai macam penyakit infestasi oleh parasit misalnya oleh cacing dan amoeba.
- kimia : Berbagai macam penyakit alergi, keracunan obat-obatan, pestisida dan/atau pencemaran lingkungan lainnya.
- fisika : Penyakit hyperbaric (peny. Caisson) yaitu penyakit akibat tekanan barometer (udara) tinggi, sering dijumpai pada para Penyelam; penyakit radiasi akibat terkena sinar radioaktif atau sinar rontgen secara berlebihan; kecelakaan lalulintas dan kecelakaan kerja.
- mental : Berbagai rasa tidak puas, kecewa, sakit hati dll.

Ancaman bahaya itu berlangsung sepanjang perjalanan hidup

manusia dari sejak kehidupan dalam rahim sampai usia lanjut.

Akibat adanya ancaman bahaya tersebut, maka manusia dapat menderita berbagai macam penyakit, cacat maupun kelemahan yang dapat mengenai jasmani, rokhani maupun sosial; secara tersendiri maupun bersama-sama, dengan tingkat/derajat yang berbeda-beda dari mulai yang ringan sampai kepada yang berat. Demikianlah akibat adanya ancaman bahaya dalam perjalanan kehidupan ini, maka agaknya jarang atau bahkan mungkin tidak ada orang yang memenuhi batasan sehat WHO yang merupakan sehat sempurna.

Kutub lain dari sehat ialah sakit, sehingga sesungguhnya sehat adalah bertingkat-tingkat. Oleh karena itu adalah lebih masuk akal untuk menyebut sehat dalam pengertian derajat sehat. Dengan istilah ini yang dilihat ialah berapa banyak ke-**sehat**-an dimiliki manusia itu, sehingga dengan demikian maka sesungguhnya semua orang memiliki derajat sehat tertentu. Pemakaian istilah demikian sejalan dengan istilah ke-kaya-an, dimana orang dilihat dari berapa kaya-nya dan bukan dari berapa miskinnya. Demikianlan maka derajat sehat ialah sehat sempurna dikurangi oleh tingkat/derajat sakitnya.

Derajat sehat = Sehat sempurna – tingkat/derajat sakit.

Namun demikian, pengertian derajat sehat yang bersumber pada batasan sehat WHO belum memberikan gambaran yang jelas bagaimana hubungan sebab akibatnya dengan olahraga dan khususnya bagaimana mekanismenya maka olahraga dapat menyehatkan dan meningkatkan kebugaran jasmani. Untuk keperluan ini perlu kita meninjau sehat ini

dari sudut yang lain yaitu dari sudut Ilmu Faal.

Ilmu Faal ialah Ilmu yang mempelajari fungsi/cara bekerja sesuatu struktur, khususnya struktur biologik. Pada manusia struktur biologik itu ialah jasmani beserta seluruh alat-alat tubuhnya. Oleh karena itu bahasan sehat menurut Ilmu Faal adalah bahasan sehat dari aspek jasmaniah, yaitu :

- normalnya proses-proses fisiologi didalam tubuh
- normalnya fungsi alat-alat tubuh
- normalnya fungsi tubuh secara keseluruhan.

Oleh karena fungsi alat-alat tubuh berubah antara keadaan istirahat dan keadaan kerja, maka sehat menurut Ilmu Faal dibagi dalam 2 tingkatan :

- **sehat statis** : yaitu normalnya fungsi alat-alat tubuh pada waktu istirahat. Normalnya fungsi alat-alat tubuh ini juga bertingkat-tingkat sehingga terdapat istilah **derajat sehat statis**
- **sehat dinamis** : yaitu normalnya fungsi alat-alat tubuh pada waktu bekerja/ berolahraga, yang juga bertingkat-tingkat, tergantung pada beratnya kerja atau olahraga yang dilakukan, sehingga terdapat istilah **derajat sehat dinamis**.

Orang yang sehat dinamis, pasti juga ia sehat statis; akan tetapi tidak pasti sebaliknya. Contoh: penyakit jantung angina pectoris dan dyspnoe d'Effort (sesak nafas yang terjadi pada aktivitas fisik) pada penyakit jantung mitral stenosis. Pada keadaan istirahat mereka bisa sehat (bebas gejala), tetapi pada waktu bekerja/berolahraga timbul gejala-gejala penyakitnya.

Sehat dinamis adalah sasaran yang harus dicapai melalui kegiatan olahraga, karena berolah-raga atau mengolah-raga sesungguhnya adalah

melatih alat-alat tubuh agar tetap dapat berfungsi normal pada waktu bekerja/berolahraga, yang pasti juga normal pada keadaan istirahat.

Demikianlah maka sehat ditinjau dari Ilmu Faal didasarkan pada masalah kemampuan fungsional jasmaniah, tanpa memperhatikan apakah ia mungkin berpenyakit kulit misalnya panu, eczema atau cacat jasmaniah yang menurut WHO berarti bahwa ia tidak sehat; akan tetapi kemampuan fungsionalnya masih selalu dapat ditingkatkan, yang berarti bahwa derajat sehatnya masih selalu dapat dipertinggi.

PEMBINAAN KESEHATAN

Usaha pembinaan kesehatan pada dasarnya hanya terdiri dari dua bidang garapan saja yaitu :

1. Pembinaan kesehatan yang ditujukan pada faktor manusia.
2. Pembinaan kesehatan yang ditujukan pada faktor lingkungan.

Pembinaan kesehatan pada faktor manusia meliputi usaha-usaha:

- penyembuhan (kuratif) termasuk didalamnya usaha pemulihan (rehabilitatif).
- pencegahan (preventif) termasuk didalamnya usaha peningkatan (promotif).

Pembinaan kesehatan pada faktor lingkungan umumnya termasuk sebagai bagian dari usaha pencegahan (preventif).

Dengan demikian usaha pencegahan mempunyai 2 sasaran, yaitu:

- usaha pencegahan yang berupa memperbaiki faktor manusia (faktor intrinsik), dengan mengaktifkan unsur-unsur dalam tubuh manusia

itu sendiri.

- usaha pencegahan yang berupa memperbaiki faktor lingkungan (faktor ekstrinsik).

Tujuan dari semua usaha-usaha kesehatan ini ialah menciptakan manusia-manusia yang bukan saja sehat tetapi juga produktif, yaitu yang dapat menjamin kehidupannya sendiri, keluarganya, masyarakatnya, bangsa serta negaranya dan bukannya menjadi beban bagi masyarakat/negaranya.

Dalam masalah kesehatan pada faktor manusia, usaha kuratif memang lebih merupakan wewenang kalangan medis dan paramedis. Tetapi usaha preventif, apalagi yang bersifat perbaikan faktor lingkungan, lebih bersifat multidisipliner, meliputi banyak bidang keahlian: planologi, teknik lingkungan, gedung/bangunan, kesehatan masyarakat, kedokteran dan ahli kesehatan lainnya. Usaha preventif yang ditujukan pada faktor manusianya juga meliputi banyak bidang keahlian : gizi, ilmu faal, olahraga, kedokteran dan kesehatan masyarakat.

Usaha pencegahan yang berupa memperbaiki faktor manusia meliputi :

- pendidikan kesehatan
- perilaku hidup sehat
- pembinaan hidup sehat
- imunisasi
- gizi
- peningkatan kebugaran jasmani
- peningkatan ketrampilan kerja/olahraga
- penyelenggaraan kesehatan kerja/olahraga

- penyesuaian/penyerasian manusia terhadap macam dan alat kerja/olahraga
- penataan waktu, durasi dan intensitas kerja.

Tujuan usaha ini ialah meningkatkan derajat sehat dan produktivitas manusia sebagai tenaga kerja/olahragawan.

Demikianlah maka terlihat disini bahwa pembinaan kebugaran jasmani merupakan bagian dari usaha pencegahan pada faktor manusia.

Usaha pencegahan yang berupa memperbaiki faktor lingkungan meliputi :

- kebersihan lingkungan: pembuangan sampah
- pembasmian sumber penularan/penyakit
- penyediaan/penggunaan air bersih
- pencegahan pencemaran lingkungan
- penyehatan rumah/ruang kerja :
 - cahaya/penerangan
 - ventilasi
 - kelembaban
 - suhu
 - sinar/radiasi
 - ketenangan/kebisingan
 - getaran/vibrasi
- perlindungan kerja :
 - pemakaian alat pengaman

Bagan pembinaan kesehatan

- pengamanan alat-alat kerja/mesin-mesin
- penyesuaian/penyerasian alat dan macam kerja terha-

dap manusianya

- penataan waktu, durasi dan intensitas kerja.

Tujuan usaha ini ialah menciptakan lingkungan hidup/kerja yang sehat.

Tercantum di atas ini adalah bagan pembinaan kesehatan tersebut di atas.

LATIHAN

1. Apa pengertian tentang Ilmu Faal Olahraga ?
2. Bagaimana batasan sehat menurut Organisasi Kesehatan Dunia, dan menurut para ahli Ilmu Faal ?
3. Bagaimana ciri-ciri orang yang disebut sehat dinamis ?
4. Sehat menurut WHO sulit dicapai karena adanya ancaman selama hidup bahkan sejak dalam kandungan. Tulis dan jelaskan beberapa ancaman tersebut !
5. Pembinaan kesehatan pada dasarnya terdiri dari dua faktor. Tulis dan jelaskan usaha apa yang ditujukan terhadap masing-masing faktor tersebut !



KEBUGARAN JASMANI

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

PANDAHULUAN

Kebugaran jasmani (KJ) adalah derajat sehat dinamis seseorang yang menjadi kemampuan jasmani dasar untuk dapat melaksanakan tugas yang harus dilaksanakan. Oleh karena itu diperlukan pembinaan dan pemeliharaan kebugaran jasmani seseorang. Untuk keberhasilan pelaksanaan tugas ini perlu adanya kesesuaian antara syarat yang harus dipenuhi oleh si Pelaksana yaitu yang bersifat anatomis dan fisiologis terhadap macam dan intensitas tugas fisik yang harus dilaksanakan. Sehubungan dengan itu maka perlu dipahami apa kebugaran jasmani dan apa saja macam kebugaran jasmani, bagaimana hubungannya dengan kesehatan dan bagaimana olahraga dapat meningkatkan derajat kesehatan dan kebugaran jasmani.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 3 ini mahasiswa/pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Pengertian kebugaran jasmani (physical fitness)

2. Anatomical fitness dan Physiological fitness (KJ anatomik dan KJ fisiologik)
3. Komponen Dasar Kebugaran Jasmani (Anatomik; fisiologik)
4. Cara pembinaan kebugaran jasmani
5. Hubungan antara olahraga, kesehatan dan kebugaran jasmani.

KEBUGARAN JASMANI

Ada beberapa istilah lain yang dipergunakan untuk maksud yang sama dengan kebugaran jasmani, yaitu:

- kesegaran jasmani
- kesanggupam jasmani
- kesamaptaan jasmani

kesemuanya dimaksudkan untuk menerjemahkan istilah asal yaitu: Physical Fitness.

Untuk dapat memahami arti kebugaran jasmani, perlu ditelusuri kembali dari istilah asalnya. Secara harfiah arti physical fitness ialah kecocokan fisik atau kesesuaian jasmani. Ini berarti ada sesuatu yang harus cocok dengan fisik atau jasmani itu; yaitu macam atau beratnya tugas yang harus dilaksanakan oleh fisik atau jasmani itu. Dengan demikian secara garis besar dapat dikatakan bahwa kebugaran jasmani ialah kecocokan keadaan fisik terhadap tugas yang harus dilaksanakan oleh fisik itu; atau dengan perkataan lain: Untuk dapat melaksanakan tugas fisik tertentu – dengan hasil yang baik – diperlukan syarat-syarat fisik tertentu yang sesuai dengan sifat tugas fisik itu. Pengertian secara garis besar ini masih memerlukan penjabaran lebih lanjut khususnya

dalam kaitan dengan syarat-syarat fisik tertentu.

Syarat-syarat fisik itu dapat bersifat :

- Anatomis (Struktural) → Anatomical (Structural) fitness.
- Fisiologis (Fungsional) → Physiological (Functional) fitness.

Dengan demikian Physical fitness terdiri dari 2 bagian yaitu :

- Anatomical (Structural) fitness.
- Physiological (Functional) fitness.

Anatomical fitness :

Berhubungan dengan masalah-masalah yang bersifat anatomis yaitu:

- tinggi badan
- berat badan
- kelengkapan anggota badan
- ukuran berbagai bagian badan.

Physiological fitness :

Berhubungan dengan masalah-masalah yang bersifat fisiologis yaitu:

Tingkat kemampuan menyesuaikan fungsi alat-alat tubuhnya terhadap :

- keadaan lingkungan :
 - suhu
 - kelembaban
 - ketinggian
 - sifat medan, dan/atau
- tugas fisik :

- berbagai bentuk kegiatan dan beban (intensitas) kerja jasmaniah, secara
- fisiologis yaitu:
 - alat-alat tubuh berfungsi dalam batas-batas normal
 - efisien
 - tidak terjadi kelelahan yang berlebihan atau kelelahan yang bersifat kumulatif.
 - telah pulih sempurna sebelum datangnya tugas yang sama pada esok harinya.

Pada saat ini pengertian Physical fitness lebih bertitik berat pada Physiological fitness yang pada hakekatnya berarti : Tingkat kesesuaian derajat sehat dinamis yang dimiliki oleh si Pelaksana terhadap beratnya tugas fisik yang harus dilaksanakan. (lihat : Sehat ditinjau dari Ilmu Faal). Penitik-beratan kepada Physiological fitness disebabkan oleh karena mengembangkan kemampuan fungsional tubuh lebih memberikan hasil yang nyata bila dibandingkan dengan mengembangkan struktur tubuh. Contoh : orang yang lemah tetapi sehat (statis) dengan melatih fisiknya melalui olahraga akan menjadi orang yang lebih sehat (dinamis). Sebaliknya orang yang cacat jasmaniahnya misalnya kehilangan satu tungkai atau lengannya tidak mungkin dapat diperbaiki dengan melatih fisik melalui olahraga kecuali dengan menggunakan prothese, tetapi fungsi jasmaninya masih selalu dapat diperbaiki sehingga prestasi kerja/produktivitasnya masih selalu dapat ditingkatkan.

Telah disebutkan di atas bahwa kebugaran jasmani ialah kecocokan

keadaan fisik terhadap tugas yang harus dilaksanakan oleh fisik itu. Oleh karena itu maka kebugaran jasmani bersifat relatif, artinya kebugaran jasmani tidak bebas tetapi bersifat terkait, yaitu terkait secara anatomis dan/ atau terkait secara fisiologis; artinya fit atau tidaknya seseorang selalu dalam hubungan dengan tugas fisik yang harus dilaksanakan.

Dibawah ini diberikan diagram yang memperlihatkan sifat relatif kebugaran jasmani (Physical fitness) tersebut.

Dari diagram di atas jelaslah bahwa :

1. Kebugaran jasmani dimiliki oleh semua orang, baik yang mempunyai derajat sehat yang tinggi maupun yang mempunyai derajat sehat yang rendah (sakit).
2. Pembinaan/ peningkatan derajat kebugaran jasmani berarti pembinaan/ peningkatan derajat sehat maupun kemampuan kerja fisik.
3. Kemampuan melakukan kerja fisik yang lebih berat berarti derajat sehat (dinamis) yang lebih tinggi, sebaliknya,
4. Derajat sehat (dinamis) yang lebih tinggi berarti kemampuan melakukan kerja fisik yang lebih berat.

Dengan demikian sekali lagi terlihat jelas bahwa orang yang sehat dinamis adalah juga sehat statis, tetapi belum tentu sebaliknya. Demikian pula terlihat jelas bahwa olahraga yang dilakukan dengan intensitas yang adekuat, akan mempertinggi atau setidaknya mempertahankan derajat sehat dinamis yang telah dimiliki, apalagi bila intensitasnya dinaikkan secara bertahap.

Semua bentuk kegiatan manusia selalu memerlukan dukungan fisik/ jasmani, sehingga masalah kemampuan fisik/ jasmani merupakan faktor dasar bagi setiap aktivitas manusia. Oleh karena itu untuk setiap aktivitas kita sehari-hari, minimal kita harus mempunyai kemampuan fisik/ jasmani yang selalu mampu mendukung tuntutan aktivitas itu dan tentu saja lebih baik lagi bila kita memiliki pula cadangannya. Adanya

kemampuan fisik yang melebihi kebutuhan minimal, menjamin kelancaran tugas dan kesejahteraan diri dan keluarganya, karena ia masih selalu mempunyai kemampuan untuk melakukan tugas extra dan tugas/ perhatian bagi keluarganya sepulang kerja, bukannya langsung tidur saja oleh karena sudah kehabisan tenaga.

Kebugaran jasmani seperti telah dikemukakan di atas, adalah keadaan kemampuan jasmani yang dapat menyesuaikan fungsi alat-alat tubuhnya terhadap tugas jasmani tertentu dan/ atau terhadap keadaan lingkungan yang harus diatasi dengan cara yang efisien, tanpa kelelahan yang berlebihan dan telah pulih sempurna sebelum datang tugas yang sama pada esok harinya. Dengan demikian, kebugaran jasmani sesungguhnya adalah derajat sehat dinamis tertentu yang dapat menanggulangi tuntutan jasmani dalam melaksanakan tugas hidup sehari-hari dengan selalu masih mempunyai cadangan kemampuan (tidak lelah berlebihan) untuk melakukan kegiatan fisik extra serta telah pulih kembali esok harinya menjelang tugas sehari-harinya lagi. Kebugaran jasmani/ sehat dinamis harus selalu dipelihara dan bahkan ditingkatkan agar kemampuan cadangan untuk menghadapi tugas-tugas extra – khususnya bagi kesejahteraan keluarga, bagi kegiatan kemasyarakatan dan guna menghadapi keadaan darurat – dapat bertambah.

Secara akademis, pengertian Kebugaran Jasmani hanya menunjukkan hubungan relatif (keterkaitan) antara derajat sehat dinamis (kemampuan fisik) yang dimiliki seseorang pada saat itu dengan tugas fisik yang harus dilakukan artinya hanya menunjukkan adakah kesesuaian antara kondisi fisiknya pada saat itu dengan tugas fisik yang harus dilakukan. Dengan pengertian demikian maka sesungguhnya

Kebugaran Jasmani tidak bertingkat-tingkat. Yang bertingkat-tingkat adalah kemampuan/ kondisi fisik (sehat dinamis) dan beratnya tugas yang harus dilaksanakan. Dalam perkembangannya di masyarakat Kebugaran Jasmani kemudian diartikan sebagai derajat sehat dinamis, sehingga oleh karena itu maka Kebugaran Jasmani menjadi bertingkat-tingkat sesuai derajat sehat dinamis yang dimilikinya saat itu. Demikianlah maka derajat Kebugaran Jasmani hakekatnya adalah derajat sehat dinamis yang diperlukan (yang sesuai) dengan kebutuhannya untuk melakukan sesuatu tugas fisik. Dari penjelasan terakhir ini semakin jelas bahwa Kebugaran Jasmani lebih bertitik berat kepada Physiological Fitness.

TES KEBUGARAN JASMANI

Komponen Kebugaran Jasmani secara **anatomis** terdiri dari :
ES-I dan ES-II.

ES-I terdiri dari:

- Kerangka dengan persendiannya
- Otot
- Saraf

ES-II terdiri dari:

- Darah dan cairan tubuh
- Perangkat pernafasan
- Perangkat kardiovaskular

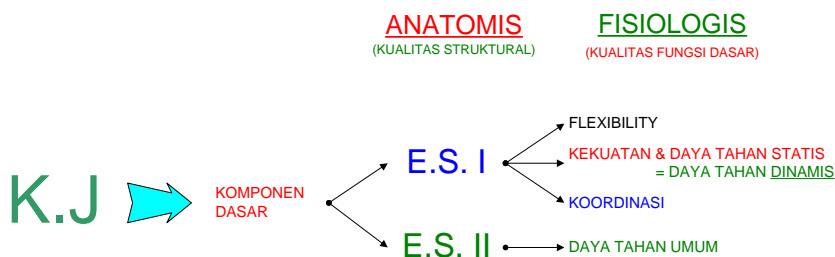
Komponen Kebugaran Jasmani secara **fisiologis** adalah fungsi dasar dari komponen-komponen anatomis tersebut di atas yaitu:

ES-I yang wujud fungsionalnya adalah:

- fleksibilitas
- kekuatan dan daya tahan otot
- fungsi koordinasi saraf

ES-II yang wujud fungsionalnya adalah:

- daya tahan umum.



Gambar : Komponen Kebugaran Jasmani

Secara fungsional, ES-I mewujudkan:

- kapasitas anaerobik yang merupakan faktor pembatas kemampuan maximal primer.

Sedangkan ES-II mewujudkan:

- kapasitas aerobik ($VO_2 \text{ max}$) yang merupakan faktor pembatas kemampuan maximal sekunder.

Kapasitas anaerobik merupakan faktor pembatas kemampuan maximal primer oleh karena bila seluruh kapasitas anaerobik telah terpakai maka olahraga tidak mungkin dapat dilanjutkan, karena telah terjadi kelelahan

yang mutlak (*exhaustion*). Kapasitas aerobik merupakan faktor pembatas kemampuan maksimal sekunder oleh karena kapasitas aerobik hanya menentukan apakah kelelahan mutlak cepat atau lambat datangnya. Artinya kelelahan mutlak bukan tanggung-jawab kapasitas aerobik. Bila kapasitas aerobik besar, maka kelelahan lambat datang sedang bila kecil maka kelelahan cepat datang.

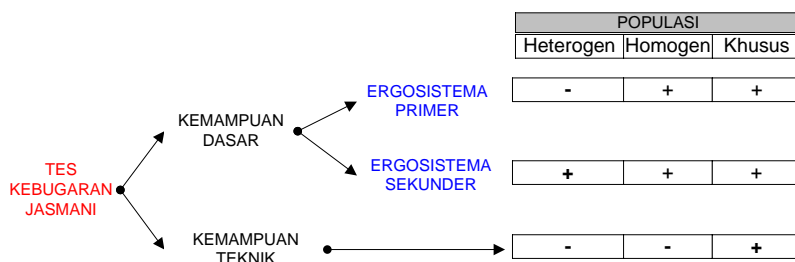
Dalam hubungan dengan tes kebugaran jasmani, perlu diketahui tata-hubungan fungsional antara ES-I dengan ES-II, yang dalam perwujudannya merupakan tata-hubungan fungsional antara kapasitas anaerobik dengan kapasitas aerobik. Aktivitas ES-I akan merangsang ES-II untuk menjadi aktif, yang selanjutnya aktivitas ES-II mendukung kelangsungan aktivitas ES-I, artinya tidak mungkin terjadi ES-II menjadi aktif tanpa adanya aktivitas ES-I. Sebaliknya tidak mungkin terjadi ada aktivitas ES-I dalam durasi yang panjang tanpa dukungan ES-II.

Besar olahdaya anaerobik menunjukkan tingginya intensitas aktivitas ES-I (= intensitas kerja/ olahraga) yang sedang terjadi yang berarti menunjukkan tingginya kebutuhan atau tuntutan akan O_2 , sedangkan besar olahdaya aerobik yang terjadi menunjukkan berapa besar olahdaya anaerobik yang dapat diimbangi, yang berarti berapa besar kemampuan ES-II untuk memasok O_2 pada saat itu, yang juga berarti berapa besar daya dukung ES-II terhadap ES-I.

Dari uraian di atas dapat dikemukakan bahwa besar olahdaya aerobik yang terjadi ditentukan oleh besar rangsangan dari olahdaya anaerobik. Hal ini berarti bahwa besar olahdaya aerobik (besar pasokan O_2) yang terjadi tidak mungkin melebihi besar olahdaya anaerobik (besar tuntutan akan O_2) yang sedang berlangsung, kecuali pada pemulihan

total atau parsial (lihat gambar-gambar grafik aktivitas olahraga pada Bab 6). Lebih lanjut dapat dikemukakan bahwa faktor penentu kapasitas anaerobik adalah kemampuan otot (dalam kondisi fungsi ES-I lainnya normal), kapasitas aerobik ditentukan oleh kemampuan fungsional ES-II secara bersama-sama. Sedangkan komponen saraf dari ES-I dengan fungsi koordinasinya menentukan kemampuan ketrampilan, khususnya kemampuan ketrampilan gerak hasil pembelajaran. Dengan demikian secara fisiologis terdapat tiga macam tes kebugaran jasmani yaitu tes kebugaran jasmani terhadap: (1) kapasitas anaerobik, (2) kapasitas aerobik dan (3) kemampuan ketrampilan kecabangan olahraga.

Dalam hubungan dengan populasi yang akan dites, bila populasi yang akan dites heterogen (masyarakat umum) misalnya warga sesuatu RT, maka tes KJ cukup terhadap kapasitas aerobik saja, oleh karena tujuan sebenarnya adalah untuk mengetahui tingginya derajat sehat dinamis populasi tersebut. Hal itu juga berkaitan dengan pengertian bahwa apabila kapasitas aerobiknya (fungsi ES-II) baik, maka tidak mungkin fungsi ES-I-nya buruk, oleh karena kapasitas aerobik yang baik



Bagan : Tata urutan prioritas tes Kebugaran Jasmani

hanya dapat terjadi bila dirangsang secara teratur oleh fungsi ES-I yang juga baik. Bila populasinya homogen, atau untuk mendapatkan populasi yang homogen (penerimaan mahasiswa FPOK/ FIK), maka tes yang diterapkan adalah terhadap kapasitas anaerobik dan kapasitas aerobik. Sedangkan terhadap populasi khusus (Atlet sesuatu cabang olahraga), maka tes dilakukan harus terhadap ketiga komponen KJ tersebut di atas.

Di bawah ini tabel untuk uji Kebugaran Jasmani Aerobik yang dilakukan di lapangan melalui tes lari/jalan 12 menit dari Cooper.

Tabel 3.3 Uji lari/jalan 12 menit, jarak (kilometer) dalam 12 menit

Kategori	Umur (tahun)						
	K. J.	13-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60->
I Kurang sekali	(P)	<2.09	<1.96	<1.90	<1.83	<1.66	<1.40
	(W)	<1.61	<1.55	<1.51	<1.42	<1.35	<1.26
II Kurang	(P)	2.09-2.20	1.96-3.10	1.90-2.09	1.83-1.99	1.65-1.80	1.40-1.64
	(W)	1.61-1.90	1.54-1.79	1.51-1.79	1.42-1.57	1.35-1.49	1.26-1.38
III Sedang	(P)	2.22-2.51	2.12-2.40	2.11-2.33	2.01-2.24	1.88-2.09	1.66-1.93
	(W)	1.91-2.08	1.80-1.96	1.70-1.90	1.59-1.79	1.51-1.69	1.40-1.58
IV Baik	(P)	2.53-2.77	2.41-2.64	2.35-2.51	2.25-2.46	2.11-2.32	1.95-2.12
	(W)	2.09-2.30	1.98-2.16	1.91-2.08	1.80-2.00	1.70-1.90	1.59-1.75
V Baik sekali	(P)	2.78-2.99	2.65-2.83	2.52-2.71	2.48-2.65	2.33-2.54	2.14-2.49
	(W)	2.32-2.43	2.17-2.33	2.09-2.24	2.01-2.24	1.91-2.09	1.77-1.90
VI Luar biasa	(P)	>3.00	>2.85	>2.74	>2.67	>2.56	>2.51
	(W)	>2.44	>2.35	>2.25	>2.17	>2.11	>1.91

Dikutip dari: Cooper K. H., *The Aerobics Program for Total Well-Being*, Bantam Books, New York, 1982, hal. 141

(P) = Pria

(W) = Wanita

LATIHAN

1. Jelaskan pengertian tentang Kebugaran Jasmani (KJ)
2. Sehubungan dengan tugas fisik yang harus dilakukan memerlukan syarat fisik tertentu, maka Physical Fitness terdiri dari dua bagian. Tulis dan jelaskan masing-masing ?
3. Jelaskan tujuan utama pembinaan Kebugaran Jasmani ?
4. Jelaskan macam-macam tes KJ ?
5. Jelaskan aspek apa saja yang harus dites ?



BAB 4

OLAHRAGA DAN OLAHRAGA KESEHATAN

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

PENDAHULUAN

Masyarakat telah menginsyafi akan perlunya melakukan olahraga. Hal ini terbukti dari banyaknya anggota masyarakat yang melakukan olahraga pada hari-hari libur di lapangan-lapangan serta di tempat-tempat tertentu yang memungkinkan. Pada umumnya mereka berolahraga dengan tujuan memelihara dan meningkatkan kesehatan. Namun demikian olahraga prestasi dilakukan pula oleh sebagian anggota masyarakat. Untuk ini perlu ada bimbingan oleh orang yang mengetahui Ilmu Faal Olahraga, oleh karena melatih tiada lain adalah proses menerapkan Ilmu Faal Olahraga. Di dalam bab ini diterangkan tentang macam-macam olahraga, dosis olahraga kesehatan dan olahraga prestasi, serta hasil dan perubahan fungsi organ tubuh yang terjadi akibat/ sebagai hasil melakukan olahraga.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 4 ini Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Macam-macam olahraga
2. Sasaran olahraga kesehatan
3. Dosis olahraga (kesehatan)
4. Indikator untuk menilai intensitas aktivitas fisik
5. Hasil dari latihan olahraga aerobik.

OLAHRAGA

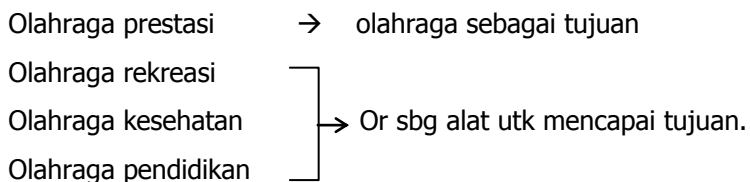
Olahraga adalah budaya manusia, artinya tidak dapat disebut ada kegiatan olahraga apabila tidak ada faktor manusia yang berperan secara ragawi/pribadi melakukan aktivitas olahraga itu. Contoh: adu domba bukan olahraga karena manusia tidak berperan secara ragawi dalam adu itu. Manusia hanya berperan sebagai Penyelenggara adu itu. Tetapi adu tinju, pencak-silat, karate dan sejenisnya adalah olahraga, karena memang manusia melakukan kegiatan itu secara ragawi, secara pribadi, artinya atas kemauan sendiri. Balap (ber)kuda adalah olahraga karena kuda tidak berlari atas kemauan sendiri tetapi menurut kemauan/kendali sang Jockey, sedangkan sang Jockey sendiri bukannya duduk santai di pelana kuda, tetapi selama balap berlangsung ia harus melakukan "**squatting**" di atas pelana kuda dengan kakinya yang bertumpu pada sanggurdi. Sebaliknya balap anjing bukan olahraga, karena tidak ada keterlibatan factor manusia secara hakiki/ragawi dalam kegiatan "lomba" itu. Seperti halnya dalam adu domba, dalam balap anjingpun manusia hanya berperan sebagai penyelenggara lomba, bukannya sebagai pelaku

lomba. Demikianlah maka manusia adalah titik sentral dari olahraga, artinya tidak ada olahraga apabila tidak ada faktor manusia yang secara ragawi berperan melakukan olahraga itu. Oleh karena itu olahraga menuntut persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi oleh manusia, baik secara jasmani, rohani maupun sosial. Hakekatnya persyaratan yang harus dipenuhi manusia untuk dapat berpartisipasi dalam olahraga pada umumnya adalah mereka yang sehat, mereka yang ingin memelihara kesehatannya dan/atau meningkatkan derajat kesehatannya, atau mereka yang ingin berprestasi dalam sesuatu cabang olahraga. Di samping itu bagi mereka yang memerlukan terdapat pelayanan olahraga kuratif dan olahraga rehabilitatif yang diselenggarakan oleh lembaga khusus untuk itu. Perlu dikemukakan kembali bahwa sehat dalam konsep Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) meliputi 3 aspek yaitu aspek jasmani, aspek rohani dan aspek social, seperti tercantum dalam definisinya yaitu bahwa Sehat adalah sejahtera jasmani, rohani dan sosial, bukan hanya bebas dari penyakit, cacat, ataupun kelemahan.

Perkataan "olahraga" mengandung arti akan adanya sesuatu yang berhubungan dengan peristiwa mengolah yaitu mengolah raga atau mengolah jasmani. Definisi atau batasan tentang olahraga itu sendiri masih belum tegas, akibatnya terdapat bermacam-macam batasan, definisi ataupun deskripsi mengenai pengertian apa itu "Olahraga", karena memang belum ada lembaga resmi yang diakui sebagai berwenang (seperti halnya WHO yang diakui berwenang membuat batasan, definisi ataupun deskripsi mengenai pengertian apa itu sehat), untuk membuat batasan, definisi ataupun deskripsi mengenai pengertian apa itu "Olahraga". Akibatnya banyak kegiatan yang tidak layak untuk

mendapat sebutan "olahraga" dimasukkan juga ke dalam kelompok olahraga, misalnya : "olahraga" catur, bridge, mancing dan banyak lagi yang lainnya.

Dari sudut pandang Ilmu Faal Olahraga, **Olahraga adalah serangkaian gerak raga yang teratur dan terencana yang dilakukan orang dengan sadar untuk meningkatkan kemampuan fungsionalnya**, sesuai dengan tujuannya melakukan olahraga. Dalam kaitan dengan kepentingan pembicaraan dalam naskah ini, maka olahraga dibagi berdasarkan sifat atau tujuannya yaitu :



Bila kita melihat kembali pada masalah kesehatan, maka upaya-upaya kesehatan selalu berhubungan dengan masalah yang bersifat:

- Preventif-promotif,
- Kuratif-rehabilitatif.

Dalam kaitannya dengan olahraga maka olahraga kesehatan rehabilitatif dan kuratif dilakukan terutama di Pusat-pusat rehabilitasi dan Rumah sakit, dan sudah merupakan disiplin ilmu tersendiri yaitu Physiotherapi dan Rehabilitasi Medik, oleh karena itu tidak dibicarakan secara khusus dalam naskah ini. Pembahasan yang lebih mendalam akan ditujukan pada olahraga kesehatan preventif dan promotif terutama dalam kaitannya dengan pembinaan kebugaran jasmani/ peningkatan derajat sehat dinamis.

Ditinjau dari segi pesertanya, maka olahraga dapat dibagi menjadi olahraga :

- Perorangan : 1 - 4 orang (Senam – Tenis)
- Kelompok : 6 - 22 orang (Sepak takraw – Sepakbola)
- Massaal : > 22 orang.

Semua orang ingin tetap sehat atau bahkan ingin agar derajat kesehatannya dapat ditingkatkan. Oleh karena itu peserta olahraga kesehatan cenderung berjumlah massaal.

Pembinaan faktor manusia melalui kegiatan olahraga jelas bertitik berat pada aspek jasmani, tetapi dampaknya terhadap 2 aspek yang lain dari faktor manusia yaitu aspek rohani maupun aspek sosial sungguh sangat signifikan bila dibandingkan dengan pembinaan faktor manusia melalui aspek rohani, misalnya melalui kelompok pengajian, ataupun melalui aspek sosial, misalnya melalui kelompok arisan.

OLAHRAGA KESEHATAN

Pesantai adalah orang yang tidak melakukan olahraga sehingga cenderung kekurangan gerak. Sebaliknya Pelaku olahraga berat melakukan olahraga lebih dari keperluannya untuk pemeliharaan kesehatan. Demikianlah maka Pelaku Olahraga Kesehatan adalah orang yang tidak kekurangan gerak tetapi bukan pula Pelaku olahraga berat. Olahraga yang dianjurkan untuk keperluan kesehatan adalah aktivitas gerak raga dengan intensitas yang setingkat di atas intensitas gerak raga yang biasa dilakukan untuk keperluan pelaksanaan tugas kehidupan sehari-hari (Blair, 1989 dalam Cooper, 1994). Oleh karena itu setiap orang mempunyai dosis olahraganya masing-masing. Dalam hal

Olahraga Kesehatan dilakukan secara berkelompok yang dipimpin seorang Instruktur/Guru Olahraga, setiap Peserta harus berusaha mengikutinya sebaik mungkin namun sesuai dengan kemampuannya masing-masing.

Olahraga Kesehatan ialah suatu bentuk kegiatan olahraga untuk tujuan kesehatan. Sebagai suatu kegiatan olahraga, jelas ia menggarap raga atau jasmani – (aspek jasmani).

Sifat atau ciri umum Olahraga kesehatan ialah :

- massaal : olahraga kesehatan harus mampu menampung sejumlah besar peserta secara bersama-sama.
- mudah : gerakannya mudah, sehingga dapat diikuti oleh orang kebanyakan dalam jumlah banyak (bersifat massaal), yang dapat memperkaya dan meningkatkan kemampuan dan ketrampilan gerak dasar, yaitu gerak yang diperlukan untuk pelaksanaan kegiatan hidup sehari-hari.
- murah : peralatannya sangat minim atau bahkan tanpa peralatan sama sekali.
- meriah : mampu membangkitkan kegembiraan dan tidak membosankan (kepandaian pelatihnya).
- manfaat dan aman :
 - manfaatnya jelas dapat dirasakan, serta aman untuk dilaksanakan oleh setiap peserta dengan tingkat umur dan derajat sehat dinamis yang berbeda-beda.
 - intensitasnya sub-maksimal dan homogen, bukan gerakan-gerakan maksimal atau gerakan eksplosif

maksimal (faktor keamanan).

Syarat manfaat dan aman dari olahraga kesehatan menuntut adanya ciri khusus yang bersifat teknis-fisiologis yaitu :

- Homogen dan submaximal dalam intensitas atau beban olahraganya:
 - olahraga dilakukan dengan intensitas yang \pm rata/ homogen
 - tidak ada gerakan-gerakan dengan beban/ intensitas yang maksimal,
 - tidak ada pengerahan kemampuan maksimal.

Intensitas yang homogen diperlukan untuk memudahkan mengatur dosis olahraga secara tepat, sedang intensitas yang submaximal diperlukan sebagai faktor keamanannya. Pada olahraga kesehatan, orang memang tidak dituntut melakukan penampilan yang maksimal, kecuali pada waktu menjalani uji kebugaran jasmani. Olahraga kesehatan terdiri dari satuan-satuan gerak yang dapat (secara sengaja) dibuat untuk menjangkau seluruh sendi dan otot, serta dapat dirangkai untuk menjadi gerakan yang kontinu (tanpa henti), yang merupakan yang faktor penting untuk dapat mengatur dosis dan intensitas olahraga kesehatan.

- Ada kesatuan takaran (Dosis) :
 - dapat diatur baik intensitas (dengan mengatur beban/ kekuatan dan/ atau kecepatan pengulangan/ repetisi kontraksinya), maupun lama-waktu (durasi) pelaksanaannya (dengan mengatur banyaknya pengulangan). (Lihat bahasan dosis olahraga).

- Adekuat :
 - ada batas minimal tertentu untuk intensitas dan waktu pelaksanaan olahraga kesehatan agar dapat menghasilkan manfaat, khususnya dapat meningkatkan kemampuan fungsional Perangkat Pendukung gerak, diselenggarakan 3-5x/ minggu (minimal 2x/ minggu).
 - dapat mencapai intensitas antara 60-80% denyut nadi maksimal (DNM) sesuai umur. DNM sesuai umur = $220 - \text{umur}$ dalam tahun. Sebaiknya tiap Peserta mengetahui cara menetapkan dan menghitung denyut nadi latihan masing-masing.
- Bebas stress psikis :
 - Dilakukan dengan santai, tanpa beban emosional,
 - tidak saling berlomba dan tidak untuk dipertandingkan.

Olahraga kesehatan mampu memelihara dan/ atau meningkatkan kemampuan fungsional jasmaniah para Pesertanya dengan pembebanan yang dapat diatur secara bertahap dalam dosis-dosis (berdosis).

Ciri khusus olahraga kesehatan ialah intensitasnya homogen dan submaximal, tidak boleh mengandung gerakan-gerakan yang bersifat explosive maximal dan emosional, oleh karena itu tidak boleh ada unsur kompetisi dalam pelaksanaannya. Hal ini harus menjadi perhatian terutama pada tahap-tahap awal para Pesantai melaksanakan olahraga kesehatan, demi faktor keamanannya. Pada tahap-tahap awal ini para Pemula sering merasa mampu menyamai mereka yang sudah lama berlatih. Perilaku demikian dapat mengundang bahaya yang bersifat

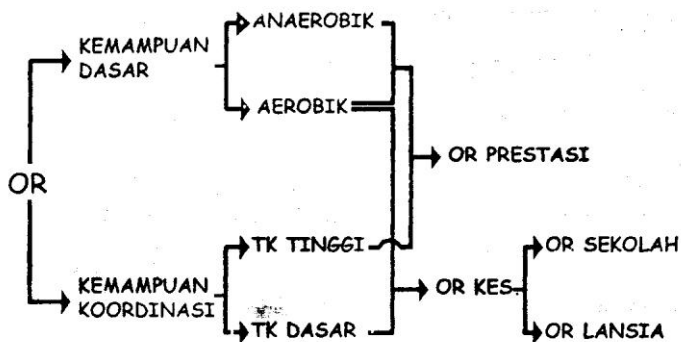
fatal bagi dirinya sendiri, misalnya terjadinya serangan jantung atau stroke yang mematikan. Perlu pula diketahui bahwa olahraga berat dapat menjadi pemicu terjadinya serangan jantung dan stroke yang mematikan tersebut di atas. Akan tetapi berat/ ringannya olahraga bersifat relatif, artinya olahraga kesehatan yang bersifat ringan bagi Peserta lama, dapat merupakan olahraga berat bagi Peserta baru. Inilah sebabnya mengapa pentahapan bagi Peserta baru selalu perlu mendapat pengawasan yang lebih saksama, oleh karena Peserta baru sering merasa mampu dan ingin segera menyamai Peserta lama.

Jumlah pesertanya yang massaal yaitu berkumpulnya banyak orang dalam suasana olahraga yaitu suasana yang sangat informal, akan menimbulkan rasa gembira yang akan memberikan pengaruh positif terhadap aspek rokhani dan mendorong terjadinya pergaulan yang lebih bebas, lepas dari hambatan-hambatan yang bersumber pada perbedaan kedudukan sosial dan tingkat ekonomi yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan adanya sumbangan yang sangat positif terhadap aspek rokhani dan sosial dari olahraga (kesehatan).

Dengan demikian terlihat bahwa olahraga kesehatan memang terutama menggarap aspek jasmaniah tetapi dapat pula menjangkau aspek rokhaniah dan aspek sosialnya. Demikianlah maka terlihat jelas bahwa olahraga, khususnya olahraga kesehatan memang dapat memelihara dan bahkan meningkatkan derajat kesehatan (dinamis) seutuhnya, sesuai dengan konsep sehat WHO yaitu sejahtera jasmani, rokhani dan sosial. Penelitian menunjukkan bahwa investasi sebesar US. \$ 1 dalam akitvitas jasmani (olahraga) akan menghemat biaya perawatan kesehatan sebesar US.\$ 3.2.

Dari bagan Konsep Olahraga di bawah ini terlihat jelas bahwa untuk mencapai derajat sehat dinamis yang memadai perlu dimiliki kemampuan dasar (aerobik) dan kemampuan koordinasi (dasar) yang merupakan dasar untuk mewujudkan kemandirian dalam peri kehidupan bio-psiko-sosiologik setiap individu (baca lebih lanjut di bab Olahraga Kesehatan)

KONSEP OLARAHAGA



Unsur rekreasi memang akan sangat menunjang aspek rokhaniah dan sosial pada olahraga kesehatan, akan tetapi harus diusahakan agar sejauh mungkin tidak mengandung unsur-unsur yang bersifat kompetitif emosional. Untuk ini wisata lintas alam merupakan unsur rekreasi yang sangat baik pada olahraga kesehatan.

Satu hal yang perlu mendapat perhatian ialah bahwa olahraga kesehatan hanya merupakan salah satu saja dari berbagai bentuk upaya pembinaan kesehatan, tetapi merupakan satu-satunya cara untuk meningkatkan derajat sehat dinamis. Artinya untuk meningkatkan

kemampuan fungsional jasmani (sehat dinamis) hanyalah dapat dilaksanakan bila ada kemauan untuk mendinamiskan dirinya sendiri dengan jalan melatih alat-alat tubuh/ jasmani itu mulai dengan intensitas yang rendah sampai mencapai intensitas yang memenuhi kriteria olahraga aerobik sesuai dengan umur dan jenis kelamin yang bersangkutan.

Perlu ditegaskan disini bahwa pengertian sehat dalam kaitannya dengan pembicaraan Ilmu Faal Olahraga terbatas pada sehat jasmani yaitu :

- SEHAT	=	SEJAHTERA	+	BEBAS	
jasmani		jasmani		penyakit	} jasmani
				cacat	
				kelemahan	

Sisi lain dari sehat ialah sakit, yang disebabkan oleh sesuatu penyakit. Penyakit dapat dibagi dalam 2 golongan yaitu :

- penyakit infeksi
- penyakit non-infeksi yang terdiri dari 2 bagian yaitu :
 - a. Penyakit rudapaksa – penyakit karena kecelakaan atau tindak kekerasan,
 - b. Penyakit kelemahan jasmani dan rohani.

Peranan olahraga kesehatan dalam hubungan dengan penyakit ini terutama terhadap golongan penyakit non-infeksi. Terhadap penyakit infeksi khususnya dalam keadaan akut, olahraga justru dapat membahayakan. Akan tetapi dalam keadaan sehat, olahraga kesehatan

bahkan telah terbukti dapat meningkatkan unsur-unsur kekebalan (*antibody*) dalam tubuh, sehingga secara umum pelaku-pelaku olahraga kesehatan memang tidak mudah menjadi sakit. Namun demikian untuk mendapatkan kekebalan yang spesifik terhadap sesuatu penyakit, masih tetap diperlukan pencegahan melalui vaksinasi. Inilah yang perlu diperhatikan mengapa orang masih dapat terkena influenza, demam tifus perut dan penyakit-penyakit infeksi lainnya, walaupun ia telah melakukan olahraga kesehatan secara teratur.

Penyakit non-infeksi yang dapat dijangkau oleh olahraga kesehatan ialah misalnya :

- Penyakit hypokinetik, ialah penyakit kelemahan fungsional fisik/ jasmani oleh karena inaktivitas/ hypoaktivitas.
- Penyakit-penyakit psikosomatik dan alergi:
 - penyakit lambung/ maag (gastritis)
 - penyakit bengek (asthma bronchiale)
 - penyakit eksim (dermatitis + neurodermatitis).
- Penyakit-penyakit jantung dan pembuluh darah:
 - penyakit jantung koroner
 - infark jantung
 - penyakit tekanan darah tinggi/ rendah
 - stroke.
- Penyakit-penyakit metabolisme:
 - kegemukan (obesitas)
 - kencing manis (diabetes mellitus)
 - kelebihan lemak darah (hyperlipidaemia)

Sehat jasmani – sejahtera jasmani - bila ditinjau dari segi fungsi alat-alat tubuh, berarti normalnya fungsi alat-alat tubuh itu. Fungsi alat-alat tubuh berubah-ubah dari keadaan istirahat tidur sampai keadaan kerja maximal. Bila fungsi alat-alat tubuh normal pada keadaan istirahat, disebut **sehat statis** – sehat pada waktu istirahat; bila juga normal pada keadaan kerja/ gerak, disebut **sehat dinamis** – sehat pada waktu kerja/ gerak. Orang yang sehat dinamis pasti juga sehat statis, tetapi tidak selalu sebaliknya.

Olahraga kesehatan **melatih** fungsi alat-alat tubuh secara bertahap agar tetap normal pada waktu bergerak dan dengan sendirinya juga akan tetap normal pada waktu istirahat. Jadi olahraga kesehatan membuat orang menjadi lebih sehat dinamis, menjadi lebih mampu bergerak, menjadi tidak mudah lelah. Kelelahan yang terlalu cepat datang menghambat kemauan dan kemampuan gerak, menghambat kegairahan hidup. Gerak merupakan tanda kehidupan yang terpenting ! Tiada hidup tanpa gerak. Makin banyak gerakan dan makin mampu orang bergerak, makin nyata hidup itu dan baginya kehidupan menjadi makin berarti. Sebab APALAH ARTI HIDUP kita ini bila kita tak mampu bergerak ?! Jadi dengan melakukan olahraga kesehatan – mengolah raga untuk meningkatkan derajat kesehatan dinamis – berarti kita meningkatkan KUALITAS HIDUP kita sendiri ! **Oleh karena itu bergeraklah untuk lebih hidup, jangan hanya bergerak karena masih hidup !**

Peningkatan derajat sehat dinamis – kemampuan gerak, tidak mungkin dapat diperoleh bila kita tidak mau menggerakkan diri kita sendiri; tidak ada yang dapat menolong kita dalam hal ini kecuali diri kita

sendiri !! Hukumnya sama dengan makan: Siapa yang makan maka dialah yang kenyang ! Siapa yang mengolahraganya maka dialah yang menjadi sehat !

Olahraga kesehatan merupakan kegiatan jasmaniah yang dilakukan oleh sekumpulan orang-orang yang tergabung dalam:

- Klub jantung sehat, yang melakukan kegiatannya di lapangan (murah : peralatannya sederhana atau tanpa peralatan sama sekali – dapat dilakukan tanpa bersepatu).
- Sanggar senam, yang melakukan kegiatannya dalam ruangan tertentu dengan ataupun tanpa menggunakan peralatan khusus.
- Pusat kesehatan olahraga (Sport Health Centre), yang melakukan kegiatannya dalam ruangan dengan menggunakan peralatan tertentu, antara lain untuk tujuan rehabilitasi.
- Pusat kebugaran jasmani (Fitness centre), yang melakukan kegiatannya dalam ruangan dengan menawarkan kegiatan olahraga dari yang tanpa alat sampai kepada penggunaan alat-alat yang mahal dan canggih, antara lain untuk tujuan peningkatan prestasi. Ini lebih merupakan "toko" Kebugaran Jasmani dengan sajian "Swalayan", oleh karena masih banyak pusat-pusat kebugaran demikian yang tidak mempunyai instruktur yang berkualifikasi pendidikan olahraga (kesehatan) ! Jadi Peserta melakukan olahraga dengan menggunakan alat-alat tanpa pengetahuan yang tepat.

Walaupun ada perbedaan dalam cara penyelenggaraan kegiatannya, tetapi tujuan utama dari semua pusat-pusat kegiatan olahraga

kesehatan tersebut di atas adalah sama yaitu : menuju kepada DERAJAT SEHAT DINAMIS yang lebih baik.

Apakah olahraga akan memperpanjang umur? Atau, apakah olahraga dapat mengubah cara mati seseorang menjadi bukan oleh serangan jantung atau sesuatu penyakit lain ? Sesungguhnya tidak ada manusia yang dapat mengatakannya, oleh karena sesungguhnya jatah umur dan cara mati seseorang hanya ALLAH SWT yang mengetahui dan menentukan. Jadi lakukanlah olahraga kesehatan dengan benar dan aman untuk mencapai tujuan sehat dinamis yang lebih baik tanpa perlu merisaukan apa-apa yang bukan kewenangan manusia !! Dengan melakukan olahraga kesehatan dengan baik, benar dan tekun, insya Allah akan diperoleh sejahtera Jasmani, Rokhani dan Sosial yang berarti sejahtera paripurna sesuai konsep sehat WHO.

Untuk dapat melakukan olahraga kesehatan dengan benar dan aman diperlukan pengawasan dan bimbingan dari dokter dan pelatih olahraga yang mengetahui permasalahan olahraga kesehatan !

Diagram di bawah ini menunjukkan hubungan timbal balik antara derajat sehat dan berbagai macam tujuan olahraga.

SASARAN OLAHRAGA KESEHATAN

Ada 3 tahapan sasaran olahraga kesehatan, yaitu:

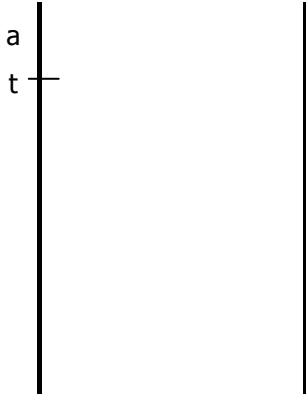
1. S1 – Sasaran 1 – Sasaran MINIMAL:

Pada sasaran pertama ini, tujuan utamanya ialah minimal memelihara kemampuan gerak yang masih ada, serta bila mungkin mengusa-

Garis sehat

Garis OR.

Batas	D e r a j a t S e h a t	D i n a m i s	<ul style="list-style-type: none"> - Prestatif - Rekreatif - Preventif / OR-KES 	} Fisioterapi
	D e r a j a t S e h	S t a t i s	<ul style="list-style-type: none"> - Rehabilitatif - Kuratif 	



hakan meningkatkan kemampuan gerak itu dengan mengusahakan peningkatan luas pergerakan pada semua persendian (kelentukan/fleksibilitas), melalui pelatihan peregangan dan pelepasan seluas mungkin, tanpa adanya sentakan ataupun renggutan, artinya memobilisasi seluruh persendian. Misalnya orang yang terikat pada kursi roda sekalipun, harus tetap memelihara dan meningkatkan kemampuan gerak yang masih ada pada semua persendiannya, serta memelihara fleksibilitas dan kemampuan koordinasi, melalui gerakan-gerakan misalnya Senam Aerobik. Kemampuan dasar (fisik) dan kemampuan koordinasi dapat ditingkatkan dengan mengharuskan peserta/ siswa mengikuti gerakan-gerakan yang dicontohkan instruktur seintensif dan seakurat mungkin sesuai dengan kemampuan yang dimiliki.

2. S2 – Sasaran 2 – Sasaran ANTARA :

Sasaran olahraga kesehatan pada tahap ini adalah memelihara dan

meningkatkan kemampuan otot untuk memelihara dan meningkatkan kemampuan gerakannya lebih lanjut. Latihan dilakukan dengan cara dinamis dan cara statis.

Pelatihan dengan cara dinamis ialah dengan melakukan gerakan-gerakan yang cepat, berulang-ulang dan bersifat antagonistik disertai dengan sentakan untuk lebih meng"isi" (prinsip pliometrik) gerakan itu. Pelaksanaan olahraga kesehatan harus selalu bertahap dan tidak melebihi kemampuan yang ada pada saat itu.

Pelatihan dengan cara statis ialah dengan melakukan kontraksi isometrik, tetapi pernapasan harus tetap berlangsung seperti biasa (tidak boleh menekan nafas/ mengejan), karena itu sebaiknya dilakukan sebagian demi sebagian, misalnya mula-mula dilakukan kontraksi isometrik kedua extremitas atas dan kemudian kedua extremitas bawah. Kontraksi isometrik dipertahankan selama 4-6 detik di ulang 3-5X dengan istirahat aktif diantaranya. Istirahat aktif dimaksudkan sebagai automassage.

Kesalahan yang dapat membahayakan ialah bila kontraksi isometrik dilakukan sekaligus untuk seluruh tubuh sehingga terjadi semacam manouver Valsalva (=mengejan), yang akan meningkatkan tekanan darah sehingga dapat membahayakan bagi peserta olahraga kesehatan yang mempunyai tekanan darah tinggi atau mempunyai penyakit jantung.

Latihan olahraga kesehatan yang telah mencapai tahapan S2 ini akan dengan sendirinya meliputi tahapan S1, oleh karena untuk melatih kekuatan dan daya tahan otot selalu harus melalui terjadinya pergerakan-pergerakan persendian. Oleh karena itu cara dinamis

adalah cara yang paling fisiologis.

3. S3 – Sasaran 3 – Sasaran UTAMA :

Sasaran utama olahraga kesehatan ialah memelihara kemampuan aerobik yang telah memadai atau meningkatkan kapasitas aerobik untuk mencapai katagori minimal "sedang".

Mengapa kapasitas aerobik menjadi sasaran utama olahraga kesehatan ? Marilah kita lihat bagaimana duduk persoalannya !

Untuk mempertahankan hidupnya manusia memerlukan:

1. Sumber energi, vitamin dan mineral yang berasal dari makanan,
2. Air, yang terkandung dalam makanan dan yang berupa minuman,
3. Oksigen, yang terdapat di udara dan diperoleh melalui mekanisme pernafasan.

Urutan kegawatannya bila terjadi ketiadaan dari zat-zat tersebut di atas ialah sebagai berikut:

- Pada ketiadaan makanan orang masih dapat bertahan hidup untuk selama satu minggu atau lebih,
- Pada ketiadaan air, orang masih dapat bertahan hidup untuk beberapa hari,
- Pada ketiadaan O_2 (oksigen), orang hanya dapat bertahan hidup untuk beberapa menit saja ! Ketidadaan $O_2 > 5$ menit berakibat kerusakan pada sel-sel otak, ketidadaan $O_2 > 8$ menit berakibat kerusakan pada sel-sel otot jantung.

Demikianlah kegawatan ketidadaan O_2 , sehingga karena itulah maka sasaran utama olahraga kesehatan ialah membuat orang menjadi pintar mengambil O_2 yaitu dengan melakukan olahraga aerobik secara teratur.

Dalam hal pencegahan dan rehabilitasi penyakit jantung dan pembuluh darah maka olahraga kesehatan haruslah mencapai tahapan S3 yang harus dicapai secara bertahap. Semua penyakit jantung dan pembuluh darah kecuali yang bersifat kongenital dan/ atau infeksi, kejadiannya melalui proses yang panjang, yaitu oleh karena adanya hal-hal tersebut dibawah ini secara tersendiri maupun bersama-sama, yang merupakan faktor risiko/ predisposisi untuk kejadian penyakit jantung dan pembuluh darah. Hal-hal itu ialah:

- inaktivitas
- merokok
- hipertensi
- hyperlipidaemia
- diabetes mellitus
- obesitas

Olahraga, khususnya olahraga kesehatan akan menghambat atau bahkan menghentikan proses menuju ke penyakit jantung dan pembuluh darah itu selama orang masih aktif melakukannya. Bila orang itu menghentikan aktivitasnya maka proses itu akan berjalan lagi dengan irama/ kecepatan sebagaimana yang diwariskan kepadanya (pola yang bersifat keturunan). Artinya peranan olahraga kesehatan dalam mencegah kejadian dan/ atau mencegah terulangnya kejadian penyakit jantung dan pembuluh darah tidak dapat ditabung, jadi tidak ada jaminan bahwa orang yang dahulu aktif melakukan olahraga kesehatan tidak akan mendapatkan penyakit jantung dan pembuluh darah, apalagi bila faktor risiko itu masih selalu ada padanya.

Dengan memperhatikan tahapan-tahapan sasaran olahraga kesehatan tersebut di atas, maka olahraga macam apakah yang paling baik untuk dipergunakan sebagai olahraga kesehatan ? Jawabnya tentu saja ialah olahraga aerobik yang berbentuk SENAM (senam aerobiks), sebab :

1. Peningkatan dan pemeliharaan kapasitas aerobik merupakan sasaran utama olahraga kesehatan.
2. Pada senam gerakannya dapat dibuat:
 - menjangkau seluruh persendian dan otot,
 - dalam dosis-dosis mulai dari yang paling ringan, khusus untuk pelemasan dan perluasan pergerakan persendian (Sasaran 1) sampai pada bentuk-bentuk gerakan untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan otot (Sasaran 2).
 - menjadi senam aerobik dengan meramunya dari gerakan-gerakan yang ada sehingga memenuhi kriteria olahraga aerobik.

Olahraga kesehatan haruslah selalu diusahakan untuk sampai pada tingkat olahraga aerobik. Bila olahraga itu berbentuk senam maka harus dibuat menjadi SENAM AEROBIK, sebab bila orang sudah mampu melakukan olahraga aerobik/ senam aerobik berarti :

1. Kapasitas aerobik (S-3)
2. Kekuatan dan daya tahan otot (S-2)
3. Luas pergerakan persendian (S-1),

ketiga-tiganya dapat ditingkatkan secara bersamaan, tetapi tidak pada urutan sebaliknya. Artinya orang yang masih sangat lemah dan baru mampu mengikuti gerakan untuk melemaskan dan meluaskan pergerakan persendian tentu tidak dapat diikutkan untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan otot-ototnya, apalagi untuk meningkatkan kapasitas aerobiknya.

Berbicara tentang olahraga aerobik, maka ciri olahraga aerobik ialah olahraga yang mengaktifkan otot-otot :

- sekitar 40% atau lebih
- secara serentak/ simultan,
- dengan intensitas yang adekuat (cukup) dan sesuai umur (nadi mencapai apa yang disebut "daerah latihan"),
- secara kontinu, dengan waktu adekuat (minimal 10 menit atau lebih).

Olahraga yang memenuhi kriteria aerobik demikian dapat berbentuk lari/ jogging, lari di tempat, renang, atau senam yang diramu dari berbagai macam gerakan yang melibatkan sejumlah besar otot-otot sehingga pada setiap saat terjadi aktivitas otot-otot tubuh sebanyak sekitar 40% atau lebih. Hal tersebut dapat dipenuhi oleh berbagai bentuk olahraga tersebut di atas, oleh karena tungkai masing-masing mengandung seperenam jumlah seluruh otot tubuh, ditambah dengan kerja otot-otot togok untuk mempertahankan sikap, dan ayunan lengan untuk menjaga keseimbangan, keseluruhannya dapat mencapai jumlah sekitar 40% dari seluruh otot-otot tubuh atau lebih.

Olahraga aerobik harus dilakukan terus-menerus sehingga mencapai waktu 10 menit atau lebih. Contoh: Satu seri Senam Pagi Indonesia seri D memerlukan waktu $1\frac{3}{4}$ menit; dengan mengulang sebanyak 6 kali tanpa istirahat akan mencapai waktu $10\frac{1}{2}$ menit, sehingga memenuhi kriteria durasi (lama-waktu) olahraga aerobik.

DOSIS OLAHRAGA (KESEHATAN)

Dosis (volume) olahraga adalah sejumlah tertentu kegiatan raga yang harus dilakukan seseorang; jadi berarti juga sejumlah tertentu daya (energi) yang harus dihasilkan seseorang melalui proses olahdaya

(metabolisme) dalam tubuhnya. Sejumlah tertentu daya tersebut di atas dapat dipergunakan untuk mewujudkan bermacam-macam gerakan dengan intensitas dan dalam durasi (lama-waktu) yang berbeda-beda. Kalau sejumlah tertentu daya tadi dipergunakan untuk melakukan aktivitas raga dengan intensitas yang tinggi, maka durasi pelaksanaannya hanya akan singkat saja; sebaliknya bila intensitasnya rendah, maka sejumlah tertentu daya tadi dapat dipergunakan untuk melakukan aktivitas raga yang lebih lama. Jadi terdapat hubungan terbalik antara intensitas dengan durasi pelaksanaan olahraga, sehingga terdapat satu rumus yaitu:

$$E = I \times t$$

E = sejumlah tertentu daya (energi) yang dihasilkan melalui proses olahdaya dalam tubuh untuk melakukan satu satuan aktivitas.

t = durasi melakukan aktivitas fisik.

I = intensitas melakukan aktivitas fisik.

I = E/t. **Power** adalah Intensitas maximal yang diperoleh dengan menghasilkan E yang sebesar-besarnya dalam waktu t yang sesingkat-singkatnya

Dari uraian tersebut di atas maka terdapat 3 cara mengatur dosis olahraga yaitu :

1. Meningkatkan intensitas dengan durasi pelaksanaan yang tetap.
2. Meningkatkan durasi pelaksanaan dengan intensitas yang tetap.
3. Meningkatkan intensitas disertai juga dengan meningkatkan durasi pelaksanaannya.

Besar daya yang dihasilkan oleh proses olahdaya dalam tubuh berbanding lurus dengan :

1. Intensitas kerja/ olahraga, hal ini ditentukan lebih lanjut oleh:
 - a. Jumlah kumulatif kekuatan kontraksi otot-otot pada saat yang bersamaan (= besar olahdaya anaerobik = berat beban = B),
 Jumlah kumulatif kekuatan kontraksi otot-otot ditentukan oleh :
 - banyaknya otot yang berkontraksi pada saat yang bersamaan,
 - kekuatan kontraksi masing-masing otot pada saat itu.
 - b. Frekuensi kontraksi otot-otot tersebut di atas (repetisi = R).
2. Durasi, yaitu lama waktu berlangsungnya kerja/ olahraga termasuk pada 1.

Kedua hal tersebut di atas berkaitan dengan besar olahdaya anaerobik yang terjadi pada saat itu. Besar olahdaya anaerobik berarti berat olahraga atau intensitas olahraga yang dilakukan. Dengan demikian maka intensitas (I) ditentukan oleh dua hal yaitu:

- berat beban (B)
- kecepatan pengulangan (R)

sehingga rumus intensitas adalah:

$$I = B \times R$$

Dengan demikian rumus dosis berubah menjadi:

$$E = B \times R \times t$$

Rumus dosis tersebut di atas berlaku bagi olahraga kesehatan maupun bagi olahraga prestasi, karena pelatihan olahraga kesehatan maupun olahraga prestasipun harus diatur pembebanannya melalui dosis-dosis. Hal yang perlu dicermati adalah gerakan apa atau rangkaian mana yang akan dijadikan sebagai satuan dosis, artinya tidak mungkin kita mengatur berapa dosis latihan harus dilakukan sebelum kita

menentukan gerakan apa/ mana yang akan dipergunakan sebagai satuan dosis.

Perwujudan external dari dosis kerja/ olahraga tersebut di atas berhubungan dengan :

- berat beban (B):
 - berat beban dan/ atau macam alat yang dipergunakan,
 - kondisi medan/ lapangan yang ditempuh,
 - bentuk/ macam-ragam gerakan yang dilakukan.
- kecepatan pengulangan (frekuensi/ repetisi = R)
- durasi (t).

Frekuensi kontraksi otot adalah banyaknya pengulangan satuan gerakan dengan intensitas termaksud di atas per satuan waktu. Dalam istilah olahdaya berarti jumlah olahdaya anaerobik yang terjadi per satuan waktu.

Waktu menentukan besarnya jumlah olahdaya yang terjadi. Makin panjang waktu berlangsungnya kerja/ olahraga itu makin besar jumlah daya yang dibutuhkan.

Olahdaya anaerobik selalu diikuti dan selalu diusahakan diimbangi oleh olahdaya aerobik. Makin besar jumlah olahdaya anaerobik yang terjadi, makin besar pula olahdaya aerobik yang mengikutinya.

Dosis olahraga kesehatan haruslah disesuaikan dengan kondisi kesehatan dinamis masing-masing peserta, agar dapat dilaksanakan secara AMAN namun jelas dapat dirasakan MANFAATnya.

Agar supaya aman, maka frekuensi denyut nadinya tidak boleh mencapai maksimal. Untuk olahraga kesehatan Sasaran-1 dan Sasaran-2 tidak ditentukan batas minimal denyut nadi maupun lama waktu (durasi)

aktivitasnya karena sifat Or-Kes S-1 dan S-2 dapat dianggap sebagai "conditioning" (persiapan) menuju Or-Kes S-3. Akan tetapi untuk Or-Kes S-3 denyut nadi tidak boleh terlalu rendah, sebab bila denyut nadi terlalu rendah, manfaatnya bagi peningkatan kapasitas aerobiknya, tidak akan mencukupi. Batas bawah inilah yang disebut sebagai batas adekuat agar olahraga kesehatan bermanfaat. Oleh karena itu intensitas olahraganya harus diatur agar supaya denyut nadinya adalah submaximal tetapi berada dalam "daerah latihan" (training zone), agar dapat diperoleh apa yang disebut "pengaruh latihan" (training effect). Akan tetapi peningkatan kapasitas aerobik baru akan diperoleh bila lama waktu melakukan olahraga dengan intensitas tersebut di atas memenuhi kriteria olahraga aerobik yaitu 10 menit atau lebih. Oleh karena itu baik intensitas maupun waktunya harus diusahakan mencapai batas adekuat (mencukupi). Demikianlah maka olahraga kesehatan mempunyai rentangan yang cukup luas yaitu dari latihan-latihan ringan berupa peregangan dan pelemasan sampai kepada tingkat aerobik submaximal.

Dalam penerapannya dosis olahraga kesehatan haruslah memenuhi syarat:

- individual
- submaximal
- adekuat,

sesuai dengan umur dan derajat sehat dinamis masing-masing peserta pada saat itu. Akan tetapi sekali lagi perlu ditekankan disini bahwa peningkatan intensitas maupun lama waktu pelaksanaannya haruslah selalu secara bertahap. Makin tinggi usianya makin rendah intensitas dan durasi (lama-waktu) latihan awalnya dan makin lambat tahap-tahap

peningkatannya, apalagi bila juga disertai adanya penyakit-penyakit non-infeksi tertentu misalnya penyakit tekanan darah tinggi dan atau penyakit jantung iskemik.

Risiko yang paling serious dari olahraga kesehatan ialah kematian mendadak. Survey retrospektif 5 tahun pada 40 fasilitas olahraga yang dilakukan oleh Haskell (1985) menunjukkan kejadian kematian oleh serangan jantung mendadak kira-kira 1 untuk setiap 887.000 jam-orang (man-hours) yang melakukan olahraga. Risiko itu adalah sangat kecil bila dibandingkan dengan manfaatnya terhadap kesehatan dinamis, khususnya oleh karena hanya dengan berolahraga/ melakukan aktivitas fisik yang adekuat maka derajat sehat dinamis dapat ditingkatkan. Risiko ini memang akan lebih besar pada orang-orang yang memiliki penyakit jantung. Oleh karena itu dosis submaximal yang aman khususnya bagi penderita-penderita penyakit jantung koroner dalam rehabilitasi perlu difahami dan mendapat perhatian yang sungguh-sungguh yaitu dengan memperpanjang sasaran waktu pencapaian dan memperendah sasaran tingkat kebugaran jasmani yang akan dicapai.

Berbicara tentang sasaran kebugaran jasmani yang akan dicapai dapat dikemukakan disini bahwa sasaran itu ialah: minimal sedang – optimal baik menurut katagori tes aerobik Cooper. Tidak perlu sampai mencapai sangat baik (excellent) atau bahkan luar biasa, walaupun bukan berarti tidak boleh. Alasan sasaran sedang-baik ini ialah oleh karena tingkat kebugaran jasmani yang demikian telah menunjukkan derajat sehat dinamis yang dapat memenuhi tuntutan jasmani untuk kegiatan hidup dan kerja sehari-hari orang-orang awam/ sipil pada umumnya.

Upaya untuk meningkatkan derajat kebugaran jasmani s/d sangat baik pada peserta-peserta olahraga kesehatan akan lebih banyak berarti:

- membuang-waktu, tenaga dan biaya,

INDIKATOR UNTUK MENILAI INTENSITAS AKTIVITAS FISIK

Denyut nadi merupakan indikator untuk melihat intensitas olahraga/ kerja yang sedang dilakukan. Pada satu orang, terdapat hubungan yang linier antara intensitas aktivitas fisik dengan denyut nadi, artinya: peningkatan intensitas kerja/ olahraga akan diikuti dengan peningkatan denyut nadi yang sesuai. Sedang pada 2 orang yang berbeda, tinggi frekuensi denyut nadi yang dicapai untuk beban kerja yang sama ditentukan oleh tingkat kebugaran jasmaninya masing-masing. Artinya beban kerja objektif yang sama akan memberikan intensitas relatif yang berbeda, tergantung pada tingkat kebugaran jasmaninya dan karena itu memberikan frekuensi denyut nadi yang berbeda. Makin tinggi tingkat kebugaran jasmaninya, makin rendah denyut nadi kerjanya, oleh karena pada orang yang makin bugar beban kerja yang sama akan memberikan intensitas kerja yang relatif lebih rendah (ringan) dan karena itu peningkatan denyut nadinya juga lebih rendah. Demikianlah maka Or-Kes S-1 dan/ atau Or-Kes S-2 yang bagi peserta Or-Kes S-3 merupakan olahraga yang sangat ringan, akan dirasakan sebagai olahraga yang cukup berat bagi peserta yang bersangkutan, dan karena itu dapat memberikan denyut nadi yang sama tingginya dengan denyut nadi para peserta Or-Kes S-3.

Rentangan denyut nadi olahraga kesehatan ialah denyut nadi istirahat sampai $\pm 80\%$ denyut nadi maximal sesuai usia. Khusus untuk

Or-Kes S-3 ada batas minimal denyut nadi yaitu $\pm 65\%$ denyut nadi maksimal sesuai usia (Cooper, 1994) serta batas waktu minimal 10 menit.

Ber macam-macam cara dipergunakan orang untuk menentukan denyut nadi maksimal dan denyut nadi kerja/ olahraga. Denyut nadi maksimal (DNM) dalam naskah ini dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{DNM} = 220 - \text{umur}$$

Sedang denyut nadi submaksimal yang adekuat (DNSA) untuk Or-Kes S-3 dihitung berdasarkan rumus (Cooper 1994):

$$\text{DNSA} = 65 - 80\% (220 - \text{umur})$$

Pemantauan denyut nadi setiap kali dilakukan segera setelah selesai melakukan olahraga kesehatan - dalam batas waktu 10 detik - dan selalu harus dilakukan untuk mengetahui berapa nilai denyut nadi yang dicapainya, agar intensitas Or-Kes senantiasa dapat disesuaikan kembali. Menghitung denyut nadi latihan selama melakukan aktivitas olahraga sulit dilakukan, oleh karena itu denyut nadi latihan dihitung segera setelah orang berhenti/ menghentikan olahraganya. Namun waktu yang tersedia hanya 10 detik, lebih dari waktu itu nadi latihan sudah menurun, sehingga bila terlambat menghitung denyut nadi maka nadi yang diperoleh tidak mencerminkan nadi latihan yang sebenarnya, tetapi lebih rendah. Akibat hal itu maka penilaian terhadap intensitas olahraga kesehatan yang dilaksanakan menjadi keliru yaitu menjadi lebih rendah dari yang seharusnya, sehingga ia kemudian menaikkan intensitas olahraganya yang dapat menyebabkan intensitas itu menjadi terlalu

berat baginya.

Mengenai kriteria waktu bagi olahraga kesehatan khususnya Or-Kes S-3 dapat dikemukakan sebagai berikut:

Kegiatan olahraga kesehatan aerobik mengambil waktu minimal 10 menit yang disebut sebagai waktu minimal yang efektif (adekuat) untuk meningkatkan kapasitas aerobik seseorang, sedang waktu maksimalnya ialah 20 menit yang disebut sebagai waktu maksimal yang efisien. (Untuk olahraga prestasi diperlukan waktu yang lebih panjang). Dalam hal olahraga kesehatan juga ditujukan untuk menurunkan berat badan, maka durasi (lama-waktu) olahraga kesehatan harus $> 30'$. Hal ini disebabkan oleh karena bila durasinya $< 30'$ maka sumber energi utamanya masih berasal terutama dari karbohidrat. Bila durasi telah mencapai $> 30'$ maka sumber energi lemak memberi kontribusi yang lebih besar dari pada karbohidrat.

Olahraga kesehatan ditujukan bagi semua orang, khususnya bagi orang-orang yang sangat sibuk yang disertai stress yang tinggi dari pekerjaannya. Oleh karena itu penggunaan waktu yang terlalu banyak akan segera disebutnya sebagai "membuang-buang waktu" oleh orang-orang yang sangat sibuk itu, yang sesungguhnya justru merekalah yang sangat membutuhkan olahraga kesehatan ini. Akan tetapi justru mereka pula yang paling sering tidak menyadarinya. Oleh karena itu waktu minimal yang efektif dan maksimal yang efisien sangat penting difahami, agar tujuan tetap dapat dicapai tanpa "membuang-buang waktu" yang sangat berharga bagi orang-orang yang sangagt sibuk itu.

HASIL OLAHRAGA KESEHATAN-AEROBIK

Hasil olahraga kesehatan S-3 khususnya peningkatan kapasitas aerobik, bukanlah sesuatu yang dapat diperoleh dalam satu atau dua minggu. Manfaatnya sering baru dapat dirasakan setelah melakukan olahraga kesehatan secara teratur selama 2-3 bulan atau lebih. Oleh karena itu kehadiran yang teratur dan kontinu merupakan syarat yang sangat penting untuk keberhasilan pelaksanaan olahraga kesehatan.

Olahraga kesehatan akan menghasilkan perubahan-perubahan pada aspek jasmani, rokhani maupun sosial.

Perubahan pada aspek jasmani dari olahraga kesehatan akan menghasilkan perubahan-perubahan pada unsur pelaksana gerak (ES-I) dan unsur pendukung gerak (ES-II).

Unsur pelaksana gerak terdiri dari:

- kerangka beserta persendiannya
- otot-otot beserta tendonnya
- susunan syaraf.

Unsur pendukung gerak terdiri dari:

- darah beserta cairan tubuh
- pernafasan
- jantung dan peredaran darah.

Perubahan fisiologis pada kedua ergosistema tersebut di atas yang merupakan hasil latihan/ olahraga secara bersama-sama akan menyebabkan peningkatan kemampuan fungsional alat-alat tubuh (kemampuan gerak). Oleh karena gerak merupakan ciri kehidupan maka meningkatnya kemampuan gerak berarti meningkatnya kualitas hidup orang itu.

Perubahan-perubahan fisiologis itu ialah:

- **Persendian:**

Luas pergerakan persendian dapat dijaga/ dipelihara dan bahkan ditingkatkan sehingga mencegah kekakuan sendi-sendi dan bahkan meningkatkan kelentukan/ fleksibilitasnya yang berarti memperbesar kemungkinan gerakannya.

- **Otot-otot dan tendo:**

Kekuatan dan daya tahan otot dan urat akan meningkat. Bila olahraga kesehatan telah sampai pada tingkat aerobik (S-3) sesuai kebutuhan, maka peningkatan fungsi otot lebih lanjut akan terutama mengenai daya tahan ototnya (Dalam lingkup Olahraga Kesehatan).

- **Susunan saraf:**

Peningkatan fungsi saraf akan diwujudkan dalam bentuk waktu reaksi yang lebih cepat dan kemampuan mengkoordinasikan fungsi otot yang lebih baik. Hasilnya ialah gerakan yang lebih akurat (tepat) dan lebih cepat. Kemampuan koordinasi gerak yang lebih baik menyebabkan khususnya para lanjut usia menjadi tidak mudah jatuh. Jatuh adalah penyebab terpenting terjadinya patah tulang pada para lanjut usia yang umumnya telah mengidap osteoporosis. Pada anak-anak, penguasaan kemampuan koordinasi yang lebih beragam, berarti dimilikinya perbendaharaan gerak dasar yang lebih banyak, yang akan menjadi kemudahan bagi pembelajaran gerak ketrampilan

kecabangan olahraga prestasi.

- **Darah:**

Pada kehidupan dengan aktivitas yang selalu santai, maka peredaran darahnya juga selalu lambat. Benturan-benturan eritrosit dengan dinding pembuluh darah atau antar sesamanya dengan demikian juga hanya ringan-ringan saja. Hasilnya ialah bahwa eritrosit dapat mencapai umur yang lebih tua (120 hari). Karena eritrosit-eritrosit dapat mencapai umur yang lebih tua, maka siklus pergantiannya pun lambat. Jadi sumsum tulang merah sebagai pembuat eritrosit tidak perlu terlalu aktif. Sebagai donor darah, orang dengan pola kehidupan demikian kurang menguntungkan baik bagi dirinya maupun bagi penerima darahnya, karena:

- Sumsum tulang merah yang kurang aktif tidak memungkinkan penggantian darah dalam waktu yang cepat, sehingga rasa lelah setelah menyumbangkan darah menjadi lebih berkepanjangan.
- Darah yang disumbangkan mengandung banyak eritrosit-eritrosit tua, dengan sendirinya masa hidupnya atau masa kerjanya tinggal sebentar lagi sehingga kurang menguntungkan bagi si penerima darah.

Olahraga akan menyebabkan peredaran darah menjadi lebih cepat sehingga benturan antar eritrosit dan/ atau terhadap dinding pembuluh darah juga menjadi lebih keras. Eritrosit tua yang rapuh tidak dapat bertahan lebih lanjut. Dengan melakukan olahraga secara teratur dan berlanjut, maka

eritrosit-eritrosit menjadi kecil kemungkinannya untuk dapat mencapai usia tua (mencapai usia 120 hari). Keadaan ini menuntut sumsum tulang merah untuk selalu aktif membentuk eritrosit baru. Dengan demikian, kerugiannya sebagai donor baik bagi dirinya maupun bagi penerima darahnya, tidak akan terjadi lagi. Tingkat aktivitas sumsum tulang merah merupakan pula salah satu indikator derajat kebugaran jasmani seseorang.

- **Jantung:**

Serabut-serabut otot jantung menjadi lebih besar dan kuat, pembuluh-pembuluh darah arteriol dan kapiler di dalam otot jantung lebih banyak yang aktif. Dengan demikian penyediaan oksigen dan nutrisi serta pembuangan sampah-sampah metabolisme dari otot jantung menjadi lebih baik. Hasilnya ialah kemampuan jantung untuk memompakan darah jadi meningkat. Hasilnya lebih lanjut ialah : semua darah yang dipompakan oleh jantung kanan ke paru lalu ke jantung kiri dapat disalurkan dengan baik oleh jantung kiri ke peredaran darah sistemik, sehingga tidak terjadi retensi (timbunan) darah di paru. Hal inilah yang menyebabkan berkurangnya rasa sesak nafas sewaktu berolahraga pada orang-orang yang telah mendapatkan manfaat dari melakukan olahraga kesehatan secara teratur dan berlanjut. Frekuensi denyut jantung pada istirahat juga akan berkurang (terjadi bradikardia yang fisiologis), suatu pertanda efisiensi fungsi jantung yang lebih baik.

- **Pembuluh darah:**

Dinding pembuluh darah menjadi lebih kuat terhadap perubahan tekanan darah, dan kekenyalannya (elastisitasnya) dapat terpelihara, disertai dengan menjadi lebih longgarnya (vasodilatasi) bagian arteriol dari susunan pembuluh darah. Jumlah kapiler yang aktif dalam otot-otot yang dilatih adalah lebih banyak. Dengan demikian tekanan darah peserta-peserta olahraga kesehatan cenderung lebih normal, peredaran darah dan lalu lintas cairan menjadi lebih lancar.

- **Olahdaya (Metabolisme):**

Pada obesitas selain pengaturan diet, olahraga kesehatan sudah sejak lama direkomendasikan sebagai salah satu cara untuk menurunkan berat badan. Gabungan antara pengaturan diet dan olahraga akan menghasilkan penurunan berat badan yang disertai meningkatnya kebugaran jasmani. Tanpa olahraga hanya akan didapatkan penurunan berat badan saja yang mungkin bahkan disertai menurunnya kebugaran jasmani.

Perlu dikemukakan disini upaya penurunan berat badan dengan pengaturan diet saja hanya akan memberikan keberhasilan sebanyak 5% sampai paling banyak 20% saja dari seluruh kasus. Selain itu perlu pula dikemukakan bahwa olahraga tidak meningkatkan nafsu makan (Franklin & Rubenfire, 1980), oleh karena itu bila pada orang yang

melakukan olahraga kesehatan bahkan terjadi peningkatan berat-badan maka hal itu menunjukkan bahwa orang itu tidak dapat mengendalikan nafsu makannya.

Perlu pula diketahui bahwa peningkatan berat badan pada orang yang melakukan olahraga – apalagi bila tidak melakukan olahraga -akan diikuti oleh meningkatnya kadar kolesterol total dan kolesterol LDL, yang berarti meningkatkan faktor risiko untuk penyakit kardiovaskular.

Pada diabetes melitus olahraga kesehatan menyebabkan toleransi terhadap glukosa menjadi lebih baik. Hal ini disebabkan oleh karena olahraga menyebabkan:

- reseptor insulin pada sel menjadi lebih peka,
- berkurangnya kadar glikogen dalam sel otot dan hepar menyebabkan sel-sel itu lebih mampu mengambil lagi molekul-molekul glukosa dari cairan tubuh.

Pada hiperlipidaemia, olahraga meningkatkan kadar HDL-kolesterol yaitu kolesterol yang berperan mencegah terjadinya atherosclerosis dan mempercepat mobilisasi LDL-cholesterol dari jaringan. LDL-cholesterol cenderung menyebabkan terjadinya atherosclerosis.

Olahraga kesehatan dengan demikian dapat memperbaiki banyak faktor risiko untuk penyakit jantung dan pembuluh darah sehingga dapat mengurangi pemakaian obat-obatan dan merupakan satu-satunya cara yang sangat fisiologis untuk pencegahan dan perbaikan (rehabilitasi) penyakit-penyakit non-infeksi pada umumnya dan penyakit jantung-pembuluh darah pada khususnya.

Keseluruhan perubahan-perubahan fisiologis tersebut di atas akan menuju pada satu perubahan menyeluruh yaitu meningkatnya kemampuan fungsional individu yang terdiri dari :

- **Perubahan pada aspek jasmani:**

- lebih mampu dan lebih tahan bergerak/ bekerja
- tidak mudah lelah
- cepat pulih dari kelelahan
- Berkurangnya risiko untuk mendapatkan penyakit-penyakit non-infeksi khususnya penyakit jantung dan pembuluh darah. Hal itu semuanya sekali lagi mencerminkan kesehatan, kebugaran jasmani dan kualitas hidup yang lebih baik.

- **Perubahan pada aspek rokhani:**

Meningkatnya kemampuan fungsional jasmani membawa dampak yang sangat baik bagi aspek rokhani yaitu tumbuh dan meningkatnya percaya diri. Hal ini sangat penting terutama bagi bekas penderita serangan miokard infark serta penderita-penderita penyakit non-infeksi lainnya, karena banyak penyakit-penyakit non-infeksi seperti misalnya asma bronkial, gastritis (sakit maag) dan dermatitis (eksim) yang banyak mempunyai latar belakang aspek rokhani.

- **Perubahan pada aspek sosial:**

Olahraga kesehatan dengan pesertanya yang berjumlah massaal memungkinkan terjadinya hubungan sosial yang lebih baik bagi anggota-anggotanya. Orientasi diri yang lebih baik terhadap lingkungan sosialnya dapat membantu menciptakan stabilitas mental-emosional yang lebih baik.

Demikianlah maka olahraga kesehatan walaupun sasaran utamanya adalah aspek jasmani tetapi dapat pula menjangkau aspek rokhani dan aspek sosial untuk menghasilkan derajat sehat dinamis jasmani, rokhani dan sosial yang lebih baik bukan hanya bebas dari penyakit non-infeksi, cacat fungsi atau kelemahan.

Hubungan antara aktivitas fisik yang lebih banyak dengan rendahnya kejadian penyakit jantung koroner telah banyak dikemukakan oleh banyak peneliti (Oberman 1985) misalnya melalui survey ternyata ditemukan bahwa kejadian penyakit jantung koroner lebih rendah pada:

- kondektur-kondektur dibandingkan dengan sopir-sopir bus di London,
- anggota-anggota kibutz (pertanian) di Israel yang bekerja lebih aktif dibandingkan dengan yang kurang aktif,
- buruh-buruh di pelabuhan California yang lebih aktif dibandingkan dengan yang kurang aktif.

Pada pembicaraan terdahulu telah dikemukakan bahwa kemampuan melakukan kerja/ aktivitas fisik yang lebih berat menunjukkan derajat sehat dinamis/ kebugaran jasmani yang lebih baik. Dengan memperpanjang penalaran tersebut dapat dikatakan bahwa orang yang lebih bugar akan mempunyai kemungkinan lebih kecil untuk mendapat penyakit jantung koroner dan penyakit non-infeksi lain pada umumnya, yang berhubungan dengan inaktivitas. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh De Backer dkk, yang bahkan merekomendasikan olahraga yang teratur sebagai bagian dari program pencegahan penyakit

jantung koroner.

Haskell (1985) mengemukakan bahwa immobilisasi yang terlalu lama dapat berakibat gangguan kesehatan yang serious (deconditioning) misalnya:

- intoleransi orthostatik (tak tahan berdiri lama)
- balans nitrogen yang negatif (kerusakan jaringan)
- kenaikan ekskresi Ca (tulang mengering)
- perubahan olahdaya (metabolisme) lipoprotein (peningkatan kadar kolesterol)
- menurunnya toleransi terhadap glukosa (timbulnya penyakit diabetes)
- atrofi otot.

Keadaan di atas cepat pulih bila orang mulai bergerak/ berolahraga, suatu contoh lain betapa pentingnya peranan olahraga dalam memelihara kesehatan pada umumnya.

Memang benar bahwa inaktivitas bukan satu-satunya faktor risiko/ predisposisi bagi penyakit kardio-vaskular. Bahkan Kaplan (1982) menyebutkan inaktivitas termasuk dalam golongan faktor risiko minor. Kaplan membagi faktor risiko menjadi 2 bagian yaitu:

- faktor risiko major (utama) yang terdiri dari:
 - merokok
 - hypercholesterolaemia (kolesterol tinggi dalam darah)
 - hipertensi (tekanan darah tinggi)
- faktor risiko minor terdiri dari:
 - obesitas (kegemukan)
 - personal type (bentuk kepribadian)

- inaktivitas fisik
- estrogen intake (pemakaian tablet estrogen)
- diabetes
- kenaikan kadar asam urat
- kebanyakan minum alkohol.

Faktor risiko Kaplan dengan berbagai upaya masih dapat dicegah/dihindari. Ada 3 faktor risiko/ predisposisi lain yang tidak dapat dicegah/dihindari yaitu :

1. Keturunan : Bila dalam jalur keluarga ada yang menderita penyakit kardio-vaskular, maka sangat mungkin orang yang bersangkutan dapat terkena juga oleh penyakit kardio-vaskular.
2. Pertambahan usia : Semakin bertambah usia seseorang, semakin bertambah risiko untuk terjadinya penyakit kardio-vaskular.
3. Jenis kelamin : Pria khususnya pada usia mapan jabatan (\pm 40-55 th) mempunyai risiko yang lebih besar untuk terjadinya penyakit kardio-vaskular dari pada wanita.

Gambar skema perkembangan atherosclerosis dan kaitannya dengan gejala klinik. (Dikutip dari McGill, Jr., H.C. (1987): *The Cardiovascular pathology of smoking*. Supplement to American Heart Journal, The C.V. Mosby Co., St. Louis, MD 63146 USA).

Walaupun inaktivitas hanya merupakan faktor risiko minor terhadap penyakit jantung koroner tetapi program aktivitas fisik olahraga kesehatan (Or-Kes) menjanjikan harapan besar karena olahraga kesehatan:

- merupakan upaya pencegahan dan rehabilitasi yang sangat fisiologis, mudah, murah, meriah dan massal;
- dapat memperkecil pengaruh faktor-faktor risiko yang lain termasuk dua faktor risiko utamanya (kecuali merokok), dibandingkan dengan bila orang itu tidak melakukan Or-Kes,
- dapat menjangkau aspek rokhani dan bahkan aspek sosial untuk menuju derajat sehat yang lebih tinggi sesuai batasan sehat WHO.

Olahraga Kesehatan sebagai sarana pencegahan dan rehabilitasi perlu difahami secara mendalam oleh karena manfaat dan keamanannya berhubungan erat dengan intensitas pelaksanaannya.

Hasil survey pada buruh pelabuhan San Francisco 1951 – 1972 (Oberman 1985) menunjukkan bahwa pekerja-pekerja dengan intensitas kerja yang rendah (1.5-2.0 kcal/men) dan intensitas kerja yang sedang (2.4-5.0 kcal/men) mempunyai risiko 70-80% lebih besar terhadap

kejadian penyakit jantung koroner yang fatal dibandingkan dengan pekerja-pekerja dengan intensitas yang berat (5.2-7.5 kcal/men). Dapat dikemukakan disini bahwa 5 kcal/men adalah energi yang diperlukan untuk jalan dengan kecepatan 5 km/jam (untuk orang dengan berat badan kurang lebih 70 kg).

Selanjutnya hasil survey 10 tahun (1968-1978) pada pegawai-pegawai sipil di Inggris menunjukkan bahwa mereka yang melakukan olahraga berat (7.5 kcal/men = lari \pm 10 km/jam) secara teratur diluar jam kerja pada akhir minggu, ternyata setelah 8 tahun, risiko penyakit jantung koronernya menurun 50% - penurunan terjadi terutama pada usia yang lebih tua.

Dalam hubungan dengan ini perlu pula dikemukakan hasil penelitian Blair (1989, dikutip Cooper 1994). 13.400 pria dan wanita dimonitor kesehatannya selama empat tahun. Yang terbukti sehat, dites dengan treadmill sampai *exhausted*. Berdasarkan hasil tes tersebut dan penyesuaian terhadap umur dan jenis kelamin, mereka kemudian dibagi dalam lima kelompok masing-masing 20%, dari kelompok A dengan nilai hasil tes tertinggi sampai kelompok E dengan nilai terendah. Kelima kelompok itu kemudian dimonitor selama 8,2 tahun untuk dilihat jumlah kematian dalam tiap kelompok dan apa penyebabnya. Penyebab kematian ternyata terdiri dari penyakit jantung, keganasan (kanker), kencing manis (diabetes mellitus) dan stroke. Ternyata angka kematian pada kelompok pesantai (kelompok E) adalah yang tertinggi yaitu 65% di atas angka kematian pada kelompok A (kelompok yang paling aktif) dan 55% lebih tinggi dari pada kelompok D, kelompok dengan aktivitas fisik yang intensitasnya tepat di atas kelompok E. Jadi penurunan angka

kematian yang terbesar adalah antara kelompok E ke D, sedangkan penurunan angka kematian itu dari kelompok D ke C dan seterusnya ke A adalah kecil. Penelitian itu menunjukkan bahwa:

- olahraga dengan intensitas yang lebih tinggi memang meningkatkan derajat kesehatan yang lebih baik dari pada yang dengan intensitas yang lebih rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat-pendapat yang lebih terdahulu.
- manfaat olahraga dengan intensitas rendah bagi kesehatan tidak berbeda banyak dengan yang intensitasnya lebih tinggi.

Kesimpulannya ialah : olahraga kesehatan dengan intensitas yang lebih rendah yaitu yang setingkat di atas intensitas aktivitas fisik sehari-hari para pesantai, adalah lebih efisien bagi pemeliharaan dan peningkatan derajat kesehatan ! Efisiensi tersebut di atas meliputi: waktu, biaya dan tenaga pelaksanaannya !

Satu contoh olahraga kesehatan dengan intensitas rendah (Cooper 1994) adalah sebagai berikut:

Olahraga kontinu dan homogen (jalan, lari lambat, renang, bersepeda) selama 20-30 menit yang mencapai *target heart rate* yaitu: 65-80% (220 – umur dalam tahun) dan dilakukan dalam 3-5x dalam seminggu, misalnya jalan sejauh 2 mile (3.2 km) dalam waktu < 40 menit.

Demikianlah memang ada hubungan antara intensitas dengan manfaat olahraga kesehatan dalam menurunkan risiko terhadap penyakit jantung koroner pada khususnya dan penyakit non-infeksi pada umumnya. Akan tetapi disamping manfaat perlu pula dipikirkan keamanan dalam pelaksanaannya. Dalam hubungan dengan hal ini perlu

dikemukakan penelitian Gaesser dan Rich (dalam Haskell 1985) bahwa latihan/ olahraga dengan intensitas setinggi 80-85% VO₂ max lebih cepat (6 minggu) meningkatkan kapasitas aerobik dari pada bila latihan itu dengan intensitas yang lebih rendah yaitu 45% VO₂ max (10 minggu). Tetapi setelah 12-18 minggu, kapasitas aerobik kedua kelompok itu tidak ada perbedaan lagi.

Dengan demikian maka dosis-dosis awal yang lebih rendah serta jangka waktu pencapaian yang lebih panjang merupakan pilihan yang tepat untuk menangani peserta-peserta olahraga kesehatan dengan usia lanjut, khususnya yang mempunyai faktor risiko, atau bila Or-Kes ditujukan untuk tujuan rehabilitasi.

Olahraga memang dapat diibaratkan pedang bermata dua. Disatu pihak sangat bermanfaat untuk meningkatkan derajat kesehatan dinamis, khususnya dalam bentuk olahraga kesehatan dengan penata-laksanaan yang tepat; tetapi sebaliknya dapat pula mengundang bahaya bahkan kematian mendadak bila tidak tepat penata-laksanaannya.

Gambar. Pengaruh latihan dengan intensitas rendah (45% VO_2 max) versus intensitas tinggi (80 to 85% VO_2 max) terhadap perubahan prosentase VO_2 max. (Dikutip dari Haskell 1985).

Risiko terjadinya kecelakaan pada olahraga tergantung pada:

- macam olahraga
- intensitas
- lama-waktu (durasi)
- frekuensi.

Kebanyakan kejadian kecelakaan pada olahraga, khususnya olahraga kesehatan disebabkan oleh karena kelebihan dosis. Masalah dosis olahraga telah dibahas. Olahraga kesehatan sudah sangat memadai bila dilakukan 3x seminggu, berarti ada selang istirahat sehari.

Upaya untuk meningkatkan derajat kebugaran jasmani melebihi keperluan misalnya mencapai katagori sangat baik pada peserta-peserta olahraga kesehatan akan lebih banyak berarti:

- membuang-waktu, tenaga dan biaya,
- mengundang risiko kecelakaan/ kematian mendadak yang lebih besar, oleh karena untuk mencapai derajat kebugaran jasmani yang lebih tinggi diperlukan :
 - intensitas latihan yang lebih tinggi,
 - waktu latihan yang lebih panjang.

Dalam upaya memperkecil risiko terjadinya kecelakaan olahraga kesehatan ini (serangan jantung mendadak), Haskell (1985) bahkan menganjurkan untuk mempertimbangkan pemberian obat golongan beta blocker pada awal program latihan khususnya terhadap penderita-penderita yang mempunyai risiko tinggi terhadap *exercise-induced cardiac arrest* (henti jantung mendadak oleh karena melakukan latihan) yaitu orang-orang yang telah diketahui menyandang penyakit jantung koroner. Beta blocker akan mengurangi kerja miokardium dan mengurangi kemungkinan terjadinya arrhythmia selama melakukan olahraga.

Oleh karena beta blocker mengurangi kerja miokardium maka penderita-penderita hipertensi yang akan ikut serta dalam program Or-Kes sebaiknya tidak diberi terapi dengan beta blocker khususnya beta blocker yang sangat menghambat kerja jantung, kecuali bila memang diperlukan misalnya karena adanya penyakit jantung koroner dan atau adanya denyut nadi istirahat yang terlalu tinggi. Pengurangan kerja miokardium oleh pengaruh beta blocker akan menyebabkan menurunnya kapasitas kerja orang yang bersangkutan. Oleh karena itu dalam memberikan terapi pada penderita-penderita hipertensi, khususnya yang akan mengikuti program olahraga kesehatan perlu dipikirkan obat-obat

yang tidak mengurangi kapasitas kerja ini. Menurunnya kapasitas kerja – yang berarti orang menjadi lekas lelah – yang dirasakannya selama mengikuti program Or-Kes dapat menimbulkan frustrasi yang selanjutnya diikuti putusnya kemauan untuk mengikutinya lebih lanjut. Hal ini dapat membawa dampak buruk pada peranan Or-Kes dalam pencegahan dan rehabilitasi penyakit-penyakit jantung dan pembuluh darah serta penyakit-penyakit non-infeksi lain pada umumnya.

Kaplan (1982) mengemukakan bahwa uji klinik pada beberapa tahun terakhir ini menunjukkan bahwa beberapa obat anti hipertensi disamping menurunkan tekanan darah juga menaikkan kolesterol darah atau menurunkan HDL-kolesterolnya. Ini berarti risiko penyakit jantung koroner oleh hipertensi berhasil ditiadakan tetapi pada saat yang bersamaan menghadirkan faktor risiko baru atau memperberat faktor risiko yang sudah ada. Selanjutnya Kaplan juga menyebutkan bahwa alpha receptor blocker (prazosin) merupakan obat anti hipertensi yang tidak mempunyai pengaruh buruk terhadap kadar lemak darah, dan oleh karena bukan beta blocker maka ia juga tidak menurunkan kapasitas kerja orang itu.

Berbicara tentang rehabilitasi penderita-penderita miokard infark akut, maka Doba dan Hinohara (1983) membagi proses rehabilitasi ini dalam 3 fase:

1. Rehabilitasi di rumah sakit: terdiri dari 2 tahapan:

- dalam ruang perawatan intensif,
- dalam ruang perawatan biasa.

Tujuannya ialah mencegah deconditioning dan mempercepat keluar dari rumah sakit.

2. Rehabilitasi pada masa konvalesen (masa penyembuhan) setelah keluar dari rumah sakit: tujuannya ialah mempercepat kembalinya penderita ke pekerjaannya. Hal ini dilakukan di pusat-pusat rehabilitasi medis (didalam atau diluar rumah sakit).
3. Rehabilitasi setelah kembali bekerja: tujuannya ialah memelihara dan meningkatkan kebugaran jasmani menuju kehidupan seperti semula.

Porsi Or-Kes dapat dimulai pada rehabilitasi fase 2, tetapi terutama pada fase 3 dan untuk dapat memulainya perlu ada pedoman untuk dapat menentukan dosis awal yang hendaknya setepat mungkin. Untuk ini penderita-penderita yang akan dikeluarkan dari rumah sakit atau akan dilepas dari pusat rehabilitasi medis perlu menjalani uji latih beban jantung lebih dahulu agar dari hasil uji latih itu dapat diperoleh gambaran atau diketahui dosis/ intensitas maximal yang diizinkan bagi orang itu.

Doba dan Hinohara mengemukakan bahwa tingkat kebugaran jasmani (minimal) yang diperlukan untuk menjalani kehidupan sehari-hari tanpa kesulitan ialah kebugaran jasmani yang mencapai tingkat 3 Mets. Karena itu tingkat kebugaran jasmani yang setinggi ini perlu lebih dahulu dicapai sebelum orang itu dikeluarkan dari rumah sakit, yang dengan sendirinya harus melalui uji latih beban jantung beberapa saat sebelum keluar dari rumah sakit.

Mets ialah metabolic equivalents. Satu Met ialah olahdaya pada keadaan istirahat yang setara dengan pemakaian O_2 3,5 ml/kgBB/menit. 3 Mets ialah olahdaya yang sesuai dengan berjalan dengan kecepatan 2,7 km/jam (45 m/ menit) pada tanjakan/ inklinasi sebesar 6° selama 3 menit.

Sani (1988) mengemukakan bahwa program latihan rehabilitasi bagi penderita penyakit jantung koroner setelah keluar dari rumah sakit ialah:

- Intensitas mencapai 70-85% batas tertinggi denyut nadi yang dicapai pada uji latihan beban jantung yang telah dilakukannya.
- Waktu 30-45 menit terdiri dari latihan:
 - pemanasan 5-10 menit
 - inti 15-20 menit latihan ketahanan/aerobik
 - pendinginan 5-10 menit.
- Frekuensi latihan 3x seminggu.

Oleh karena itu sekali lagi perlu dikemukakan disini bahwa sebelum keluar dari rumah sakit penderita sebaiknya lebih dahulu menjalani uji latihan beban jantung agar dapat ditentukan besar denyut nadi 70-85% tersebut di atas, untuk pelaksanaan rehabilitasinya lebih lanjut pada tingkat lapangan melalui olahraga kesehatan pada klub-klub jantung sehat.

Pembicaraan selama ini lebih banyak diarahkan kepada masalah penyakit jantung koroner, karena inilah penyakit yang paling fatal diantara penyakit-penyakit non-infeksi pada umumnya.

LATIHAN

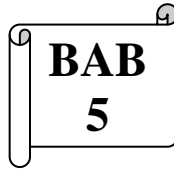
1. Tuliskan pembagian olahraga ditinjau dari:
 - a. tujuan,
 - b. jumlah peserta,
 - c. penggunaan energi (metabolisme).
2. Jelaskan ciri-ciri umum dan ciri-ciri khusus Or-Kes !
3. Tulis dan jelaskan tiga sasaran olahraga kesehatan !
4. Bagaimana menentukan intensitas latihan untuk Or-Kes ?

5. Or-Kes akan menghasilkan perubahan pada aspek jasmani, rokhani dan sosial. Jelaskan dan beri contoh unsur yang berubah dari masing-masing aspek !
6. Apa pendapat Kaplan tentang faktor risiko ?

Kepustakaan

McGill,Jr.,H.C.(1987): *The Cardiovascular pathology of smoking*. Supplement to American Heart Journal, The C.V.Mosby Co., St.Louis, MD 63146 USA).

Lihat daftar keputakan umum di bagian belakang.



BAB 5

KESEHATAN, PENDIDIKAN JASMANI dan (PEMBELAJARAN) OLAAHRAGA DI SEKOLAH

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo
Lilis Komariyah, Neng Tine Kartinah

**Meningkatkan kualitas hidup siswa masa kini, dan
mempersiapkan mutu sumber daya manusia, dan atlet elite
masa depan**

PENDAHULUAN

Anak (usia Sekolah Dasar) adalah **kenyataan masa kini** dan **harapan masa depan**, oleh karena itu **perlu dibina pertumbuhan dan perkembangannya**, karena anak adalah juga Sumber Daya Manusia dan Atlet elite untuk masa depan.

Pendidikan Jasmani dan Olahraga (Penjas-Or) merupakan bagian dari kurikulum standar bagi Lembaga Pendidikan Dasar dan Menengah. Dengan pengelolaan yang tepat, maka pengaruhnya bagi pertumbuhan dan perkembangan Jasmani, Rohani dan Sosial Peserta didik tidak pernah diragukan. Sayangnya Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Lembaga-lembaga Pendidikan ini belum dapat memposisikan dirinya pada tempat yang terhormat, bahkan masih sering dilecehkan; misalnya pada masa-masa menjelang ujian akhir sesuatu jenjang Pendidikan maka Pendidikan Jasmani dan Olahraga dihapuskan dengan alasan agar para

siswa dalam belajarnya untuk menghadapi ujian akhir “tidak terganggu”. Artinya mata pelajaran Penjas-Or di sekolah masih belum dipersepsi sebagai mata pelajaran yang sangat bermanfaat dan setara dengan mata pelajaran yang lain, tetapi bahkan masih dipersepsi sebagai mata pelajaran yang “mengganggu”.

Oleh karena itu Penjas-Or di Sekolah tidak saja memerlukan reposisi, tetapi juga perlu reorientasi, reaktualisasi dan revitalisasi dalam pemikiran dan pengelolaannya untuk mendapatkan tempatnya yang terhormat. Untuk memahami hal ini perlu lebih dahulu difahami apa yang menjadi dasar bagi perlunya diselenggarakan Penjas-Or di Sekolah.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 5 ini, mahasiswa/ pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Pembinaan mutu Sumber Daya Manusia seutuhnya
2. Makna dan misi Pendidikan Jasmani dan Olahraga di sekolah
3. Sasaran Pendidikan Jasmani dan Olahraga di sekolah
4. Wujud dan tata-cara pelaksanaan Pendidikan Jasmani dan Olahraga di sekolah

Sehat dan Kesehatan.

Sehat adalah : **kebutuhan dasar** bagi kehidupan, oleh karena itu harus dipelihara, bahkan ditingkatkan. Cara terpenting, termurah dan fisiologis untuk memelihara dan meningkatkan derajat kesehatan adalah dengan memberlakukan : **Olahraga**

(Kesehatan). Seluruh Siswa perlu Olahraga baik sebagai konsumsi yaitu mendapatkan manfaat langsung dari melakukan kegiatan Olahraga, maupun sebagai media bagi Pendidikan.

Konsep dasar Pembinaan Mutu Sumber Daya Manusia

Pembinaan mutu Sumber Daya Manusia dpt dilakukan melalui pendekatan utama kepada:

- aspek Jasmani, aspek rohani, maupun aspek sosial. Kesemuanya ditujukan untuk mencapai hasil akhir yang sama yaitu **Sejahtera Paripurna** yang berarti meningkatnya kemandirian dalam peri kehidupan **bio-psiko-sosiologis** yaitu meningkatnya kemandirian dalam peri kehidupan **jasmani-rohani-sosial** (kemampuan mandiri) yang berarti meningkatnya kualitas hidup.

Sejahtera Paripurna yang merupakan konsep Sehat Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), mengemukakan bahwa sehat adalah: Sejahtera Jasmani, Rohani dan Sosial, bukan hanya bebas dari Penyakit, Cacat ataupun Kelemahan. Oleh karena itu Sehat adalah: **modal dasar** bagi segala aktivitas kehidupan.

Makna dan Misi Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Lembaga Pendidikan.

Lembaga Pendidikan adalah Lembaga formal pembinaan mutu sumber daya manusia terpenting. Lembaga ini membina anak (siswa)

menjadi sumber daya manusia yang unggul dalam aspek jasmani, rohani dan sosial melalui berbagai bentuk media pendidikan dan keilmuan yang sesuai. Acuan tertinggi mutu SDM adalah rumusan SEHAT WHO yaitu SDM yang Sejahtera jasmani, rohani dan sosial, bukan hanya bebas dari penyakit, cacat ataupun kelemahan. Sehat WHO adalah konsep sehat sempurna yaitu sehat yang menjadi cita-cita, tujuan atau acuan pembinaan mutu SDM.

Pendidikan Jasmani adalah **kegiatan jasmani** yang disajikan sebagai bagian dari kegiatan kurikuler, yang dipergunakan sebagai media bagi proses **pendidikan**. Pendidikan adalah proses mengembangkan:

- Domain kognitif yaitu kemampuan penalaran, pengayaan Pengetahuan / keilmuan
- Domain afektif :
 - Sikap rohaniah meliputi: aspek mental, intelektual dan spiritual,
 - Sikap sosial yang sesuai dengan pengetahuan baru yang telah diperolehnya, yang sesuai dengan norma sosial kehidupan masyarakat, yang diperoleh melalui Pendidikan Jasmani. Pendidikan jasmani adalah **pendidikan** melalui pendekatan ke aspek sejahtera Jasmani, sejahtera Rohani dan sejahtera Sosial melalui kegiatan jasmani, untuk menghasilkan manusia-manusia yang **santun, bukan bobotoh (*supporters*) olahraga yang merusak.**

- Domain psikomotor = perilaku sehari-hari yang sesuai dengan pengetahuan baru dan pola sikap baru yang telah diperolehnya melalui pengalaman dan peran sertanya dalam proses Pendidikan Jasmani dan Olahraga.

Olahraga (Intra Kurikuler) adalah **kegiatan jasmani** untuk **Pembelajaran dan Pelatihan** jasmani yaitu kegiatan jasmani untuk **memperkaya dan meningkatkan kemampuan dan ketrampilan gerak dasar**. Merupakan pendekatan ke aspek sejahtera jasmani atau sehat jasmani (sehat dinamis) yaitu sehat dikala bergerak untuk dapat memenuhi segala tuntutan gerak kehidupan sehari-hari anak dalam tugasnya sebagai **siswa**; yaitu memiliki tingkat Kebugaran Jasmani yang adekuat (memadai) dan untuk **mempersiapkan** anak menjadi **Atlet** masa depan. Olahraga intra kurikuler adalah Olahraga massaal, **BUKAN olahraga kecabangan** .

Olahraga massaal: olahraga yang (dapat) dilakukan sejumlah besar orang secara bersamaan / beramai-ramai yaitu **olahraga yang dilakukan oleh masyarakat luas** secara beramai-ramai, baik secara spontan maupun secara terorganisasi; hakekatnya adalah **olahraga kesehatan:** karena tujuan utamanya yaitu memelihara dan/atau meningkatkan derajat sehat (dinamis), di samping dapat pula untuk tujuan rekreasi dan sosialisasi. **Olahraga masyarakat atau olahraga kesehatan dapat mewujudkan kebersamaan dan kesetaraan dalam berolahraga** oleh karena tidak ada tuntutan

kepercayaan kecabangan olahraga tertentu sehingga semua orang merasa bisa dan setara. Dengan demikian maka olahraga kesehatan (Or-Kes) atau olahraga masyarakat (Or-Masy) di damping merupakan bentuk pendekatan ke aspek sejahtera jasmani juga ke aspek sejahtera rohani dan terutama ke aspek sejahtera sosial (sehat sosial = kebugaran sosial).

Pendidikan Jasmani dan Olahraga intra Kurikuler:

- **Membina mutu sumber daya manusia (anak) seutuhnya** untuk masa kini maupun untuk masa depan, untuk mendapatkan manusia yang sehat / bugar seutuhnya atau sejahtera seutuhnya yaitu sejahtera jasmani, rohani dan sosial sesuai rumusan sehat WHO.
- **Anak yang berolahraga dan terus berolahraga dalam cabang Olahraga pilihannya (extra kurikuler), adalah atlet elite masa depan.** Oleh karena itu para Pembina Olahraga Anak dan khususnya para Guru Penjas-Or di Sekolah, **tidak boleh membuat anak menjadi frustrasi dalam berolahraga!**

Pendidikan rohani dan Sosial melalui **Olahraga**: berpedoman pada Falsafah dasar Negara Pancasila:

- Ketuhanan yang M.E.

- Kemanusiaan yg adil & beradab
- Persatuan Indonesia
- Kerakyatan – musyawarah
- Keadilan sosial.
 - meningkatkan volume dan kualitas kehidupan beragama
→ berdoa sebelum belajar/ berolahraga, tunjukkan betapa terbatasnya kemampuan manusia
 - Menghormati sesama manusia, lawan bermain = kawan bermain (*fair play*), percaya diri tetapi rendah hati
 - Tidak menimbulkan kerusakan di muka bumi / melestarikan lingkungan alam yang berarti menyamankan kehidupan.
 - Menyegarkan kehidupan, mencerdaskan kemampuan intelektual dan menghilangkan stress melalui Olahraga.
 - Olahraga (Kesehatan) → materi pokok olahraga intra kurikuler:
 - Kesejahteraan jasmaniah - derajat Kesehatan dinamis - mendukung setiap aktivitas (siswa) dalam peri kehidupannya sehari-hari
 - Olahraga bagi seluruh kelas → Rasa kebersamaan dan kesetaraan → Kesejahteraan Rohaniah dan Sosial
 - Anak yang berolahraga adalah Atlet elite bagi masa depan → tidak boleh ada kebencian anak terhadap Or. → tanggung-jawab Guru Penjas-Or.

Pendidikan Jasmani dan Olahraga (Penjas-Or) di sekolah:

Penjas-Or di sekolah adalah bagian dari kurikulum standar Lembaga Pendidikan Dasar dan Menengah. **Hanya Penjas-Or yang dapat menyentuh secara massif dan simultan ketiga aspek sehatnya WHO**, jadi betapa penting peran Penjas-Or dalam pembinaan anak.

Sayang Penjas-Or **masih sering dilecehkan**; misalnya menjelang ujian, Penjas-Or dihapus! Dengan **alasan**: agar para siswa “tidak terganggu” **dalam belajarnya(?!)**. Hal ini harus dipersepsi sebagai tantangan bagi Guru-guru **Penjas-Or. Benarkah penyajian Proses Belajar-Mengajar (PBM) Penjas-Or mengganggu PBM yang lain?** Bila benar demikian apa penyebabnya? Diagnosa dan terapi terhadap masalah ini perlu benar-benar dicermati untuk menjaga wibawa dan existensi Penjas-Or yang memang kita yakini sangat penting bagi pembinaan anak demi masa kini maupun masa depan bangsa.

SEKOLAH SEBAGAI LEMBAGA PENDIDIKAN

Masa pertumbuhan dan perkembangan anak:

- masa pembentukan Pengetahuan dan Kecerdasan (Domain Kognitif)
- masa internalisasi nilai-nilai moral, sosial dan kultural (Domain Afektif)

- masa pembelajaran gerak ketrampilan dasar (keolahragaaan) dan pembentukan pola perilaku (Domain Psikomotorik).

Lembaga Pendidikan adalah Lembaga formal untuk pembinaan mutu sumber daya manusia yang terpenting. Dalam Lembaga Pendidikan, siswa dibina untuk menjadi sumber daya manusia MASA DEPAN yang unggul dalam aspek jasmani, rohani dan sosial melalui berbagai bentuk media pendidikan dan keilmuan yang sesuai.

Acuan tertinggi pembinaan mutu sumber daya manusia adalah SEHAT seperti yang diungkapkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) yaitu sumber daya manusia yang Sejahtera jasmani, rohani dan sosial, bukan hanya bebas dari penyakit, cacat ataupun kelemahan. Sehat WHO adalah konsep sehat yang menjadi cita-cita, tujuan atau acuan pembinaan mutu sumber daya manusia yaitu sehat sempurna, sehat ideal atau sehat/ sejahtera paripurna, yang merupakan hal yang hampir mustahil untuk dapat dicapai. Posisi sehat WHO dengan demikian adalah sama jauhnya dengan cita-cita Sila kelima dari Pancasila yaitu: "Keadilan sosial bagi seluruh Rakyat Indonesia"

Pendidikan Jasmani adalah kegiatan jasmani yang diselenggarakan untuk menjadi media bagi kegiatan pendidikan. Sebagaimana halnya olahraga adalah kegiatan yang bertitik berat pada aspek jasmani atau olah jasmani, maka kegiatan pendidikan adalah kegiatan yang bertitik berat pada aspek rohani atau olah rohani yang meliputi olah intelektual, olah moral dan olah spiritual. Sebagai bagian dari kegiatan pendidikan, maka **pendidikan jasmani** merupakan bentuk pendekatan ke aspek

sejahtera Rohani, yang dalam lingkup sehat WHO berarti sehat rohani.

Olahraga dalam pengertian luas adalah kegiatan jasmani sebagai alat **pelatihan jasmani**, yaitu kegiatan jasmani untuk memberi pengalaman, memperkaya dan meningkatkan kemampuan dan ketrampilan gerak dasar. Kegiatan itu dengan demikian merupakan bentuk pendekatan ke aspek sejahtera jasmani atau sehat jasmani yang berarti juga **sehat dinamis** yaitu sehat yang disertai kemampuan gerak yang dapat memenuhi segala tuntutan gerak bagi keperluan hidup sehari-hari, artinya olahraga adalah alat untuk mencapai tingkat kebugaran jasmani yang memadai.

Olahraga massaal adalah bentuk kegiatan olahraga yang dapat dilakukan oleh sejumlah besar orang secara bersamaan atau yang biasa disebut sebagai olahraga masyarakat yang hakekatnya adalah **olahraga kesehatan**, sebab dalam melakukan kegiatan olahraga tersebut hanya satu tujuannya yaitu memelihara atau meningkatkan derajat sehat (dinamis)nya. Olahraga masyarakat atau olahraga kesehatan dengan demikian merupakan bentuk olahraga yang dapat mewujudkan **kebersamaan dan kesetaraan** dalam berolahraga, oleh karena pada olahraga itu tidak ada tuntutan sesuatu ketrampilan olahraga tertentu. Dengan demikian maka olahraga kesehatan (Or-Kes) atau olahraga masyarakat (Or-Masy) juga merupakan bentuk olahraga untuk pendekatan ke aspek sejahtera sosial (sehat sosial = kebugaran sosial).

Demikianlah maka Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Lembaga Pendidikan mempunyai tujuan membina mutu sumber daya manusia seutuhnya untuk masa depan yaitu manusia yang sehat/ bugar seutuhnya atau sejahtera seutuhnya yaitu sejahtera jasmani, sejahtera

rohani dan sejahtera sosial.

Dalam lingkup **penerapan dan penataan Olahraga** maka **Lembaga Pendidikan** adalah Lembaga formal pembinaan anak masa kini dan masa depan, untuk menghasilkan:

- Siswa sehat dan unggul masa kini
- Sumber Daya Manusia (SDM) bermutu masa depan
- Atlet elite masa depan. Diperlukan waktu 8-12 tahun untuk dapat menjadi Atlet elite bagi anak yang terus dan terus berolahraga dengan tekun.

Pendidikan Jasmani dan Olahraga intra Kurikuler:

- **Membina mutu sumber daya manusia (anak) seutuhnya** untuk masa kini maupun untuk masa depan, untuk mendapatkan manusia yang sehat / bugar seutuhnya atau sejahtera seutuhnya yaitu sejahtera jasmani, rohani dan sosial sesuai rumusan sehat WHO.
- **Anak yang berolahraga dan terus berolahraga dalam cabang Olahraga pilihannya** (extra kurikuler), adalah **atlet elite masa depan**. Oleh karena itu para Pembina Olahraga Anak dan khususnya para Guru Penjas-Or di Sekolah, **tidak boleh membuat anak menjadi frustrasi dalam berolahraga!**

Pendidikan rohani dan **Sosial** melalui **Olahraga**: berpedoman pada Falsafah dasar Negara Pancasila:

- Ketuhanan yang M.E.
 - Kemanusiaan yg adil & beradab
 - Persatuan Indonesia
 - Kerakyatan – musyawarah
 - Keadilan sosial.
-
- meningkatkan volume dan kualitas kehidupan beragama
→ berdoa sebelum belajar/ berolahraga, tunjukkan betapa terbatasnya kemampuan manusia
 - Menghormati sesama manusia, lawan bermain = kawan bermain (*fair play*), percaya diri tetapi rendah hati
 - Tidak menimbulkan kerusakan di muka bumi / melestarikan lingkungan alam yang berarti menyamankan kehidupan.
 - Menyegarkan kehidupan, mencerdaskan kemampuan intelektual dan menghilangkan stress melalui Olahraga.
 - Olahraga (Kesehatan) → materi pokok olahraga intra kurikuler:
 - Kesejahteraan jasmaniah - derajat Kesehatan dinamis - mendukung setiap aktivitas (siswa) dalam peri kehidupannya sehari-hari
 - Olahraga bagi seluruh kelas → Rasa kebersamaan dan kesetaraan → Kesejahteraan Rohaniah dan Sosial

- Anak yang berolahraga adalah Atlet elite bagi masa depan → tidak boleh ada kebencian anak terhadap Or. → tanggung-jawab Guru Penjas-Or.

Konsep Dasar Olahraga (Kesehatan) intra kurikuler di SD:

- **Padat gerak, menekankan kepada pengembangan dan kemampuan menguasai koordinasi gerak**
- **Menggembirakan (bebas stress),**
- **Singkat dan adekuat (durasi 10-30 menit tanpa henti, intensitas 65-80% DNM),**
- **Massaal, mudah, murah, meriah, manfaat dan aman !**
- Semua siswa hrs berpartisipasi aktif, tidak ada siswa yang hanya menjadi penonton
- **Menyehatkan masa kini dan mempersiapkan SDM bermutu bagi masa depan**
- **Membekali kemampuan koordinasi gerak utk menjadi Atlet elite masa depan**
- **Untuk usia SD** tidak perlu ada pemisahan jenis kelamin (Watson,1992),
- Olahraga Kesehatan: intensitas (takaran) sedang, bukan olahraga berat !

Bagan konsep Pembelajaran Olahraga pada anak usia Sekolah (Dasar):



Kemamp.koordinasi: → **Or** ← **Kemamp. dasar:**
 → **Pembelajaran:** → **Pelatihan:**

*** KETRAMPILAN GERAK :**

- Akurasi gerak/keindahan gerak:

- berirama: Tari, Senam aerobik, dsb
- kompleks: Senam irama, p.silat, karate, dsb
- Pembekalan mjd Atl elit masa depan.
(Pengayaan kemampuan koordinasi gerak)
- Intensitas disesuaikan utk tujuan Or-Kes →

*** KESEHATAN :**

- Anaerobik & aerobik:

- Sehat dinamis
- Kebugaran Jasmani



Kesehatan.

Dari bagan konsep Pembelajaran Olahraga tersebut di atas, terlihat bahwa Olahraga terdiri dari dua Kutub Kemampuan yaitu **Kemampuan Koordinasi** (yang dalam Ilmu Kepelatihan sering disebut dengan istilah Kemampuan Teknik) dan **Kemampuan Dasar** (yang dalam Ilmu Kepelatihan sering disebut dengan istilah Kemampuan Fisik). Pembelajaran **Olahraga** berkaitan dengan masalah kemampuan koordinasi yang melibatkan kotak memori secara fungsional, artinya setiap melakukan gerak yang merupakan bagian dari gerak ketrampilan kecabangan Olahraga selalu melibatkan kotak memori. Hal inilah yang menyebabkan penguasaan gerak ketrampilan kecabangan bersifat

persisten. Contoh: Anak yang pada usia 6 tahun telah dapat berenang dan bersepeda, ketika usianya mencapai 60 tahun ia masih dapat berenang dan bersepeda.

Pembelajaran Olahraga: Pokok permasalahan dalam **PEMBELAJARAN** Olahraga khususnya pada anak adalah pengayaan perbendaharaan ketrampilan gerak dasar (kemampuan koordinasi) yang akan tersimpan dalam kotak memori, oleh karena itu pembelajaran ketrampilan gerak dasar harus bersifat pengalaman dan pengayaan, karena akan tersimpan menjadi kekayaan gerak (dalam kotak memori) untuk keperluan pembelajaran ketrampilan gerak cabang olahraga di masa depan, atau untuk dipergunakan lagi dimasa dekat yang akan datang. Dalam lingkup pembelajaran ini, seluruh siswa harus ikut aktif mencoba melakukan gerak tersebut, tidak boleh ada siswa yang hanya menjadi Penonton, karena hanya dengan melakukan gerak itu ia akan mendapatkan pengalaman gerak secara langsung, yang akan masuk ke kotak memori. Pembelajaran dalam rangka meningkatkan perbendaharaan kemampuan koordinasi gerak dalam kotak memori ini sama sekali tidak ada kaitannya dengan masalah kemampuan fisik (Kebugaran Jasmani), artinya asal anak bisa dan telah melakukan gerak itu maka ia telah mendapatkan pengalaman melakukan gerak itu dan hal itu terekam dalam kotak memorinya. **Pembelajaran olahraga** dalam sajian intra kurikuler hendaknya dilakukan dengan intensitas yang adekuat (denyut nadi mencapai 60-85% DNM), sehingga sekaligus menjadi **Pelatihan** untuk memelihara / meningkatkan derajat **sehat dinamis/ kebugaran jasmani**.

Pelatihan Olahraga berkaitan dengan masalah peningkatan dan pemeliharaan kemampuan (fungsional) Dasar, dan sama sekali tidak melibatkan masalah memori. **Kemampuan dasar** dalam tata istilah Ilmu Kepeleatihan sering disebut sebagai kemampuan fisik, yang terdiri dari kemampuan anaerobik dan kemampuan aerobik. Peningkatan kedua macam kemampuan fungsional dasar ini tidak dapat disimpan dalam kotak memori, karena **pelatihan** memang **bukan pembelajaran**. Oleh karena itu kemampuan fungsional dasar yang telah diperoleh (contoh: kemampuan anaerobik misalnya kekuatan otot dan kemampuan aerobik misalnya mampu bekerja lama dan tidak mudah menjadi lelah) harus selalu dipelihara dengan melakukan latihan rutine, tanpa pemeliharaan rutine itu maka peningkatan kemampuan fungsional dasar yang telah diperoleh akan dengan cepat hilang dan kita akan dengan cepat kembali menjadi orang yang tidak terlatih! **Pelatihan** kemampuan dasar tidak masuk ke kotak memori, artinya tidak dapat disimpan dan harus senantiasa dipelihara agar senantiasa sesuai dengan kebutuhan masa kini. Artinya sehat dinamis / kebugaran jasmani harus senantiasa dipelihara agar sesuai dengan kebutuhan masa kini. Sehat Dinamis hanya dapat diperoleh bila ada kemauan mendinamiskan diri sendiri. Hukumnya = makan : Siapa yang makan, dia yang kenyang ! Siapa yang mengolah-raganya, dia yang sehat ! Tidak diolah berarti siap dibungkus ! Klub Olahraga Kesehatan (Or-Kes) = Lembaga Pelayanan Kesehatan (Dinamis) di lapangan.

Lembaga Pendidikan Umum Dasar harus berfungsi sbg Lembaga Pelayanan Kesehatan lapangan, dalam rangka program pokok yaitu

Meningkatkan kualitas hidup anak (siswa) masa kini, maupun mutu sumber daya manusia masa depan dan atlet elite masa depan.

Takaran Or-Kes ibarat makan:

- berhenti makan menjelang kenyang
- tidak makan dapat menjadi sakit
- kelebihan makan mengundang penyakit.

Jadi berolahragalah secukupnya (adekuat), jangan tidak berolahraga karena kalau tidak berolahraga mudah menjadi sakit, sebaliknya kalau berolahraga berlebihan dapat menyebabkan sakit !

SASARAN PENDIDIKAN JASMANI DAN OLAHRAGA DI SEKOLAH

Kontribusi Olahraga terhadap kesehatan tidak dapat digantikan oleh tata-cara pemeliharaan kesehatan yang manapun. Oleh karena itu, dalam hubungan dengan penting dan nikmatnya sehat (baca Bab 2) maka jelas bahwa seluruh Siswa/Peserta didik memerlukan Olahraga baik sebagai konsumsi yaitu mendapatkan manfaatnya langsung dari melakukan kegiatan Olahraga, maupun kegiatan Olahraga sebagai media bagi Pendidikannya.

Pembinaan mutu sumber daya manusia selalu harus mengacu kepada konsep Sejahtera Paripurna yaitu konsep Sehat Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) yang mengemukakan bahwa Sehat adalah : Sejahtera Jasmani, Rohani dan Sosial, bukan hanya bebas dari Penyakit, Cacat ataupun Kelemahan. Dalam kaitan dengan hal ini maka Pendidikan Jasmani dan Olahraga khususnya di lingkungan Lembaga Pendidikan, harus diselaraskan untuk mencapai tujuan sehat termaksud di atas, yang

merupakan sehat seutuhnya yaitu Sejahtera Paripurna ! Pendidikan Jasmani dan Olahraga membina mutu sumber daya manusia melalui pendekatan pada aspek Jasmani. Namun demikian Olahraga mempunyai potensi besar untuk juga mengembangkan aspek rohani dan aspek sosial. Hal demikian akan terungkap jelas pada pembahasan lebih lanjut dalam naskah ini.

Mengacu kepada Sejahtera Paripurna sebagai tujuan pembinaan mutu sumber daya manusia, maka secara umum tujuan pembinaan-pemeliharaan Kesehatan adalah memelihara dan/atau meningkatkan kemandirian dalam peri kehidupan bio-psiko-sosiologisnya, yaitu secara biologis menjadi (lebih) mampu menjalani kehidupannya secara mandiri, tidak tergantung pada bantuan orang lain; secara psikologis menjadi (lebih) mampu memposisikan diri dalam hubungannya dengan Al Khalik beserta seluruh ciptaanya berupa alam semesta beserta seluruh isinya; dan secara sosiologis menjadi (lebih) mampu bersosialisasi dengan masyarakat lingkungannya sehingga senantiasa secara timbal balik dapat menyumbangkan dan memperoleh manfaat dari pengetahuan dan kegiatan hidupnya, khususnya dalam posisinya sebagai Peserta didik di Lembaga-lembaga Pendidikan Umum maupun di Pondok-pondok Pesantren. Meningkatnya kemampuan mandiri dalam peri kehidupan bio-psiko-sosiologis ini berarti meningkatnya kemampuan hidup dan kualitas hidup yang berarti juga meningkatnya kesejahteraan hidup, yang senantiasa harus diusahakan untuk mencapai ketiga aspek Sehatnya WHO yaitu sejahtera Jasmani, sejahtera Rohani dan sejahtera Sosial, yang berarti Sejahtera Paripurna ! Perlu diingat kembali bahwa masa pertumbuhan dan perkembangan anak adalah masa pembentukan pola

perilaku dan masa terjadinya internalisasi nilai-nilai sosial dan kultural. Oleh karena itu wujud kegiatan Pembinaan-pemeliharaan Kesehatan bagi Peserta Didik harus ditujukan untuk mendapatkan ketiga aspek Sehatnya WHO tersebut di atas.

Kegiatan untuk meningkatkan kesejahteraan rohaniyah dilakukan dengan upaya menunjukkan dan menyadarkan posisi dirinya dalam hubungannya dengan Al Khalik beserta seluruh ciptaanNya di alam semesta ini, sehingga karenanya mempunyai rasa tanggung-jawab yang tinggi untuk melestarikan lingkungan sebaik-baiknya disertai percaya diri yang tinggi namun rendah hati. Perlu juga ditanamkan kesadaran untuk mau melakukan upaya-upaya untuk menyegarkan suasana kehidupan, mencerdaskan kemampuan intelektual dan menghilangkan sebanyak mungkin stress, serta dengan meningkatkan volume dan kualitas pemahaman dalam peri kehidupan beragama beserta peningkatan kualitas pelaksanaan ibadahnya. Olahraga baik sebagai kegiatan maupun sebagai media Pendidikan mempunyai potensi yang besar untuk menyumbangkan kontribusinya dalam masalah ini. Melalui Olahraga dapat dengan mudah ditunjukkan betapa terbatasnya kemampuan manusia, betapa perlu kita memelihara lingkungan hidup kita, betapa banyak hal yang di luar kemampuan akal manusia dan betapa perlu kita mencegah kerusakan dan perbuatan-perbuatan yang dapat menimbulkan kerusakan di muka bumi karunia Allah ini.

Kegiatan untuk meningkatkan kesejahteraan jasmaniah dilakukan dengan upaya untuk meningkatkan derajat Sehat Dinamis melalui berbagai bentuk Olahraga, khususnya Olahraga Kesehatan. Olahraga Kesehatan adalah Olahraga untuk memelihara dan/atau untuk

meningkatkan derajat Kesehatan dinamis, sehingga orang bukan saja sehat dikala diam (Sehat statis) tetapi juga sehat serta mempunyai kemampuan gerak yang dapat mendukung setiap aktivitas dalam peri kehidupannya (Sehat dinamis). Olahraga Kesehatan memang dapat dilakukan sendiri-sendiri, akan tetapi akan lebih menarik, semarak serta menggembirakan (aspek Rohaniah) apabila dilakukan secara berkelompok, seperti yang terjadi pada pelaksanaan Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Lembaga-lembaga Kependidikan. Berkelompok merupakan rangsangan dan sarana untuk meningkatkan kesejahteraan Sosial, oleh karena masing-masing individu akan bertemu dengan sesamanya, sedangkan suasana lapangan pada Olahraga (Kesehatan) akan sangat mencairkan kekakuan yang disebabkan oleh adanya perbedaan status intelektual dan sosial-ekonomi para Pelakunya. **Oleh karena itu Olahraga, khususnya Olahraga Kesehatan hendaknya dijadikan materi pokok dalam Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Sekolah maupun Pesantren.** Dampak psikologis yang sangat positif dengan diterapkannya Olahraga Kesehatan sebagai materi pokok Penjas-Or di Sekolah adalah **rasa kesetaraan** di antara sesama siswa oleh karena mereka semua merasa mampu melakukan Olahraga Kesehatan dengan baik. Sebaliknya, bila Olahraga kecabangan yang diterapkan di Sekolah yang sering menjadi sesat arah ke Olahraga Prestasi, hal demikian dapat menyebabkan sebagian siswa merasa terpinggirkan dari kegiatan olahraga karena merasa tidak mampu untuk berprestasi.

Perlu diketahui bahwa pada kelompok anak dengan usia kronologik yang sama terdapat perbedaan yang cukup luas dalam tingkat

kematangan psikologiknya, demikian pula terdapat perbedaan yang cukup luas pada umur biologiknya (Watson,1992). Umur kronologik adalah bilangan yang menunjukkan berapa kali seorang anak telah berulang-tahun, sedangkan umur biologik adalah tingkat kemampuan biologik (jasmaniah) anak yang sesuai dengan kemampuan yang ditunjukkan oleh sesuatu tingkat umur kronologik pada umumnya. Pada anak-anak, rentangan kemampuan biologik mereka berkisar sekitar 6 (enam) tahun. Misalnya, anak umur 10 tahun, kemampuan biologiknya berkisar antara kemampuan biologik anak umur 7 (tujuh) tahun sampai dengan kemampuan biologik anak umur 13 tahun (Watson 1992).

Dampak lebih lanjut dari rasa terpinggirkan ialah timbulnya kebencian sebagian siswa terhadap olahraga ! Kondisi demikian merupakan kondisi psikologis yang sangat tidak menguntungkan bagi perkembangan dan penyebar-luasan olahraga di masyarakat ! Dengan pengelolaan yang baik maka suasana lapangan dikala melakukan olahraga kesehatan, akan sangat meningkatkan gairah dan semangat hidup para Pelakunya ! Demikianlah maka potensi Pendidikan Jasmani dan Olahraga (Kesehatan) sangat perlu difahami oleh semua pihak yang berkepentingan dalam pembinaan Peserta didik. Oleh karena itu pula maka tanpa Pendidikan Jasmani dan Olahraga, maka sesungguhnya memang benar bahwa Pendidikan menjadi tidak lengkap!

Olahraga kesehatan yang disajikan haruslah yang bersifat massaal dan memenuhi ciri olahraga kesehatan misalnya : jalan cepat atau lari lambat (jogging), senam aerobik, pencak-silat, karate dan sejenisnya. Tiga yang terakhir lebih baik dari pada yang pertama oleh karena dapat menjangkau semua sendi dan otot serta dapat merangsang proses

berpikir Pelakunya. Kalaupun olahraga yang akan disajikan adalah bentuk permainan, maka permainan itu harus dapat melibatkan seluruh siswa. **Tidak boleh ada seorangpun siswa yang hanya menjadi penonton, kecuali yang sakit.**

Mengapa perlu Olahraga.

Gerak adalah ciri kehidupan. Tiada hidup tanpa gerak. Apa guna hidup bila tak mampu bergerak. **Olahraga** adalah serangkaian **gerak raga yang teratur dan terencana** untuk keperluan berbagai tujuan (pendidikan, kesehatan, rekreasi, prestasi). Memelihara gerak adalah mempertahankan hidup, meningkatkan kemampuan gerak adalah meningkatkan kualitas hidup. Olahraga menyehatkan dan mencegah penyakit non-infeksi. Oleh karena itu : **Bergeraklah untuk lebih hidup dan lebih sehat, jangan hanya bergerak karena masih hidup.**

Seperti halnya makan, Olahraga merupakan kebutuhan hidup yang sifatnya periodik; artinya Olahraga sebagai alat untuk memelihara dan membina kesehatan, tidak dapat ditinggalkan, artinya harus selalu diulang dan diulang. Olahraga merupakan alat untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan jasmani, rohani dan sosial. Struktur anatomis-anthropometris dan fungsi fisiologisnya, stabilitas emosional dan kecerdasan intelektualnya maupun kemampuannya bersosialisasi dengan lingkungannya nyata lebih unggul pada siswa-siswa yang aktif mengikuti kegiatan Penjas-Or dari pada siswa-siswa yang tidak aktif mengikuti Penjas-Or (Renstrom & Roux 1988, dalam A.S.Watson : Children in Sport dalam Bloomfield,J, Fricker P.A. and Fitch,K.D., 1992).

Olahraga Kesehatan meningkatkan derajat Sehat Dinamis (Sehat dalam gerak), pasti juga Sehat Statis (Sehat dikala diam), tetapi tidak pasti sebaliknya. Gemar berolahraga : mencegah penyakit, hidup sehat dan nikmat ! Malas berolahraga : mengundang penyakit. **Tidak berolahraga : menelantarkan diri !**

Kesibukan dalam kehidupan "Duniawi" sering menyebabkan orang menjadi kurang gerak, disertai stress yang dapat mengundang berbagai penyakit non-infeksi, di antaranya yang terpenting adalah penyakit kardio-vaskular (penyakit jantung, tekanan darah tinggi dan stroke). Hal ini banyak dijumpai pada kelompok usia pertengahan, tua dan lanjut, khususnya yang tidak melakukan Olahraga. Olahraga (Kesehatan): Banyak gerak dan bebas stress, mencegah penyakit dan menyehatkan ! Olahraga adalah kebutuhan hidup bagi orang yang mau berpikir. Bukan Allah menganiaya manusia, tetapi manusia menganiaya dirinya sendiri ! Pemahaman dan perilaku ini sudah harus ditanamkan sejak usia dini, yaitu semenjak mereka masih di tingkat Pendidikan Dasar, baik di Sekolah Umum maupun di Pondok Pesantren! Cara penyajian Penjas-Or di Sekolah maupun di Pondok Pesantren harus dapat menjadikan siswa/ santri menjadi merasa butuh akan Penjas-Or khususnya demi kesehatannya serta dukungan bagi kemampuan belajarnya, sehingga siswa/ santri akan selalu menyambut gembira setiap datang mata pelajaran Penjas-Or. Bila sudah dirasakan sebagai kebutuhan, maka mereka akan merasa dirugikan manakala mata pelajaran Penjas-Or ditiadakan seperti yang terjadi selama ini bila mereka akan menghadapi ujian akhir. Untuk ini diperlukan guru-guru Penjas-Or yang faham benar akan makna Penjas-Or di Sekolah maupun di Pondok Pesantren.

Konsep Olahraga Kesehatan adalah: **Padat gerak, bebas stress, singkat (cukup 10-30 menit tanpa henti), adekuat, massaal, mudah, murah, meriah dan fisiologis (bermanfaat dan aman) !**

Massaal : Ajang silaturahmi, ajang pencerahan stress, ajang komunikasi sosial ! Jadi Olahraga Kesehatan membuat manusia menjadi sehat Jasmani, sehat Rohani dan sehat Sosial yaitu Sehat seutuhnya sesuai konsep Sehat WHO ! Adekuat artinya cukup, yaitu cukup dalam waktu (10-30 menit tanpa henti) dan cukup dalam intensitasnya. Menurut Cooper (1994), intensitas Olahraga Kesehatan yang cukup yaitu apabila denyut nadi latihan mencapai 65-80% DNM (Denyut nadi maximal: 220-umur dalam tahun). Masalah intensitas yang adekuat ini harus menjadi perhatian bila Olahraga Kesehatan telah mencapai Sasaran-3 (lihat Sasaran Olahraga Kesehatan).

Sehat Dinamis hanya dapat diperoleh bila ada kemauan mendinamiskan diri sendiri khususnya melalui kegiatan Olahraga (Kesehatan). Hukumnya adalah : Siapa yang makan, dialah yang kenyang ! Siapa yang mengolah-raganya, dialah yang sehat ! Tidak diolah berarti siap dibungkus ! Klub Olahraga Kesehatan adalah Lembaga Pelayanan Kesehatan (Dinamis) di lapangan. Dalam kaitan dengan ini maka setiap lembaga Pendidikan Umum maupun Pondok-pondok Pesantren harus juga berfungsi sebagai Lembaga Pelayanan Kesehatan lapangan, dalam rangka program pokok yaitu meningkatkan mutu sumber daya manusia yang sehat jasmani, sehat rohani dan sehat sosial!

Bentuk olahraga yang memenuhi kriteria Olahraga Kesehatan yang dapat disajikan di Lembaga-lembaga Kependidikan adalah misalnya : Senam Aerobik, Pencak Silat, Karate yang kesemuanya dapat disajikan

secara massaal, di samping tentu saja Jalan cepat dan/ Lari lambat (jogging). Tetapi yang terbaik ialah tiga yang pertama oleh karena dapat menjangkau seluruh sendi dan otot-otot tubuh, di samping juga merangsang otak untuk berpikir, khususnya senam aerobik, karena siswa harus memperhatikan dan segera menirukan gerak instruktur yang selalu berubah tanpa pola, sehingga gerakan-gerakannya tidak dapat dihafalkan !

Contoh Olahraga Kesehatan berbentuk senam yang dapat mencapai Sasaran-3 (Aerobiks) ialah Senam Pagi Indonesia seri D (SPI-D). Satu seri SPI-D memerlukan waktu 1'45", sehingga untuk memenuhi kriteria waktu yang adekuat maka SPI-D harus dilakukan minimal 6x berturut-turut tanpa henti, yang akan mencapai waktu 10.5 menit. Menurut penelitian, bila SPI-D dilakukan dengan sungguh-sungguh maka intensitasnya dapat mencapai tingkat adekuat sesuai kriteria Cooper. SPI-D ini macam gerak dan tata-urutannya sudah berpola tetap sehingga lama-kelamaan Peserta dapat menjadi hafal akan macam gerakan dan tata-urutannya. Bila Peserta sudah hafal, maka rangsangan terhadap proses berpikir menjadi berkurang. Oleh karena itu senam aerobik pada umumnya yang tidak berpola tetap, adalah lebih baik dalam hal rangsangannya terhadap proses berpikir. Tetapi dalam hal intensitas senam aerobik berpola tetap seperti SPI-D lebih baik oleh karena gerakan yang sudah dapat dihafalkan dapat dilakukan dengan lebih intensif.

Wahai manusia, bergeraklah untuk lebih hidup, jangan hanya bergerak karena masih hidup ! SHALATLAH, SEBELUM DISHALATI !

Hal di bawah ini perlu diperhatikan dan difahami dengan baik :

Bila seseorang melakukan olahraga untuk tujuan kesehatan tetapi lalu ia menjadi sakit oleh karenanya, maka dapat dipastikan bahwa ia telah salah dalam melaksanakan olahraga kesehatannya. Tetapi kalau orang melakukan olahraga untuk tujuan prestasi, jangankan hanya ancaman sakit, adanya ancaman kematianpun harus dapat difahami oleh karena prestasi itu demi kehormatan bangsa dan negara. Itulah falsafah dasar bagi olahraga kesehatan dan olahraga prestasi!

Perlu pula dikemukakan bahwa sampai usia sekitar 14 tahun (usia pubertas) tidak perlu ada pemisahan siswa atas dasar jenis kelamin (Watson,1992), karena pengaruh hormon kelamin yang akan menyebabkan terjadinya perbedaan profil anatomis dan fisiologis antara pria dan wanita, baru akan berdampak nyata di atas usia tersebut, khususnya pada anak laki-laki.

Perlu ditekankan sekali lagi bahwa Olahraga Kesehatan adalah gerak olahraga dengan takaran sedang, bukan olahraga berat ! Jadi takarannya ibarat makan : berhentilah makan menjelang kenyang; jangan tidak makan oleh karena bila tidak makan dapat menjadi sakit, sebaliknya jangan pula kelebihan makan, karena kelebihan makan akan mengundang penyakit. Artinya berolahragalah secukupnya (adekuat), jangan tidak berolahraga karena kalau tidak berolahraga mudah menjadi sakit, sebaliknya kalau melakukan olahraga secara berlebihan dapat menyebabkan sakit !

Sasaran olahraga kesehatan berkaitan dengan :

1. Pemeliharaan dan peningkatan mobilitas dan kemandirian gerak (Sehat dinamis).

2. Pencegahan dan penyembuhan penyakit non-infeksi, termasuk penyembuhan penyakit kelemahan fisik.
3. Pengendalian berat badan bersamaan dengan pengaturan diet
4. Meningkatkan semangat dan kualitas hidup.

KETERKAITAN KESEHATAN, PENDIDIKAN JASMANI DAN OLAHRAGA

Untuk lebih memudahkan bahasannya perlu lebih dahulu dikutip kembali hal-hal yang tersebut di bawah ini :

*** Sehat dan Kesehatan**

- Sehat merupakan nikmat karunia Allah yang menjadi dasar bagi segala nikmat dan dasar bagi segala kemampuan jasmani rohani dan sosial.
- Memelihara dan meningkatkan kesehatan : cara yang terpenting, termurah dan fisiologis adalah melalui Olahraga (kesehatan).
- Acuan Sehat adalah Sehat Paripurna yang merupakan rumusan Sehat sempurna dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) yaitu: Sejahtera Jasmani, Rohani dan Sosial, bukan hanya bebas dari penyakit, cacat ataupun kelemahan.

*** Pendidikan Jasmani dan Olahraga**

- Pendidikan Jasmani adalah kegiatan pendidikan dengan menggunakan media kegiatan Jasmani.
- Olahraga adalah pelatihan Jasmani
- Pendidikan Jasmani dan Olahraga (Penjas-Or) intra kurikuler adalah Pendidikan dan Pelatihan Jasmani, yang dalam lingkup

persekolahan/ pesantren berarti pelatihan Jasmani, pelatihan Rohani dan pelatihan Sosial menuju kondisi yang lebih baik yaitu sejahtera paripurna yang berarti peningkatan mutu sumber daya manusia (Siswa) masa kini dan masa depan.

* **Olahraga – Gerak**

- Gerak adalah ciri kehidupan.
- Memelihara gerak adalah mempertahankan hidup.
- Meningkatkan kemampuan gerak adalah meningkatkan kualitas hidup.
- Olahraga adalah serangkaian gerak raga yang teratur dan terencana untuk meningkatkan kemampuan gerak yang berarti meningkatkan kualitas hidup.
- Olahraga merangsang pertumbuhan dan perkembangan jasmani, rohani dan sosial menuju sejahtera paripurna.
- Hanya orang yang mau bergerak-berolahraga yang akan mendapatkan manfaat dari Olahraga.

* **Olahraga Kesehatan**

- Intensitasnya sedang, setingkat di atas intensitas aktivitas fisik untuk menjalani kehidupan sehari-hari, jadi **bukan olahraga berat**
- Meningkatkan derajat kesehatan dinamis yaitu meningkatkan derajat sehat dengan kemampuan gerak yang dapat memenuhi kebutuhan gerak kehidupan sehari-hari.
- Titik berat Or-Kes: **Peningkatan dan penguasaan kemampuan koordinasi gerak** dg intensitas yang dapat memelihara dan / atau meningkatkan **derajat Kesehatan**,

untuk **kebutuhan masa kini** dan mempersiapkan anak menjadi **Atlet masa depan**.

- Meningkatkan derajat kesehatan dinamis – sehat dengan kemampuan gerak yang dapat memenuhi kebutuhan gerak sehari-hari dalam tugasnya sebagai siswa.
- Bersifat padat gerak, bebas stress, singkat (cukup 30 menit tanpa henti), mudah, murah, meriah massaal, fisiologis (manfaat & aman).
- Massaal :
 - Ajang silaturahmi → Sejahtera Rohani dan Sosial
 - Ajang pencerahan stress → Sejahtera Rohani
 - Ajang komunikasi sosial → Sejahtera Sosial

Ketiga hal diatas merupakan pendukung untuk menuju Sehatnya WHO yaitu Sejahtera Paripurna.

- **Sehat dinamis** dan kemampuan **koordinasi gerak** (dapat memperagakan berbagai gerak secara **akurat = lincah**) adalah **landasan bagi pelatihan Olahraga Prestasi**.

KONDISI PENDIDIKAN JASMANI DAN OLAHRAGA SAAT INI

- Waktu yang tersedia = 3 x 45 menit/minggu
- Sarana – prasarana sangat terbatas
- Kurikulum Penjas-Or lebih berorientasi kepada Olahraga Kecabangan :
 1. Cenderung individual dan cenderung mengacu pencapaian prestasi
 2. Olahraga prestasi mahal dalam hal :
 - o Sarana – prasarana

- Waktu, perlu masa pelatihan yang panjang
- Tenaga dan biaya.

Demi kehormatan (Guru) Penjas-Or intra kurikuler:

- Reposisi → pikir ulang apa perlunya Penjas-Or di SD?
- Reorientasi → pikir ulang arah pembinaan Penjas-Or bagi Siswa SD?
- Reaktualisasi → pikir ulang apakah Penjas-Or di SD sudah sesuai kebutuhan nyata?
- Revitalisasi → pikir ulang bagaimana cara melaksanakan dan menggalakkan pelaksanaan Penjas-Or di SD untuk mencapai tujuan **masa kini dan masa depan!**

Apapun Garis Besar Program Pengajaran(GBPP)nya, pelaksanaannya di lapangan selalu dapat disesuaikan dengan semua hasil pikir-ulang tersebut diatas. Memang diperlukan kreativitas dan inovasi pada pelaksanaannya di lapangan!

KESIMPULAN

Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Lembaga Pendidikan sebagai bagian dari kegiatan intra kurikuler harus ditekankan pada olahraga kesehatan dan latihan jasmani sebagai media untuk pendidikan intelektual, pendidikan moral dan spiritual, serta sebagai

media untuk meningkatkan derajat sehat dinamis, dan pengayaan kemampuan koordinasi motorik yang lebih baik. Penyelenggaraan hendaknya dilakukan dengan intensitas yang memenuhi kebutuhan untuk memelihara derajat sehat dinamis yang adekuat (memenuhi kebutuhan kesehatan masa kini) agar para siswa selama masa belajar memiliki kualitas hidup jasmani, rohani dan sosial yang lebih baik sesuai dengan Konsep Sehat Organisasi Kesehatan Dunia, serta berpotensi menjadi atlet berprestasi dan sumber daya manusia yang bermutu di masa depan.

SARAN

Setelah memahami hakekat Sehat dan Kesehatan, Pendidikan Jasmani, Olahraga, Olahraga Kesehatan dan Sasaran Olahraga Kesehatan maka tibalah saatnya kita memikirkan ke mana tujuan kurikuler Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Lembaga Kependidikan Umum maupun di Pondok Pesantren ini sebaiknya kita arahkan.

1. Reorientasi : pikir ulang arah pembinaan Penjas-Or bagi Siswa SD?

Penjas-Or sebagai program kurikuler perlu ditinjau kembali:

- Relevansinya dengan kebutuhan siswa / santri
- Manfaat yang diharapkan
- Kondisi nyata persekolahan :
 - i. Jatah waktu / jam pelajaran per minggu
 - ii. Sarana – prasarana yang tersedia.

2. Reposisi : pikir ulang apa perlunya Penjas-Or di SD?

Penjas-Or perlu dikembalikan pada posisi dasar fungsinya yaitu :

- Penggunaan Olahraga/Kegiatan Jasmani sebagai media Pendidikan
- Penggunaan Olahraga sebagai alat pelatihan untuk memelihara dan meningkatkan derajat sehat dinamis menuju kondisi Sejahtera paripurna sesuai Konsep Sehat WHO untuk siswa masa kini dan pembekalan anak untuk menjadi Atlet elite dan SDM bermutu bagi masa depan.

3. Reaktualisasi : pikir ulang apakah Penjas-Or di SD sudah sesuai kebutuhan nyata?

Penjas-Or di Sekolah dan Pondok Pesantren perlu menekankan kembali (reaktualisasi) kepada konsep dasar Olahraga untuk tujuan **Pendidikan dan Kesehatan** untuk masa kini dan **Pendidikan dan Pengayaan kemampuan koordinasi gerak** untuk pembekalan menjadi **Atlit elite** dan **SDM bermutu** di masa depan. Jatah waktu pertemuan 3 x 45 menit/minggu, dapat disajikan untuk 3 x pertemuan/minggu @ 45 menit.

4. Revitalisasi : pikir ulang bagaimana cara melaksanakan dan menggalakkan pelaksanaan Penjas-Or di SD untuk mencapai tujuan masa kini dan masa depan?

Penjas-Or di Sekolah dan Pondok Pesantren harus bersifat massaal dan disajikan dengan iklim yang menggembirakan siswa dengan menekankan pada konsep Olahraga Kesehatan, sehingga semua siswa merasa butuh berolahraga dan selalu ingin berpartisipasi secara aktif, karena Penjas-Or sebagai bagian dari

paket kurikuler tidak membolehkan adanya siswa yang hanya menjadi Penonton, kecuali yang sakit.

5. **Kualitas Petugas**

Keberhasilan misi di tingkat lapangan sangat ditentukan oleh kualitas Petugas (dalam hal ini guru Penjas-Or) serta pemahamannya mengenai makna Penjas-Or di Sekolah Dasar, ketulusan dan kesungguhan dalam pengabdianya, serta kreativitas dan inovasinya dalam pembelajaran Penjas-Or.

6. **Kebutuhan**

Penjas-Or di Sekolah dan Pondok Pesantren harus dirasakan sebagai kebutuhan oleh siswa/ santri, sehingga mereka akan merasa dirugikan manakala mata pelajaran Penjas-Or ditiadakan.

7. **Prosedur keamanan**

Peningkatan intensitas Penjas-Or selalu harus dilakukan secara bertahap, oleh karena pentahapan adalah prosedur keamanan.

8. **Olahraga prestasi**

Olahraga kecabangan yang bersifat prestatif perlu dikembangkan namun sebagai materi ekstra kurikuler, sebagai **pilihan** untuk menyalurkan bakat dan minat siswa/santri terhadap sesuatu cabang Olahraga.

Kepustakaan

1. Cooper, K.H. (1994) : Antioxidant Revolution, Thomas Nelson Publishers, Nashville-Atlanta-London-Vancouver.
2. Giriwijoyo, Y.S.S. (1992) : Ilmu Faal Olahraga, Buku perkuliahan Mahasiswa FPOK-IKIP Bandung

3. Giriwijoyo,H.Y.S.S. dan H.Muchtamadji M.Ali (1997) : Makalah : Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Sekolah, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, IKIP Bandung.
4. Giriwijoyo,H.Y.S.S. (2000) : Olahraga Kesehatan, Bahan perkuliahan Mahasiswa FPOK-UPI.
5. Giriwijoyo,H.Y.S.S. (2001) : Makalah : Pendidikan Jasmani dan Olahraga, kontribusinya terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Peserta Didik, Ma'had Al-Zaytun, Haurgeulis, Indramayu, Jawa Barat.
6. Watson,A.S. (1992): Children in Sports, dalam Textbook of Science and Medicine in Sport Edited by J.Bloomfield, P.A.Fricker and K.D.Fitch; Blackwell Scientific Publications.
7. Giriwijoyo,H.Y.S.S. dan Komariyah,L (2007): Makalah : Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Lembaga Pendidikan, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan Universitas Pendidikan Indonesia, 2007.

Doc. Penjas-Or SD Tr.

Bandung, 10 Maret 2008.

Lampiran: Contoh pentahapan Olahraga Kesehatan Sasaran-3 (Aerobiks):

Program Jalan Cepat Progresif : Usia < 50 th.

Minggu	Waktu (Men.)	Jarak (M)	Waktu/400 M (Men.)	Keliling	Frek/ minggu :
					Atl. Kes
1.	20	1600 →	5'	4	4-5 x 3 x
2.	22.5	2000	4'30"	5	4-5 x 3 x
3.	25	2400	4'10"	6	4-5 x 3 x
4.	27.5	2800	4'	7	4-5 x 3 x
5.	30	3200	3'40"	8	4-5 x 3 x*)
6.	28.5	3200	3'34"	8	4-5 x
7.	27	3200	3'23"	8	4-5 x
8.	25.5	3200	3'11"	8	4-5 x
9.	24	3200	3'	8	4-5 x
10.	27	3600	3'	9	4-5 x
11.	30	4000	3'	10	4-5 x
12.	33	4400	3	11	4-5 x
13.	36	4800	3'	12	4-5 x

*) Untuk Olahraga Kesehatan beban latihan cukup s/d minggu 5, latihan dilanjutkan tetap 3x/ minggu untuk pemeliharaan !

Program Jalan Cepat Progresif : Usia \geq 50 th.

Minggu	Waktu (Men.)	Jarak (M)	Waktu/400 M (Men.)	Keliling	Frek / minggu :
					Atl. Kes
1.	25	1600 →	6' 15"	4	4-5 x 3 x
2.	22.5	1600	5' 38"	4	4-5 x 3 x
3.	20	1600	5'	4	4-5 x 3 x
4.	20	1600	5'	4	4-5 x 3 x
5.	22.5	2000	4' 30"	5	4-5 x 3 x
6.	22.5	2000	4' 30"	5	4-5 x 3 x
7.	25	2400	4' 10"	6	4-5 x 3 x
8.	25	2400	4' 10"	6	4-5 x 3 x
9.	27.5	2800	3' 56"	7	4-5 x 3 x
10.	27.5	2800	3' 56"	7	4-5 x 3 x
11.	30	3200	3' 45"	8	4-5 x 3 x *)
12.	37.5	4000	3' 45"	10	4-5 x
13.	28.5	3200	3' 56"	8	4-5 x
14.	35.5	4000	3' 33"	10	4-5 x
15.	27	3200	3' 23"	8	4-5 x
16.	33.75	4000	3' 23"	10	4-5 x

*) Untuk Olahraga Kesehatan beban latihan cukup s/d minggu 11, latihan dilanjutkan tetap 3x/ minggu untuk pemeliharaan !

Catatan Penulis : Untuk usia \geq 60 tahun beban latihan cukup sd

minggu 8, jumlah keliling digenapkan 8 keliling untuk mencapai waktu > 30 menit, dilakukan 3x/minggu untuk pemeliharaan. 400 M = keliling lapangan Olahraga (Sepakbola) pada umumnya.

Sumber : Cooper,K.H. : Antioxidant revolution, pg. : 77-78, jarak diubah menjadi meter.



BAB
6

ERGOSISTEMA

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

Djoko Martono

PENDAHULUAN

Ilmu Faal, khususnya Ilmu Faal Olahraga menjanjikan suatu hasil karya besar bagi pelatih yang tahu cara menerapkannya dalam melatih dan mencapai prestasi tinggi olahraga, oleh karena melatih tiada lain ialah meningkatkan kemampuan fungsional yang berarti harus menerapkan Ilmu Faal Olahraga dalam proses pelatihannya.

Melatih suatu cabang olahraga prestasi adalah meningkatkan kemampuan fungsional raga yang sesuai dengan tuntutan penampilan cabang olahraga itu sampai ke tingkat yang "maximal", baik pada aspek kemampuan dasar maupun pada aspek keterampilan teknisnya. Meningkatkan kemampuan fungsional hanya dapat dilakukan dengan benar, baik dan efisien apabila pelatih memiliki pengetahuan tentang mekanisme kerja dan mekanisme respons organ-organ tubuh terhadap latihan pembebanan dan latihan keterampilan.

Dalam pelaksanaan pelatihan, setiap instruksi latihan yang akan dijalankan oleh para atlet untuk mencapai sesuatu tujuan harus jelas dasar Ilmu Faalnya agar benar-benar dapat mencapai tujuan yang diharapkan. Atlet yang memahami tujuan pelatihan dan bagaimana mekanisme pencapaiannya akan merasa lebih termotivasi untuk berlatih lebih baik. Sesungguhnya Ilmu Faal Olahraga adalah dasar dari Ilmu Pelatihan, sehingga tanpa pengetahuan Ilmu Faal Olahraga maka

pelaksanaan pelatihannya menjadi tidak ilmiah.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 6 ini mahasiswa/pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Pengertian dan rincian pembagian Ergosistema (ES).
2. Komponen dasar anatomis dan komponen dasar fisiologis Kebugaran Jasmani.
3. Fungsi dasar dari masing-masing sistema yang termasuk ES-I dan ES-II.
4. Kualitas yang ditampilkan dari masing-masing sistema yang termasuk ES-I dan ES-II.
5. Tata-hubungan kerja sama antara ES-I dan ES-II.

KOMPONEN KEBUGARAN JASMANI

Dalam bab ini pembaca diajak kembali menyimak dasar pemikiran Ilmu Faal Olahraga. Ilmu Faal adalah Ilmu yang mempelajari fungsi sesuatu struktur. Dalam hal Ilmu Faal Olahraga struktur itu ialah Jasmani atau Raga beserta seluruh bagian-bagiannya. Oleh karena itu sebelum membicarakan fungsinya perlu lebih dahulu mengenali struktur-struktur itu beserta sistematikanya, artinya perlu mengenali struktur-struktur itu secara sistematis. Namun sebelumnya perlu diingat kembali struktur organisasi biologik tubuh manusia yang terdiri dari unsur kehidupan yang terkecil yaitu sel, sampai kepada wujud utuhnya yaitu manusia. Susunan organisasi biologik tersebut adalah sebagai berikut:

Sel → jaringan → organ → sistema → organisme (Manusia).

Dengan demikian maka jasmani atau raga (manusia) tersusun dari sekumpulan struktur-struktur yang secara anatomis disebut sebagai sistema dan terdiri dari Sistema:

1. Skelet – kerangka
2. Muscular – otot
3. Nervorum – saraf
4. Hemo-hidro-limfatik – darah - cairan jaringan - getah bening
5. Respirasi – pernafasan
6. Kardiovaskular – jantung-pembuluh darah
7. Termoregulasi – Tata suhu tubuh
8. Digestivus – pencernaan
9. Exkresi – pembuangan
10. Endokin – hormon
11. Sensoris – penginderaan
12. Reproduksi – pemulih generasi.

Fungsi jasmani yang terdiri dari berbagai macam sistema tersebut ialah untuk: gerak, kerja, mempertahankan hidup, mendapatkan kepuasan hidup lahir dan batin. Oleh karena itu jasmani dapat disebut sebagai satu SISTEMA (untuk) KERJA (SK) atau ERGOSISTEMA (ES).

Dalam menjalankan fungsinya sebagai satu ES, sistema-sistema anatomis tersebut **secara fisiologis** dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu:

1. Perangkat Pelaksana gerak, disebut sebagai Ergosistema primer (ES-I) atau Sistema kerja primer (SK-I) terdiri dari:
 - systems skelet
 - sistema muskular

- sistema nervorum
2. Perangkat Pendukung gerak, disebut sebagai Ergosistema sekunder (ES-II) atau Sistema kerja sekunder (SK-II) terdiri dari:
 - sistema hemo-hidro-limfatik
 - sistema respirasi
 - sistema kardiovaskular
 3. Perangkat Pemulih/Pemelihara, disebut sebagai Ergosistema tersier (ES-III) atau Sistema kerja tersier (SK-III) terdiri dari:
 - sistema digestivus
 - sistema termoregulasi
 - sistema ekskresi
 - sistema reproduksi.

Sistema endokrin berfungsi sebagai regulator internal yang bersifat humoral (melalui carian jaringan) dan fungsinya tersebar pada ketiga Ergosistema tersebut di atas baik pada waktu istirahat maupun pada waktu aktif. Sedangkan sistema sensoris berfungsi sebagai komunikator external (exteroceptor) maupun internal (proprioceptor, endoreceptor).

Ergosistema yang langsung berhubungan dengan aktivitas fisik ialah ES-I dan ES-II. ES-I disebut juga Ergosistema primer, oleh karena Ergosistema itulah yang pertama-tama mewujudkan gerak, dan ES-I sendiri tanpa harus didukung oleh ES-II, namun hanya untuk waktu yang terbatas, dan akan harus berhenti bila telah sampai batas maximal kelelahan. ES-II disebut juga sebagai Ergosistema sekunder, oleh karena ia tidak mungkin menjadi aktif kecuali bila dirangsang oleh ES-I. Fungsi ES-II adalah mendukung kelangsungan fungsi ES-I, artinya bila kemampuan fungsional ES-II baik, maka ES-I dapat berfungsi untuk

waktu yang lebih panjang, karena tidak mudah lelah, artinya diperlukan waktu yang lebih panjang atau intensitas olahraga yang lebih tinggi untuk cepat sampai ke batas maximal kelelahannya.

Bila ditinjau dari sudut Kebugaran Jasmani (KJ) = Physical fitness yang terdiri dari Anatomical Fitness dan Physiological Fitness, maka ES-I dan ES-II adalah Komponen dasar Anatomis Kebugaran Jasmani (Komponen dasar Anatomical Fitness); sedangkan Komponen dasar Fisiologis-nya (Komponan dasar Physiological Fitness-nya) dengan sendirinya ialah fungsi dasar dari sistema-sistema (Anatomis) penyusunan ES-I dan ES-II tersebut di atas.

Ergosistema I:

Fungsi Dasar dan Kualitas Penampilannya

Anatomis	Fungsi dasar (Fisiologis)	Kualitas
- Sistema skelet	Pergerakan persendian	Luas pergerakan
- Sistema muskular	Kontraksi otot	Kekuatan dan daya tahan otot
- Sistema nervorum	Penghantar rangsang	Koordinasi fungsi (otot)

Fungsi dasar sistema skelet dalam hubungan dengan aktivitas fisik terletak pada persendiannya dalam bentuk luas pergerakan persendian (flexibilitas = kelentukan), yang merupakan kualitas dari pergerakan persendian itu. Fungsi dasar sistema muskular ialah kontraksi. Tidak

ada fungsi lain dari otot kecuali berkontraksi. Perwujudan dari kontraksi otot dapat berupa kekuatan dan daya tahan otot. Inilah fungsi dasar otot yang bersifat endogen. Fungsi dasar susunan syaraf (sistema nervorum) ialah menghantarkan rangsang. Perwujudannya dalam hubungannya dengan aktivitas fisik ialah kemampuannya dalam mengkoordinasikan fungsi otot untuk menghasilkan ketepatan gerak.

Dari **fungsi dasar** tersebut dapat dikembangkan gerakan-gerakan yang berupa: kelincahan (agility), kecepatan (speed), dan power. Gerakan-gerakan tersebut di atas bersama-sama dengan fungsi dasar lainnya merupakan **penampilan dasar** yang diperlukan oleh berbagai cabang olahraga; yang merupakan gabungan fungsi-fungsi dasar sistematis (anatomis) penyusun ES-I. Oleh karena itu bila dijumpai kesulitan dalam meningkatkan gerakan-gerakan penampilan dasar tersebut di atas, haruslah dicari kembali pada komponen dasar fisiologisnya dan kemudian dilatih untuk dapat meningkatkan kualitas fungsi dasarnya. Misalnya kesulitan dalam meningkatkan kecepatan (speed) haruslah dicari kembali pada komponen dasar fisiologisnya yang terpenting yaitu kekuatan otot-otot yang bersangkutan, oleh karena hanya otot yang lebih kuat yang mampu menimbulkan gerakan yang lebih cepat, di samping pelatihan khusus untuk kecepatan.

Contoh lain ialah misalnya dijumpai kesulitan dalam meningkatkan kelincahan (agility). Lebih dahulu harus dianalisa komponen dasar fisiologis apa saja yang menyusun kelincahan. Dari analisa terhadap gerakan kelincahan dapat dikemukakan bahwa untuk dapat meningkatkan kelincahan diperlukan kualitas yang lebih baik dan karena itu perlu diberikan latihan khusus terhadap :

- luas pergerakan persendian untuk meningkatkan kelentukan
- kekuatan otot untuk meningkatkan kecepatan gerak
- koordinasi fungsi otot untuk meningkatkan ketepatan gerak dan memelihara keseimbangan.

Hal ini disebabkan oleh karena kelincihan memerlukan :

- kelentukan (flexibility)
- kecepatan gerak (speed)
- ketepatan gerak (accuracy).

Ergosistema II:

Fungsi Dasar dan Kualitas Penampilannya

Anatomis	Fungsi dasar (Fisiologis)	Kualitas
Hemo-hidro-limfatik	Transportasi: O_2 - CO_2 nutrisi, sampah, panas.	Daya tahan umum
Respirasi	Pertukaran gas: O_2 - CO_2	
Kardiovaskular	Sirkulasi	

Ketiga sistema anatomis dari ES-II secara bersama-sama menghasilkan satu kualitas yaitu daya tahan umum. Daya tahan umum sering juga disebut sebagai (general) endurance atau kemampuan (kapasitas) aerobik.

Dengan demikian maka komponen dasar Kebugaran Jasmani (KJ) menurut Ilmu Faal terdiri dari :

1. Kemampuan/Kualitas dasar ES-I :

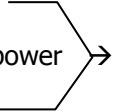
- luas pergerakan persendian - flexibility
 - kekuatan dan daya tahan otot
 - koordinasi fungsi otot.
2. Kemampuan/Kualitas dasar ES-II:
- daya tahan umum.

Demikianlah maka dengan memahami pengertian Sistem Kerja atau Ergosistema akan lebih mudah memahami komponen dasar KJ apa saja yang diperlukan oleh sesuatu cabang OR dan kualitas dasar ES mana yang perlu dilatih secara khusus untuk penampilan mutu tinggi cabang OR tersebut.

Bila kemudian kita simak komponen kebugaran jasmani yang dikemukakan oleh Larson yang terdiri dari :

1. Endurance
2. Biological function
3. Body composition
4. Muscle strength
5. Muscle explosive power
6. Muscle endurance
7. Speed
8. Agility
9. Flexibility
10. Reaction time
11. Coordination
12. Balance.

maka cara membagi dalam komponen-komponen tersebut di atas tidak tampak jelas dasar pemikirannya dan karena itu pula maka tidak jelas sistematikanya. Dengan menganalisisnya lebih lanjut terlihat bahwa komponen-komponen itu sesungguhnya terdiri dari:

- Komponen Anatomical fitness : body composition
- Kondisi kesehatan statis : biological function
- Komponen Physiological fitness yang terdiri dari:
 - Kemampuan/kualitas dasar ES-I:
 - muscle strength
 - muscle explosive power
 - muscle endurance
 - flexibility – luas pergerakan persendian
 - reaction time – fungsi dasar syaraf : - menerima dan menghantarkan rangsang
 - coordination – koordinasi fungsi otot
 - balance = keseimbangan: hasil dari koordinasi fungsi otot
- Kemampuan/kualitas dasar ES-II:
 - endurance – daya tahan umum – kapasitas aerobik.
- Kemampuan penampilan yang merupakan gabungan dari berbagai kemampuan/kualitas dasar ES-I :
 - speed (kecepatan) dan agility (kelincahan)

Body composition (komposisi tubuh) dan biological function (status kesehatan statis, fungsi biologis yang normal) memang merupakan faktor yang sangat dasar bagi penampilan seseorang dalam sesuatu cabang olahraga. Akan tetapi bilamana kedua faktor tadi masih menjadi masalah berarti masih pada tahap yang sangat awal dalam memilih

orang-orang yang akan ditampilkan dalam sesuatu cabang olahraga, karena itu tidaklah tepat membicarakan masalah KJ pada tahap seperti itu. KJ dibicarakan bila komposisi tubuh dan status kesehatan statis tidak merupakan masalah lagi karena sesungguhnya membicarakan KJ kaitannya ialah kepada derajat sehat dinamis seseorang. (Baca KJ dalam: "Olahraga dan Kesehatan").

Demikianlah maka sekali lagi terlihat jelas bahwa dengan memahami pengertian ERGOSISTEMA atau SISTEM KERJA akan lebih mudah untuk memahami apa-apa yang menjadi komponen dasar KJ. Dengan sendirinya akan lebih mudah untuk melacak dan kemudian melihat bagaimana kondisinya untuk kemudian meningkatkan kemampuan/kualitas fungsi dasarnya bila terdapat kesulitan dalam meningkatkan prestasi sesuatu cabang olahraga.

LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan Ergosistema (ES) ?
2. Tuliskan pembagian dan rincian dari ES !
3. Tuliskan fungsi dasar dari ES- II !
4. Tuliskan kualitas yang ditimbulkan oleh masing-masing sistema yang termasuk ES-I !
5. Apa fungsi dasar fisiologis kebugaran jasmani ?
6. Apa beda antara fungsi dasar dan penampilan dasar ?



BAB 7

OLAHDAYA (METABOLISME)

H.Y.S.Santosa G.

PENDAHULUAN

Telah dikemukakan bahwa dalam hal gerak/olahraga pada tubuh hanya ada 2 kelompok perangkat yang bersangkutan dengan hal itu yaitu:

- ES-I sebagai perangkat pelaksana gerak
- ES-II sebagai perangkat pendukung gerak

Dalam hal olahdaya (metabolisme) yaitu upaya penyediaan daya (energi) untuk gerak, juga ada 2 mekanisme (ditinjau dari keterlibatan oksigen) yaitu olahdaya aerobik dan anaerobik.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 7 ini mahasiswa/pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Pengertian dan macam olahdaya (metabolisme).
2. Pengertian dan macam olahraga ditinjau dari penyediaan daya (energi).
3. Proses penyediaan daya saat istirahat, mulai kerja, kondisi mantap (steady state), akhir kerja.

4. Tata hubungan fungsional antara olahdaya anaerobik dengan olahdaya aerobik.

OLAHDAYA ANAEROBIK DAN AEROBIK

Olahdaya anaerobik dan aerobik adalah mekanisme penyediaan daya (energi, tenaga) untuk mewujudkan gerak. Olahdaya anaerobik langsung mewujudkan gerak dan merupakan kemampuan endogen ES Primer dalam hal ini otot. Olahdaya aerobik, juga dilaksanakan oleh ES-I (otot), tetapi intensitas dan durasi kelangsungannya tergantung pada kemampuan fungsional ES-II dalam memasok O_2 , artinya tanpa peran serta ES-II olahdaya aerobik tidak mungkin terlaksana dan aktivitas gerak ES-I akan segera terhenti. Makin tinggi kemampuan fungsional ES-II makin tegar kelangsungan penampilan ES-I.

Dengan demikian maka seperti halnya ES-II adalah pendukung bagi penampilan ES-I, maka olahdaya aerobik adalah pendukung bagi kelangsungan olahdaya anaerobik, kedua-duanya terjadi pada ES-I, dalam hal ini otot. Hal ini disebabkan oleh karena olahdaya untuk bentuk aktivitas apapun selalu dimulai dengan olahdaya anaerobik dan akan/harus diikuti oleh olahdaya aerobik, selama aktivitas fisik maupun selama istirahat. Olahdaya anaerobik dan aerobik harus dalam keadaan seimbang. Ketidak-mampuan olahdaya aerobik mengimbangi olahdaya anaerobik akan menyebabkan menumpuknya "zat kelelahan" yang akan menghambat olahdaya anaerobik yang terlalu besar, sehingga olahdaya anaerobik menurun, menuju kepada terjadinya keseimbangan baru dengan olahdaya aerobik.

Besar olahdaya anaerobik menunjukkan besar tuntutan/ keperluan O_2 yang akan terwujud sebagai berat/intensitas gerak/kerja yang sedang dilakukan. Dengan demikian maka ketidak-mampuan olahdaya aerobik (kemampuan ES-II memasok O_2) untuk mengimbangi tuntutan olahdaya anaerobik, akan menyebabkan olahraga terpaksa harus dihentikan karena seluruh kapasitas anaerobik sudah habis terpakai; atau intensitas gerak/kerja yang sedang dilakukan harus dikurangi sampai olahdaya anaerobik dapat diimbangi lagi oleh tingkat kemampuan olahdaya aerobik yang dimilikinya pada saat itu.

Demikian maka semua bentuk aktivitas tubuh atau olahraga, bahkan juga selama istirahat memerlukan baik olahdaya anaerobik maupun olahdaya aerobik yang secara keseluruhan harus selalu seimbang. Dengan demikian maka sesungguhnya tidak ada olahraga anaerobik murni dan olahraga aerobik murni; yang ada ialah olahraga anaerobik dominan dan olahraga aerobik dominan. Tetapi istilah yang biasa dipakai sehari-hari adalah olahraga anaerobik dan olahraga aerobik, sehingga sering menyesatkan orang yang tidak mengetahui benar pokok permasalahannya.

Kriteria apakah sesuatu olahraga anaerobik atau aerobik ditentukan oleh dua hal yaitu :

- 1- Intensitas, yang berarti besar olahdaya anaerobik yang sedang terjadi,
- 2- Durasi, yang menunjukkan berapa besar peran olahdaya aerobik yang menyertai.

Memang terdapat hubungan erat antara intensitas dan durasi yaitu :

- 1- Olahraga dengan intensitas tinggi (olahraga anaerobik dominan), tidak mungkin dengan durasi panjang, sebaliknya
- 2- Olahraga dengan durasi panjang (olahraga aerobik), tidak mungkin dengan intensitas tinggi.

1. Kriteria intensitas hakekatnya adalah sebagai berikut :

Pada keadaan mantap (*steady state*) termasuk pula keadaan istirahat, olahdaya anaerobik selalu dapat diimbangi oleh olahdaya aerobik. Olahraga dengan intensitas di bawah $VO_2 \text{ max.}$ selalu dapat dipertahankan dalam keadaan mantap. Intensitas/ beban olahraga demikian disebut sebagai intensitas/ beban olahraga submaximal (*submaximal load*) atau intensitas/ beban olahraga normal (*normal load*). Intensitas/ beban olahraga yang tepat menggunakan O_2 sebanyak $VO_2 \text{ max.}$ disebut olahraga dengan intensitas/ beban maksimal (*maximal load/ crest load*). Pada olahraga dengan intensitas di atas maksimal (*supra maximal = over load*), olahdaya anaerobik > kemampuan olahdaya aerobik maksimal ($VO_2 \text{ max.}$). Keadaan demikian (anaerobik > aerobik) juga terjadi pada awal melakukan olahraga, tetapi dalam hal tersebut kondisi itu belum dapat dikatakan sebagai kondisi *over load*, oleh karena pada saat itu ES-II sedang dalam masa penyesuaian dengan beban kerja yang dihadapi untuk menuju kepada fungsinya yang maksimal untuk menghasilkan $VO_2 \text{ max.}$ atau VO_2 yang sesuai dengan tuntutan pada waktu itu.

Tata hubungan anaerobik-aerobik ini menjadi dasar pembagian olahraga berdasarkan olahdayanya yang dominan.

- Olahraga aerobik :

Yaitu bila selama penampilannya, minimal 2/3 (70%) dari seluruh energi yang dipergunakan disediakan melalui olahdaya aerobik; artinya: maksimal hanya 30% olahdaya anaerobik yang tidak dapat diliput (di"cover") oleh olahdaya aerobik; yang akan diliput nanti pada masa pemulihan setelah menyelesaikan penampilannya.

- Olahraga anaerobik :

Yaitu bila selama penampilannya, minimal 2/3 (70%) dari seluruh energi yang dipergunakan disediakan melalui olahdaya anaerobik; artinya: maksimal hanya 30% olahdaya anaerobik yang dapat diliput (di"cover") oleh olahdaya aerobik, selebihnya baru akan diliput nanti pada masa pemulihan setelah menyelesaikan penampilannya.

2. Kriteria durasi (lama-waktu) adalah sebagai berikut :

Pembagian menurut durasi didasarkan pada lama-waktu yang dapat dipertahankan pada penampilannya yang maksimal (repetisi maksimal), khususnya pada olahraga dengan intensitas yang homogen. Pembagian menurut durasi itu adalah sebagai berikut :

0-2 menit – anaerobik dominan, contoh: sprint 0 - 800 m

2-8 menit – campuran anaerobik + aerobik: lari 800 - 3000 m

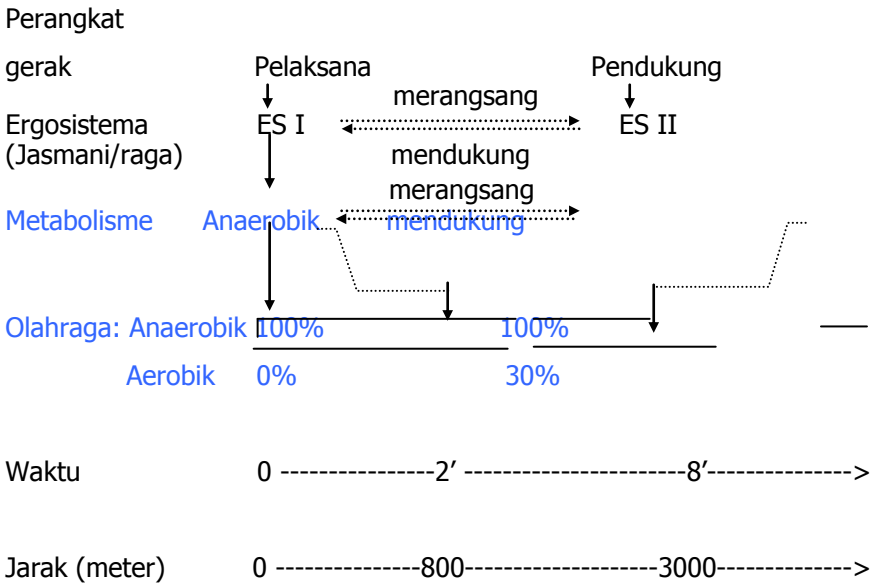
> 8 menit – aerobik dominan: lari > 3000 m.

Kriteria di atas diambil dari data Olahragawan (Pelari) yang terlatih baik.

Pada olahraga berat dengan intensitas yang sangat berubah-ubah misalnya: bulutangkis, tenis, tinju dan berbagai macam cabang olahraga

sejenis lainnya, kriteria durasi (lama-waktu) dan batas-batas olahdaya tersebut di atas tetap berlaku dengan catatan bahwa intensitas diperhitungkan secara rata-rata.

Dibawah ini diberikan bagan mengenai peranan dan tata hubungan antara : Perangkat gerak dan ergosistema, olahdaya dan jenis olahraganya, waktu pelaksanaan (durasi) dan jarak tempuh, dalam hubungan dengan jenis olahraga dan sifat olahdayanya.



Bagan Peranan dan Tata-hubungan
Perangkat gerak/ergosistema, olahdaya dan jenis olahraga

Bagan Peranan dan Tata-hubungan

Perangkat gerak/ergosistema, olahdaya dan jenis olahraga.

(Berdasarkan data Atlet (Pelari) yang terlatih).

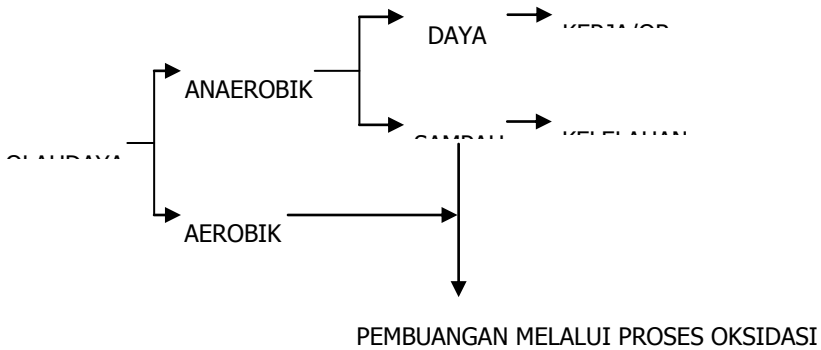
HUBUNGAN FUNGSIONAL ES-I DENGAN ES-II DAN OLAHDAYA ANAEROBIK DENGAN OLAHDAYA AEROBIK

Aktivitas ES-II meningkat oleh karena adanya rangsangan dari ES-I yang menjadi aktif. Demikian pula olahdaya aerobik akan membesar mengikuti dan kemudian mendukung kelangsungan olahdaya anaerobik yang meningkat, selama kemampuannya mencukupi. Akan tetapi bila olahdaya aerobik sudah mencapai maksimal (mencapai kapasitasnya = $VO_2 \text{ max.}$), maka tidak mungkin mengimbangi peningkatan olahdaya anaerobik lebih lanjut dan bahkan menjadi penghambat bagi kelangsungan olahdaya anaerobik itu sendiri. Akibatnya, olahraga dengan intensitas/ beban *over load* tidak mungkin dipertahankan secara mantap (*steady state*) dan akan (terpaksa) berhenti atau menurunkan intensitasnya sampai di bawah $VO_2 \text{ max.}$ bila seluruh kapasitas

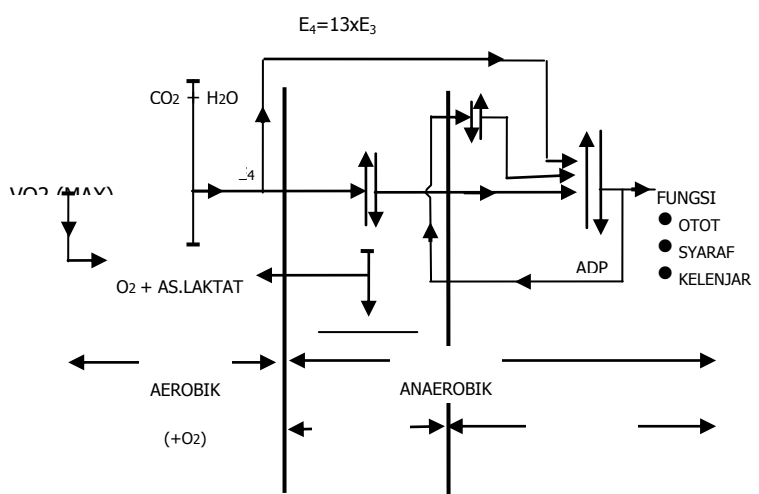
anaerobiknya telah habis terpakai.

Perlu diketahui dan bahkan harus difahami bahwa semua bentuk gerak olahraga terjadi oleh adanya kontraksi otot, dan daya (energi) untuk terjadinya kontraksi otot ini hanya berasal dari olahdaya anaerobik. Oleh karena itu seluruh daya (energi) untuk gerakan tubuh (kontraksi otot) selama seluruh kegiatan olahraga itu dipasok seluruhnya (100%) oleh olahdaya anaerobik. Sedangkan peran olahdaya aerobik adalah untuk sebanyak mungkin memenuhi tuntutan olahdaya anaerobik. Wujudnya ialah kemampuan peran ES-II memasok O₂ untuk memenuhi tuntutan ES-I dan hakekatnya fungsi ES-II (aerobik) adalah memulihkan kondisi *homeostasis* yang terganggu oleh aktivitas anaerobik dari ES-I. Wujud pemulihan itu adalah (upaya) menyingkirkan asam laktat dan sampah olahdaya lainnya dan bersamaan dengan itu mendaur ulang sumber-sumber daya (energi) anaerobik untuk kelangsungan kontraksi otot selanjutnya. (Lihat bagan pembentukan dan tata hubungan olahdaya anaerobik dan aerobik).

Adanya olahdaya anaerobik memungkinkan manusia mengerahkan daya (energi) dalam jumlah besar dalam waktu singkat (melakukan gerakan-gerakan eksplosif) baik yang bersifat maksimal maupun yang sub-



Bagan : Olahdaya untuk menghasilkan daya (energi) untuk kerja dan mekanisme pencegahan/ pemulihan kelelahan.



Bagan pembentukan daya (energi) anaerobik dan aerobik, tata hubungan olahdaya

maximal. Gerakan-gerakan demikian tetap harus mendapat dukungan dari olahdaya aerobik untuk kelangsungannya atau gerakan-gerakan demikian harus dihentikan dulu atau dikurangi intensitasnya oleh karena ketidak-mampuan olahdaya aerobik mendukungnya lebih lanjut.

Dengan demikian apakah sesuatu cabang olahraga itu aerobik atau bukan, ditentukan oleh batas olahdaya aerobik minimal yaitu 70% dari seluruh energi untuk penampilannya disediakan secara aerobik dan oleh batas waktu minimal 8 menit, bukan oleh macam gerakan atau oleh cara meningkatnya olahdaya anaerobiknya.

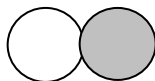
Demikianlah maka, bulutangkis, bolabasket dan sepakbola adalah olahraga aerobik, sama halnya dengan lari 5000 m dan 10.000 m, walaupun berbeda dalam bentuk/kejadian meningkatnya olahdaya anaerobik. Pada bulutangkis s/d sepakbola tersebut di atas peningkatan olahdaya anaerobik terjadi melalui bentuk peningkatan yang sangat berubah-ubah oleh karena memang intensitas gerakannya yang sangat berubah-ubah, sedang pada lari 5000 m dan 10.000 m bentuk peningkatan olahdaya anaerobiknya adalah homogen dan konstan.

Perbedaan gerak yang berkaitan dengan pola perubahan olahdaya anaerobik memang perlu mendapat perhatian khusus masing-masing pelatih, untuk kepentingan pengembangan kemampuan/cara melatihnya, yang memang memerlukan cara latihan yang sangat berbeda. Dengan perkataan lain dapat dikemukakan disini bahwa bulutangkis s/d sepakbola tersebut di atas dan lari 5000 m dan 10.000 m semuanya adalah cabang-cabang olahraga aerobik yang dengan sendirinya dituntut

adanya kemampuan aerobik yang tinggi. Akan tetapi kemampuan aerobik yang tinggi tidak mungkin dapat ditingkatkan lagi bila kemampuan anaerobik tidak ditingkatkan lebih lanjut. Ini berarti bahwa pada olahraga aerobik-pun kemampuan anaerobik perlu diusahakan peningkatannya untuk dapat merangsang peningkatan kemampuan aerobiknya lebih lanjut! Singkatnya ialah bahwa: Olahragawan aerobik perlu pula latihan anaerobik pada otot-otot yang bersangkutan. Contoh: Pelari 5000 m perlu diberi latihan (ditingkatkan) kekuatan otot-otot tungkainya (kemampuan anaerobik) dan dilatih (ditingkatkan) daya tahan dinamisnya (kemampuan aerobik otot-otot tungkai itu), disamping latihan daya tahan umum, untuk dapat meningkatkan lebih lanjut kapasitas aerobiknya !! (Giriwijoyo,Y.S.S. 1988: Tinjauan Ilmu Faal tentang Latihan Otot).

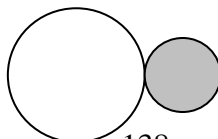
Dibawah ini diberikan gambar-gambar diagram olahdaya anaerobik dan aerobik, perubahannya serta tata hubungannya satu dengan yang lain.

1. Istirahat : Anaerobik = Aerobik



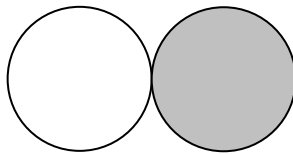
2. Permulaan aktivitas fisik: Olahdaya anaerobik langsung meningkat sesuai tuntutan aktivitas fisik; olahdaya aerobik lebih lambat penyesuaiannya, sehingga

$$\text{Anaerobik} > \text{Aerobik}$$

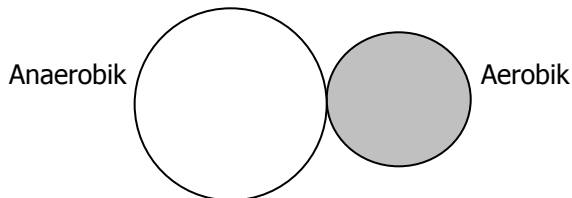


3. a. Steady state (keadaan mantap): Pada keadaan ini olahdaya anaerobik dan aerobik berada dalam keadaan seimbang lagi, tetapi pada tingkat olahdaya yang lebih tinggi dari pada keadaannya pada istirahat :

Anaerobik = Aerobik



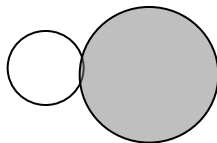
- b. *Over load (Beban supramaximal)* : Pada keadaan ini olahdaya anaerobik > aerobik oleh karena olahdaya aerobik tidak dapat menyamai olahdaya anaerobik yang > dari $VO_2 max$.



4. Pemulihan :

Olahdaya anaerobik langsung kembali ke keadaan istirahat; olahdaya aerobik lebih lambat penyesuaiannya sehingga :

Anaerobik < Aerobik



Setelah terjadi pemulihan sempurna maka olahdaya anaerobik dan

aerobik kembali seimbang pada tingkat istirahat seperti pada nomor satu.

Perubahan tingkat olahdaya anaerobik berlangsung sangat cepat sesuai perubahan intensitas aktivitas fisik yang sedang terjadi, oleh karena memang olahdaya anaerobiklah yang merupakan pemasok langsung kebutuhan energi untuk terjadinya gerak. Sedang perubahan tingkat olahdaya aerobik selalu terlambat karena harus menunggu penyesuaian fungsi ES-II.

Lukisan olahdaya dengan diagram tersebut di atas sulit untuk dapat menggambarkan perubahan olahdaya pada berbagai bentuk aktivitas fisik. Oleh karena itu dengan memperhatikan sifat-sifat perubahan olahdaya tersebut di atas maka perubahan olahdaya pada berbagai bentuk aktivitas fisik dilukiskan dalam bentuk grafik. Perubahan olahdaya anaerobik dilukiskan dalam bentuk grafik berupa garis-garis lurus yang membentuk sudut-sudut 90° sedangkan perubahan olahdaya aerobik dilukiskan dalam bentuk grafik berupa garis-garis lengkung. Pada keadaan seimbang yaitu pada keadaan istirahat dan *steady state* (keadaan mantap), kedua garis grafik itu berimpitan.

Di bawah ini dilukiskan grafik perubahan olahdaya anaerobik dan aerobik untuk berbagai bentuk aktivitas fisik. Perhatikan perubahan besar porsi olahdaya anaerobik dan porsi olahdaya aerobik pada peralihan dari olahraga anaerobik dominan ke olahraga aerobik dominan. Perhatikan pula bahwa pada bentuk olahraga yang sangat berubah-ubah intensitas geraknya, bentuk olahdaya anaerobik sangat berubah-ubah pula sesuai dengan perubahan intensitas geraknya, sedang perubahan olahdaya aerobik berlangsung lebih lembut dan relatif rata sesuai dengan

rata-rata intensitas gerak yang dilakukan selama melakukan olahraga.

Gambar Olahraga anaerobik : 0 – 2 menit.

Grafik olahdaya anaerobik dan aerobik pada lari 1' maximal (\pm 400 m). Selama melakukan olahraga proses aerobik tidak dapat mengimbangi proses anaerobik, karena proses anaerobik terlalu besar dan waktunya terlalu singkat.

Selama melakukan olahraga, proses aerobik hanya mendapat "meliput" proses anaerobik seluas daerah bergaris-garis saja. (proses aerobik 30% proses anaerobik 70%). Sisa proses anaerobik akan di "liput" oleh proses aerobik pada masa pemulihan.

Gambar Olahraga "campuran" anaerobik-aerobik : 2 – 8 menit.

Makin dekat ke 2' makin penting peran olahdaya anaerobik, makin dekat ke 8' makin penting peran olahdaya aerobik. Contoh di atas menunjukkan grafik olahdaya anaerobik dan aerobik pada lari maksimal 1500 meter (\pm 4 - 5 menit). Perhatikan: olahdaya anaerobik yang dapat di "liput" oleh olahdaya aerobik makin luas, karena waktu melakukan olahraga lebih panjang.

Gambar Olahraga aerobik tanpa "steady state" : 8 menit →.

Gambar di atas menunjukkan grafik olahdaya anaerobik dan aerobik pada lari maximal 3000 M (Tes 12 menit).

Perhatikan : Olahdaya anaerobik yang dapat di"liput" oleh olahdaya aerobik makin luas > 70%. Terlihat bahwa makin panjang waktu untuk menampilkan olahraga itu secara maximal, makin besar tuntutan dibebankan pada olahdaya aerobik. Waktu untuk menampilkan fungsi ES-II sampai maximal ialah ± 4-5 menit.

Gambar Olahraga aerobik dengan "steady state" : 8 menit →.

Gambar di atas menunjukkan grafik olahdaya anaerobik dan aerobik pada lari maraton. Terlihat keadaan "steady state" selama lari s/d akhir. Dalam grafik ini pelari tidak melakukan sprint akhir. Pada keadaan "steady state" seluruh olahdaya anaerobik dapat di"liput" oleh olahdaya aerobik. Seharusnya pelari melakukan sprint akhir menjelang garis finis. Dalam hal demikian maka grafik pada bagian akhir menjadi seperti grafik pada lari maximal 1500-3000 M, tergantung dari mana ia mulai melakukan sprint akhirnya.

Gambar Olahraga dengan intensitas berubah.

Lari maximal 1'-anaerobik-, diikuti lari lambat 5' -aerobik-, pada waktu lari lambat olahdaya aerobik > anaerobik: artinya: dengan mengurangi intensitas gerak/lari berarti terjadi pemulihan parsial terhadap olahdaya anaerobik yang terjadi sewaktu lari maximal 1' kemudian terjadi "steady state" lalu terjadi pemulihan total setelah berhenti.

Gambar: Olahraga dengan berbagai intensitas.

Grafik olahdaya anaerobik berubah-ubah sesuai dengan perubahan intensitas, membentuk garis-garis yang membuat sudut-sudut siku, sedang grafik olahdaya aerobik berupa garis lengkung yang berusaha mengikuti perubahan olahdaya anaerobiknya.

Pada menit ke 10 s/d 16 intensitas/kecepatan lari menurun tetapi olahdaya anaerobik masih lebih besar dari VO_2 max (=kemampuan maximal untuk mengambil O_2 /men). Oleh karena itu tidak terjadi steady state. Steady state hanya dapat terjadi bila besar olahdaya

anaerobik/ men, sama atau lebih kecil dari $VO_2\text{max}$.

Pada contoh di atas : olahraga terpaksa harus dihentikan atau dikurangi lagi intensitasnya bila olahdaya anaerobik telah mencapai kapasitas maksimal ($\text{max.O}_2 \text{ debt}$), dalam contoh di atas pada menit ke 16, agar terjadi pemulihan.

Gambar: Olahraga dengan intensitas yang sangat berubah-ubah: Tenis, Bulutangkis dan sejenisnya.

Grafik olahdaya anaerobik sangat berubah-ubah sesuai perubahan intensitas gerak dan strokesnya. Olahdaya aerobik mencoba mengikuti perubahan itu. Sepanjang penampilannya memerlukan waktu $\geq 8'$ dan olahdaya anaerobik yang di"liput" oleh olahdaya aerobik rata-rata $\geq 70\%$, maka olahraga itu masuk jenis olahraga AEROBIK!

LATIHAN

1. Apa pengertian Ergosistema (ES) ?
2. Tuliskan pembagian dan rincian ES (Sistema Kerja = SK) !
3. Apa fungsi dasar dari sistema-sistema yang termasuk dalam ES-I ?
4. Apa fungsi dasar dari sistema-sistema yang termasuk dalam ES-II ?
5. Apa kualitas yang ditimbulkan oleh masing-masing sistema termaksud ?
6. Apa saja komponen dasar anatomis Kebugaran Jasmani ?
7. Apa saja komponen dasar fisiologis Kebugaran Jasmani ?
8. Jelaskan macam-macam olahdaya yang sdr. ketahui !
9. Jelaskan macam-macam olahraga ditinjau dari proses penyediaan energi !
10. Bagaimana proses penyediaan Energi saat a). istirahat b). permulaan kerja/olahraga, c). *steady state*, d). akhir kerja.
11. Energi dari proses apa dan dari zat apa yang digunakan pada saat: melangkah, memukul, loncat, menendang. (Lengkapi dengan bagan).
12. Energi dari proses apa yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan dari kumulasi gerakan-gerakan pada olahraga bulutangkis ?



BAB
8

OKSIDAN DAN ANTIOKSIDAN

H.Y.S.Santosa G.

PENDAHULUAN

Pembaca diajak untuk memahami apa yang dimaksud dengan radikal bebas, antioyidan, peran olahraga kesehatan dalam hubungan dengan radikal bebas, dan peran antioyidan.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari bab 8 ini mahasiswa/pembaca diharapkan memahami :

- Manfaat dan mudarat oksidan
- Macam-macam dan manfaat antioksidan exogen
- Manfaat olahraga kesehatan sebagai antioksidan
- Manfaat antioksidan terhadap penyakit degeneratif dan keganasan.

RADIKAL BEBAS (OKSIDAN)

Lebih dahulu perlu diketahui apa yang dimaksud dengan radikal. Radikal dalam Ilmu Kimia adalah sekumpulan atom-atom yang berperilaku sebagai satu kesatuan, misalnya radikal karbonat (CO_3^{2-}), radikal nitrat (NO_3^-) dan radikal metil (CH_3^-). Radikal bebas atau oksidan adalah molekul oksigen yang tidak stabil dan molekul tidak stabil lain yang mengandung satu atau lebih elektron bebas (elektron yang tidak berpasangan = unpaired electrons), yang menyebabkannya menjadi molekul yang sangat reaktif. Elektron bebas adalah elektron yang mengorbit atom atau molekul secara bebas. Adanya satu atau lebih elektron bebas ini menyebabkan senyawa itu menjadi sedikit paramagnetik (tertarik pada medan magnet), yang dapat menyebabkannya menjadi sangat reaktif. Radikal bebas dapat terbentuk oleh karena mendapat elektron (peristiwa reduksi) atau kehilangan elektron (peristiwa oksidasi). Banyak radikal bebas yang sedemikian tidak stabilnya sehingga keberadaannya hanya sekejap yaitu dalam bilangan mikrodetik. Peran merusak dari radikal bebas baru dikenal setelah tahun

1954 (Cooper 1994).

Dalam tubuh terdapat molekul oksigen yang stabil dan yang tidak stabil. Molekul oksigen yang stabil sangat penting untuk memelihara kehidupan. Sejumlah tertentu radikal bebas diperlukan untuk kesehatan, tetapi kelebihan radikal bebas bersifat merusak dan sangat berbahaya. Fungsi radikal bebas dalam tubuh adalah melawan radang, membunuh bakteri dan mengatur tonus otot polos dalam organ tubuh dan pembuluh darah.

Produksi radikal bebas yang terlalu banyak terjadi oleh adanya berbagai faktor misalnya: sinar ultra violet (terdapat dalam sinar matahari), kontaminan dalam makanan, polusi udara, asap rokok, insektisida dan olahraga berat serta stress.

Penelitian menunjukkan hubungan yang jelas antara radikal bebas dengan penyakit jantung dan pembuluh darah, kanker, katarak dan penuaan dini. Penyakit lain yang termasuk disebabkan oleh radikal bebas adalah: stroke, asthma, pancreatitis, radang usus besar misalnya adanya divertikulitis, colitis ulceratif, ulkus pepticum, gagal jantung kongestif kronik, penyakit Parkinson, anemia *sickle cell*, leukemia, rheumatoid arthritis, perdarahan otak, tekanan darah tinggi serta meningkatnya kematian dini.

Dalam hal penyakit jantung dan pembuluh darah, kejadiannya adalah oleh karena radikal bebas merusak kolesterol LDL (Low Density Lipoprotein = kolesterol dengan kepadatan rendah, yang dikenal juga sebagai kolesterol "jahat"). Kolesterol ini menyebabkan timbunan lipida (lemak) dalam dinding pembuluh darah arteri. Bila kolesterol LDL yang tertimbun ini tidak dirusak, sesungguhnya tidak membahayakan.

Perusakan ini terjadi oleh radikal bebas yang berlebihan, yang menyebabkan kolesterol tinggi dalam darah dikaitkan dengan proses atherosclerosis. Proses atherosclerosis menyebabkan pembuluh darah arteri menjadi sempit, keras dan kaku, yang bila mengenai sistem pembuluh darah koroner, dapat menyebabkan terjadinya serangan jantung. Radikal bebas juga dikaitkan dengan kadar kolesterol HDL (High Density Lipoprotein, yang dikenal juga sebagai kolesterol "baik") yang rendah. Kolesterol HDL ini menghambat tertimbunnya kolesterol LDL di bawah tunika intima dinding pembuluh darah dan dengan demikian mencegah terjadinya penyakit kardiovaskular. Perusakan timbunan LDL-kolesterol yang dipicu oleh radikal bebas merupakan awal dari timbulnya peristiwa radang yang dimulai oleh terjadinya fagositose LDL yang rusak oleh lekosit, tetapi lekosit kemudian terjebak dalam kolesterol yang menyebabkan terjadinya pembentukan sel busa (foam cell), pembengkakan dan peradangan, serta terjadinya penebalan dinding dan penyempitan arteri.

Dalam hal kanker, radikal bebas telah dituding sebagai bagian dari penyebab terjadinya kanker paru, cervix (leher rahim), kulit, lambung, prostat, kolon dan usofagus, karena radikal bebas menyerang inti sel, dalam hal ini DNA (Deoxyribo nucleic acid) yang mengatur mitosis, dengan akibat sel berkembang secara tidak terkendali dan terjadilah keganasan.

Radikal bebas juga dapat menyebabkan katarak dini dan penuaan dini oleh karena radikal bebas menimbulkan kerusakan pada berbagai jaringan penutup tubuh misalnya jaringan kulit dan jaringan pembungkus lensa mata. Radikal bebas memperberat proses penuaan melalui

terjadinya perusakan DNA dan LDG (Longevity Determinant Genes).

Penelitian menunjukkan bahwa di dalam tubuh terdapat zat antioksidan yang dapat menangkal pengaruh buruk oksidan. Tubuh membentuk antioksidan endogen yang membasmi kelebihan produksi oksidan untuk mencegah kerusakan dalam tubuh. Akan tetapi bila jumlah radikal bebas sangat berlebihan maka diperlukan juga antioksidan yang berasal dari luar tubuh yang disebut antioksidan exogen; yang terpenting di antaranya adalah Vit. C, Vit. E dan beta karoten (Provitamin A).

Kebutuhan antioksidan

Dari penelitian diketahui bahwa:

- Kebutuhan antioksidan ternyata lebih tinggi dari pada yang selama ini diketahui
- Pria membutuhkan lebih banyak anti oksidan dari pada wanita
- Usia \geq 50 tahun membutuhkan antioksidan yang lebih banyak dari pada usia muda
- Aktivitas yang lebih banyak memerlukan antioksidan yang lebih banyak.

Sisi gelap dari oksigen

Semua mahluk dan tumbuhan, kecuali yang bersifat anaerobik, memerlukan oksigen untuk menghasilkan energi secara efisien. Oksigen adalah unsur yang paling banyak dijumpai pada kerak bumi (jumlah atomnya meliputi 53,8%). Jumlahnya dalam udara kering adalah 21%. Pada tekanan barometer 760 mmHg, tekanan parsial oksigen adalah 159

mmHg. Oksigen juga terlarut dalam air laut, danau, sungai dan genangan-genangan air. Akan tetapi oksigen juga bersifat racun. Molekul diatomik oksigen (O_2) di atmosfer bumi itu sendiri adalah radikal bebas dan penyebab utama reaksi-reaksi radikal dalam sel-sel hidup.

Oksigen dalam jumlah besar dapat menimbulkan gejala keracunan dan kerusakan sel. Misalnya tekanan O_2 tinggi seperti pada kegiatan penyelaman, dapat menyebabkan terjadinya keracunan O_2 akut pada susunan saraf pusat (SSP) yang menyebabkan terjadinya kejang-kejang. Ikan, tikus dan binatang lain bila dipaparkan terhadap oksigen dalam kadar tinggi akan mengalami kerusakan jaringan, pertumbuhan yang lambat dan cedera yang lain. Pada manusia, bernafas pada oksigen murni untuk misalnya selama enam jam dapat menyebabkan sakit otot dada, batuk dan nyeri tenggorokan dan bila lebih lama lagi dapat menyebabkan kerusakan sel-sel alveoli yang bersifat irreversibel. Pengamatan klinik dan experimental terkini menunjukkan bahwa O_2 dapat memperburuk kerusakan paru yang disebabkan oleh penyebab-penyebab lain, sekalipun dalam kadar yang diperkirakan aman.

Pengaruh toksik dari O_2 terhadap hewan dan manusia merupakan masalah penting dalam hubungan dengan penyelaman dan penggunaan O_2 dalam pengobatan kanker, gangren gas dan juga dalam mendesain pasokan gas dalam pesawat ruang angkasa.

Kadar O_2 tinggi juga menyebabkan terjadinya "reaksi stress" umum pada binatang, yang merangsang sejumlah kelenjar endokrin. Bila misalnya kelenjar thyroid dibuang, maka reaksi toxic dari O_2 kadar tinggi menurun; sedangkan bila diberi thyroxin, cortison atau adrenalin, maka keadaan akan menjadi lebih buruk. Kasus abnormalitas fetal meningkat

bila hewan bunting dipaparkan terhadap kadar O_2 tinggi.

Dampak merusak dari O_2 terhadap mahluk aerobik bervariasi luas tergantung pada jenis binatang, umur, kondisi fisiologik dan gizinya. Ketahanan terhadap keracunan O_2 dipengaruhi oleh komposisi diet, misalnya jumlah vit A, E, C, logam berat, antioksidan (sekarang ditambahkan pada banyak macam makanan) dan asam lemak tak-jenuh. Misalnya tikus-tikus yang diberi diet bebas lemak tetapi diberi suplemen levertran (cod liver oil), ternyata mempunyai toleransi yang lebih baik dari pada yang diberi suplemen minyak kelapa. Tikus-tikus yang diberi kadar glukosa tinggi dalam darahnya, ternyata dapat menunda terjadinya kejang-kejang oleh O_2 bertekanan tinggi (Halliwell & Gutteridge, 1991).

Ditemukan empat bentuk oksigen yang destruktif yaitu: radikal hydroxil dan radikal superoksida serta dua macam bentuk molekul oksigen yang disebut sebagai "species oksigen reaktif non-radikal".

Pertahanan tubuh terhadap radikal bebas

Tahun 1968 (Cooper 1994) ditemukan enzim antioksidan endogen yang pertama yaitu superoxide dismutase (SOD), serta antioksidan exogen yaitu Vit. E, Vit. C dan beta karoten. Fungsi SOD adalah menyingkirkan radikal bebas superoksida.

Radikal hydroxil adalah radikal bebas yang sangat destruktif dan telah dikaitkan dengan berbagai penyakit berat antara lain keganasan melalui pengaruhnya merusak DNA dalam inti sel yang menyebabkan terjadinya mutasi sel. Meningkatnya keganasan pada usia yang semakin tua, sebagian disebabkan oleh meningkatnya jumlah radikal bebas yang

dihasilkan, disertai dengan menurunnya kemampuan sistem immuun untuk mengeliminir sel yang berubah.

Penelitian pada perokok dalam hubungan dengan penuaan dan kejadian kanker menunjukkan bahwa sesungguhnya 70% dari padanya tidak benar-benar disebabkan oleh rokok, tetapi lebih karena terbentuknya radikal bebas yang berlebihan oleh karena terpapar pada lingkungan dengan udara yang terpolusi (antara lain oleh asap rokok).

Kehidupan yang penuh stress terutama yang berhubungan dengan pekerjaan, sangat meningkatkan risiko kanker colon dan rectum menjadi 5x lebih banyak, sedangkan stress oleh ketiadaan pekerjaan lebih dari enam bulan meningkatkan risiko kanker menjadi 2x lebih banyak. Selanjutnya orang yang bepergian lebih dari 120 mile mempunyai risiko kanker 3x. Perceraian atau cerai mati meningkatkan risiko kanker 50%. Stress meningkatkan produksi radikal bebas dan inilah penyebabnya (Cooper 1994).

Packer (dalam Cooper 1994) mengemukakan bahwa Vit. E dan antioksidan lain mempunyai pengaruh anti karsinogenik. Para peneliti juga telah menemukan hubungan kanker paru dengan kadar beta karoten yang rendah. Asupan buah-buahan dan sayuran yang rendah, khususnya sayuran hijau-merah atau oranye misalnya wortel, secara konsisten dikaitkan dengan meningkatnya risiko kanker paru. Jadi beta karoten memang bersifat protektif (Cooper 1994).

Vit. E juga menurunkan kanker prostat sebesar 34%, kanker colon dan rectum sebesar 16% dan penurunan angka kematian sebesar 5% oleh penyakit jantung iskemik di antara para perokok. Juga ditemukan hubungan antara Vit. E dan beta karoten yang tinggi dengan rendahnya

kasus kanker kulit (melanoma), kanker kandung kencing dan kanker rectum.

Vit. C diketahui memberi perlindungan terhadap kanker usofagus, larynx, rongga mulut, lambung, pancreas, rectum, payudara dan cervix. Vit C memperkuat pengaruh Vit. E mencegah terjadinya oksidasi (perusakan oleh radikal bebas) terhadap LDL-kolesterol dan terbentuknya sel busa. Pembentukan sel busa merupakan awal proses atherosclerosis yang berakibat serangan jantung dan stroke. Penggunaan antioksidan mencegah proses atherosclerosis walau tidak disertai dengan perubahan profil kolesterol darah.

Radikal bebas memancar dari lekosit atau makrofag untuk menyerang LDL-kolesterol yang menyebabkan sel-sel itu terjebak dan bergabung dengan LDL-kolesterol untuk membentuk sel-sel busa sehingga terjadilah atherosclerosis. Steinberg (dalam Cooper 1994) menyimpulkan bahwa oksidasi LDL-kolesterol adalah faktor utama pada kejadian penyakit atherosclerosis pembuluh darah (coroner).

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pemberian antioksidan exogen dapat:

- Meningkatkan perlindungan terhadap berbagai bentuk keganasan
- Meningkatkan ketahanan terhadap penyakit kardiovaskular misalnya atherosclerosis, serangan jantung dan stroke.
- Memberi perlindungan terhadap penglihatan dengan mencegah terjadinya katarak
- Menghambat penuaan dini
- Meningkatkan kemampuan sistem immuun
- Mengurangi risiko terjadinya penyakit Parkinson dini.

Pengelompokan orang berdasarkan aktivitas fisik

Berdasarkan intensitas aktivitas fisiknya, orang dikelompokkan menjadi tiga kelompok:

1. Pesantai yaitu orang yang tidak melakukan olahraga kecuali aktivitas fisik dalam peri kehidupan sehari-hari
2. Pelaku olahraga kesehatan yaitu mereka yang melakukan olahraga dengan intensitas rendah sampai sedang (Blair dalam Cooper 1994)
3. Pelaku olahraga setingkat atlet yaitu mereka yang melakukan olahraga berat.

Pelaku olahraga dengan intensitas tinggi sampai *exhaustive*, menghasilkan radikal bebas dalam jumlah besar yang dapat menimbulkan kerusakan oksidatif pada jaringan otot, hepar, darah dan jaringan lain. *Over training* meningkatkan produksi radikal bebas yang melebihi kemampuan antioksidan endogen yang dapat menimbulkan kerusakan pada otot dan skelet. Oleh karena itu pelaku olahraga berat memerlukan tambahan antioksidan exogen. Tetapi otot yang terlatih lebih tahan terhadap stress oksigen kecuali bila olahraga demikian berat dan lama yang memerlukan pemakaian glikogen otot yang tinggi.

Mekanisme pembentukan oksidan selama olahraga

1. Kebocoran elektron

Pada olahraga berat konsumsi oksigen dapat meningkat 10-20x istirahat atau lebih. Sedangkan serabut otot yang paling terbebani (paling aktif) dapat mengkonsumsi O₂ 100-200x normal (Cooper

1994). Pemakaian O_2 yang luar biasa banyak ini memicu pembebasan oksidan dalam jaringan itu dan dapat melelahkan mitochondria yang merupakan pusat pembentukan energi.

2. *Ischaemic reperfusion* (Cooper 1994)

Pada olahraga berat, darah yang menuju ke organ-organ yang tidak aktif misalnya hepar, ginjal, lambung dan usus, dialihkan ke otot-otot yang aktif (tungkai dan jantung). Hal ini menyebabkan terjadinya kekurangan O_2 (hypoxia) secara akut pada organ-organ tersebut. Bila olahraga dihentikan, darah akan dengan cepat mengalir kembali ke organ-organ tersebut. Proses ini disebut sebagai "*reperfusion*" dan hal ini dikaitkan dengan terbebasnya oksidan dalam jumlah besar. Hal demikian juga terjadi pada otot yang terlibat dalam olahraga berat (*over load*) terutama bila mendekati atau mencapai tingkat *exhaustion*.

Mengukur radikal bebas dalam olahraga

Keberadaan radikal bebas hanya selama sepersekian detik, karena itu tidak dapat dilacak dalam keadaan aslinya, sehingga harus dilacak melalui sisa-sisa dampak pengaruhnya (residunya). Salah satu residu itu ialah gas pentana yang terdapat dalam udara respirasi. Residu yang lain ialah thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) yang terdapat di dalam darah. Pengukuran pentana yang dilakukan tahun 1928 pada sejumlah orang yang melakukan latihan dengan ergocycle (Cooper 1994) adalah sebagai berikut :

Waktu	% max.	Kadar pentana
-------	--------	---------------

20'	25-50%	kadar pentana dalam udara expired tidak ada perubahan
20'	75%	kadar pentana hampir 2x lipat.

Hasil pengukuran di atas menunjukkan bahwa olahraga berat menghasilkan radikal bebas yang lebih banyak.

Pemeriksaan melalui TBARS juga menunjukkan adanya kenaikan pembentukan radikal bebas pada olahraga dengan intensitas 100% kemampuan maksimal, sebaliknya akan menurun bila melakukan olahraga dengan intensitas 40-70% kemampuan maksimal (Cooper 1994).

Eric Witt, Lester Packer dll. dalam Journal of Nutrition 1992 (Cooper 1994) mengemukakan bahwa kemungkinan atau kesempatan untuk menemukan tanda-tanda kerusakan oksidatif selama olahraga agaknya tergantung pada intensitas olahraga, tempat pengambilan sampel dan tingkat keterlatihan subjek. Latihan berat atau *exhaustive* pada subjek yang tidak terlatih lebih mungkin menyebabkan terjadinya kerusakan oksidatif, dan juga lebih mungkin dilihat dalam otot daripada dalam darah. Hal ini sesuai dengan penelitian Neil Gordon (1993 dalam Cooper 1994) yang memilih 10 pria dan 10 wanita yang terlatih dan 10 pria dan 10 wanita yang tidak terlatih yang selama 6 minggu sebelumnya tidak menggunakan suplemen antioksidan. Separuh dari pria tersebut adalah atlet yang sangat terlatih dan dalam kondisi baik yang berlatih lari mencapai jarak 35 km (22 mil)/minggu dan separuh pria yang lainnya adalah benar-benar pesantai. Sedangkan separuh dari wanita tersebut adalah terlatih baik tetapi tidak berlatih seintensif pria. Wanita-wanita ini rata-rata berlatih lari 16 km (10 mil)/minggu secara teratur dan separuh

wanita lainnya adalah benar-benar pesantai. Penelitian menggunakan indikator TBARS dalam darah. Mula-mula sampel diukur kadar TBARSnya dalam kondisi istirahat penuh dengan 3x pengukuran dengan selang waktu satu minggu. Kemudian sampel dites dengan jentera (*treadmill*) sampai *exhaustion* dan sampel darah diambil pada jam 0, +1, +6 dan +12 setelah latihan. Hasilnya adalah sbb :

Kelompok	Latihan	TBARS
Wanita	cukup terlatih	1.57
Pria	tidak terlatih	1.71
Wanita	tidak terlatih	1.82
Pria	sangat terlatih	2.32

Dari hasil tersebut terlihat bahwa olahraga teratur dengan intensitas ringan-sedang memang bersifat antioksidan.

Intensitas olahraga kesehatan (Lihat juga di Bab 4) :

1. Batas maximal intensitas olahraga kesehatan adalah : 80% denyut nadi maximal (DNM) sesuai umur (220-umur dalam tahun)
2. Dosis tidak melebihi 50 *points*/minggu. Di bawah ini diberikan contoh aktivitas yang > 50 *points*/minggu (Cooper 1994) sehingga olahraga kesehatan yang dilakukan harus dengan dosis/intensitas di bawahnya :
 - *Pejogging* usia < 30 tahun, lari dengan kecepatan 5 km (3 mil) dalam 24 menit dengan frekuensi 5x/minggu → menghasilkan nilai 85 *points*.
 - *Pejogging* usia 40 tahun yang melakukan *jogging* di atas

treadmill datar selama 30 menit, dengan frekuensi 5x/minggu → menghasilkan nilai 70 *points*.

- *Pejogging* usia 55 tahun yang melakukan *jogging* 5 km (3 mil) dalam waktu 32 menit dengan frekuensi 5x/minggu → menghasilkan nilai 55 *points*.

Manfaat antioxidant

Penggunaan antioxidant yang terdiri dari sejumlah Vit. E 600 mg, Vit. C 1000 mg dan β -carotene 30 mg selama 6 bulan menurunkan radikal bebas sebesar 17-36%. Bila terjadi defisiensi mineral selenium, maka antioxidant endogen GSH (glutathion peroxidase) dalam tubuh menjadi lemah atau jumlahnya menurun. GSH menangkal pengaruh buruk dari hydrogen peroxidase. GSH menangkal proses peroxidasi lipida yang menyebabkan teroksidasinya kolesterol "buruk" LDL. Dengan demikian selenium secara tidak langsung adalah juga satu antioxidant.

Vit. E terdapat dalam kolesterol LDL dan fungsinya adalah untuk menangkal ancaman radikal bebas terhadap perubahan LDL menjadi sel busa. Vit. C memperkuat pengaruh antioxidant dari Vit. E dalam mencegah atherosclerosis. Vit. E secara dramatis menurunkan kadar pentana dalam udara expired sebanyak 75%.

Latihan Kekuatan

Latihan-latihan yang bersifat kekuatan (anaerobik dominan) juga menghasilkan sejumlah besar radikal bebas; maka antioxidant juga akan sangat bermanfaat. Dalam hal ini suplemen antioxidant mempercepat

pemulihan dan regenerasi otot setelah olahraga.

Pendaki gunung dan pemanjat tebing adalah atlet-atlet kekuatan, sehingga harus mempunyai otot-otot yang terlatih pada seluruh tubuhnya. Pada panjatan di ketinggian, kadar pentana dalam udara expirasinya meningkat, yang berarti terbentuknya radikal bebas dalam jumlah besar. Tetapi bila mereka makan Vit. E 200 mg/hari untuk selama empat minggu maka pembentukan pentana menurun sedangkan kemampuan kerjanya meningkat. Vit. E juga akan mencegah *muscle soreness* dan kejang otot (*cramps*).

Dalam olahraga kesehatan, tujuan utama latihan kekuatan adalah untuk mencegah atrofi/hypotrofi otot dan osteoporosis, dan agar otot dan tulang dapat memenuhi tuntutan tugas kemandirian dalam perikehidupan bio-psiko-sosiologik masing-masing individu.

Sejak usia pertengahan yaitu sekitar usia 30 tahun, massa tulang berkurang (osteoporosis) 1% tiap tahun (Cooper 1994) dan pada wanita menopause meningkat menjadi 4% per tahun selama 5 tahun pertama kemudian melambat.

Dengan meningkatnya kesejahteraan, maka jumlah orang lanjut usia (lansia) juga semakin meningkat khususnya dalam 10-20 tahun mendatang karena ledakan penduduk pada saat ini berusia sekitar 30-40 tahun. Akan menjadi tragedi nasional bila kita tidak mengantisipasi kehadiran para lansia yang jumlahnya semakin meningkat. Lansia harus diberdayakan untuk mau berusaha dan mau mencapai tingkat kebugaran jasmani minimal yaitu kemandirian dalam peri kehidupan bio-psiko-sosiologik, yang juga merupakan tingkat kesehatan dinamis minimal bagi mereka. Cooper (1994) mengatakan bahwa rata-rata orang mengalami

masa ketidak-berdayaan 10 tahun sebelum akhirnya meninggal dan bagian terbesar ketidak-berdayaan fisik ini dapat dicegah atau setidaknya dapat diminimalkan melalui program latihan olahraga kesehatan, yang harus juga meliputi latihan kekuatan untuk mencegah atrofi/hipotrofi otot dan osteoporosis. Jadi latihan kekuatan di sini bukanlah untuk kedigjayaan melainkan untuk kesehatan !

Langkah penting untuk pencegahan atrofi/hipotrofi otot dan osteoporosis adalah latihan dengan menggunakan beban (*weight bearing training*) yang teratur, misalnya senam dengan menggunakan beban. Untuk pembebanan dapat digunakan benda-benda murah yang mudah didapat misalnya sebotol air minum kemasan 600 ml yang berarti pembebanan seberat 600 gram !

Kekuatan penting untuk pemeliharaan dan peningkatan kemampuan gerak dasar yang menjadi dasar bagi kemandirian dalam peri kehidupan bio-psiko-sosiologik yang harus dimiliki para lansia (Baca buku : Olahraga Kesehatan dan Kebugaran jasmani pada lanjut usia).

Overtrained

Overtrained merupakan akibat latihan dengan dosis/intensitas yang berlebihan yang menyebabkan terjadinya gejala-gejala *overtrained*. Gejala-gejala *overtrained* ini hakekatnya adalah akibat gangguan homeostasis. Gejala-gejala *overtrained* adalah (Neil F. Gordon dalam Cooper 1994) sebagai berikut :

1. Insomnia (susah tidur) & sakit kepala
2. Sulit memusatkan perhatian (berkonsentrasi)
3. Gairah & motivasi menurun

4. Lesu, letih dan lemah sehingga menjadi rentan cedera
5. Rasa lelah > 24 jam
6. Anorexia (mual)
7. Gangguan fungsi pencernaan – diare
8. Berat badan menurun
9. Haus dan banyak minum di malam hari
10. Tekanan darah menurun dan terjadi orthostasis
11. Nadi istirahat meningkat > 10 denyut & nadi terhadap standar latihan sangat meningkat
12. Tungkai terasa berat
13. Dosis latihan tak habis
14. Nyeri otot dan sendi
15. Rentan terhadap alergi dan infeksi
16. Penyembuhan luka : lambat
17. Lymphadenitis (radang kelenjar getah bening)
18. Amenorrhoea / oligomenorrhoea / tak teratur
19. Hemolisis meningkat sehingga dapat terjadi anemia
20. Libido menurun.

Latihan untuk olahraga prestasi harus seoptimal mungkin, oleh karena itu dosis dan intensitas latihan harus sedekat mungkin dengan kondisi yang menyebabkan *overtrained*, dan bila terdapat gejala *overtrained* maka dilakukan penurunan beban latihan (*unloading*). Dengan memahami Ilmu Faal Olahraga maka *overtrained* berat dapat dihindari.

LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan radikal bebas atau oksidan, apa sifat-sifatnya dan apa fungsinya ?
2. Faktor-faktor apa saja yang dapat meningkatkan produksi oksidan ?
3. Apakah faktor yang merugikan dari radikal bebas dan bagaimana mekanisme terjadinya penyakit oleh radikal bebas ?
4. Apa yang dimaksud dengan kolesterol LDL dan kolesterol HDL ? Bagaimana peran masing-masing ?
5. Bagaimana hubungan radikal bebas, kolesterol LDL dan serangan jantung ?
6. Bagaimana hubungan radikal bebas dengan keganasan ?
7. Bagaimana hubungan radikal bebas dengan katarak dan ketuaan dini?
8. Apa yang dimaksud dengan antioksidan, ada berapa macam dan sebutkan contoh-contohnya dan apa perannya?
9. Apa yang dimaksud dengan sisi gelap dari oksigen ?
10. Bagaimana hubungan antara stress dengan keganasan dan apa penyebabnya ?
11. Apa yang dimaksud dengan antioksidan exogen, macam dan perannya masing-masing ?
12. Apa yang dimaksud dengan sel busa, apa hubungannya dengan kolesterol LDL dan apa akibat selanjutnya ?
13. Berdasarkan intensitas aktivitas fisiknya, orang dikelompokkan menjadi berapa kelompok dan bagaimana pembagian kelompok itu serta bagaimana hubungannya dengan radikal bebas ?

14. Bagaimana pembentukan oxidan selama olahraga ?
15. Bagaimana cara mendeteksi adanya radikal bebas dan ada berapa cara yang anda ketahui ?
16. Bagaimana penelitian Neil Gordon dan apa kesimpulannya ?
17. Bagaimana Cooper menentukan batas intensitas maximal olahraga kesehatan dan berapa dosisnya per minggu ? Berikan contoh-contoh olahraga kesehatan yang melebihi dosis !
18. Mengapa antioxidan penting untuk pelaku olahraga anaerobik dominan ? Apa contohnya ?
19. Apa yang dimaksud dengan *overtrained*, apa dasar fisiologinya dan sebutkan apa gejala-gejalanya ?
20. Bagaimana prinsip pemberian dosis dan intensitas pada pelatihan olahraga prestasi dan apa tujuan dari *unloading* ?
21. Apa manfaat latihan kekuatan pada olahraga kesehatan dan terangkan bagaimana caranya ?
22. Apa tujuan mengolahragakan lansia ?

--ooo0ooo--



BAB
9

ANALISIS PENAMPILAN OLAHRAGA

H.Y.S.Santosa G.

PENDAHULUAN

Setelah memahami dasar-dasar Ilmu Faal Olahraga yang meliputi pengertian tentang:

- Ergosistema
- Komponen dasar kebugaran jasmani

- Olahdaya anaerobik dan aerobik
- Cabang olahraga anaerobik dan aerobik
- Ketahanan dan kelelahan
- Peranan ES-II pada ketahanan dan proses pemulihan
- Oksidan dan Antioksidan

maka perlu kemudian penerapannya pada tiap-tiap cabang olahraga. Untuk dapat menerapkannya perlu lebih dahulu dibuat analisis penampilannya dari tiap-tiap cabang olahraga oleh masing-masing pelatuhnya.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 9 ini mahasiswa/pembaca diharapkan memahami :

1. Pengertian tentang analisis penampilan.
2. Macam-macam kemampuan yang harus ditampilkan secara maksimal.
3. Bagan analisis penampilan macam-macam cabang olahraga serta dapat membuat analisis penampilan salah satu cabang olahraga.

PENAMPILAN TOTAL MAKSIMAL

Pelatih lebih dulu harus membuat analisis penampilan cabang olahraga yang dikelolanya agar dapat memperhitungkan berapa banyak perhatian perlu diberikan untuk masing-masing komponennya dalam hubungan dengan :

- waktu yang tersedia,
- kondisi fisik atlet saat itu,

- sasaran kemampuan yang harus dicapai.

Olahraga prestasi merupakan penampilan total maksimal setiap olahragawan, baik secara fisik maupun secara psikhis, seperti yang terlihat pada bagan di bawah ini.

Dari skema tersebut di atas terlihat jelas bahwa penampilan fisik/olahraga adalah penampilan Ergosistema yang dapat merupakan penampilan :

1. - Kemampuan dasar:
 - a. ES-I
 - b. ES-II
2. - Kemampuan teknik,
3. - Kemampuan gabungan 1 dan 2,

dengan kuantitas dan kualitas yang bervariasi sangat luas, dari mulai gerakan yang sangat ringan dan/atau sederhana sampai kepada gerakan yang sangat berat dan/atau kompleks. Dengan demikian terlihat jelas pula

Gambar bagan (skema) penampilan total maximal Olahraga Prestasi

dari skema itu bahwa semua, macam gerak/olahraga dapat dibuat analisa penampilannya. Analisa Penampilan itu terdiri dari :

- Kemampuan dasar ES-I
- Kemampuan dasar ES-II
- Ketrampilan/teknik
- Gabungan-gabungan dari 1, 2 dan 3 tersebut di atas, dengan kadarnya masing-masing sesuai dengan ciri cabang olahraga yang bersangkutan.

Dengan membuat skema itu, maka akan menjadi lebih jelas dan mudah untuk memahami apakah olahraga itu masuk jenis anaerobik atau aerobik, komponen-komponen dasar Kebugaran Jasmani apa saja yang diperlukan, apakah komponen-komponen dasar KJ-nya telah mencapai standar minimal yang diperlukan untuk menampilkan mutu tinggi cabang olahraga yang bersangkutan. Demikian pula lebih mudah memahami perlunya selalu membuat pengukuran dan pencatatan data kemajuan yang telah dicapai agar dapat selalu mengatur kembali jadwal latihan selanjutnya. Bagan berikut ini merupakan penjabaran lebih lanjut dari analisa penampilan fisik khususnya yang berhubungan dengan Ilmu Faal Olahraga. (Lihat bagan di bawah ini).

RANGKUMAN

1. Ilmu Faal Olahraga perlu difahami dan dihayati oleh Pelatih olahraga prestasi oleh karena melatih sesungguhnya adalah menerapkan Ilmu Faal Olahraga untuk mencapai prestasi terbaik pada sesuatu cabang olahraga.
2. Prestasi olahraga adalah kemampuan fisiologis yang maximal dari seseorang atlit pada sesuatu waktu **DALAM SESUATU CABANG** Olahraga tertentu.
3. Dari sudut Ilmu Faal Olahraga, dalam tubuh hanya ada 2 kelompok perangkat yang langsung berhubungan dengan gerak/olahraga yaitu:
 1. – Ergosistema I (ES I) sebagai pelaksana gerak
 2. – Ergosistema II (ES II) sebagai pendukung kelangsungan gerak.
4. Dari sudut Ilmu Faal Olahraga, komponen Kebugaran Jasmani terdiri

dari :

4.1.– Kemampuan/kualitas dasar ES I :

- kelentukan/flexibility
- kekuatan dan daya tahan otot
- koordinasi fungsi otot

4.2.- Kemampuan/kualitas dasar ES II:

- daya tahan umum/ketahanan fisik fungsional.

5. Upaya penyediaan tenaga (olahdaya/metabolisme) untuk gerak atau kerja selalu melalui 2 mekanisme:

5.1. – Olahdaya anaerobik : langsung mewujudkan gerak dan menghasilkan zat kelelahan

5.2. – Olahdaya aerobik: mendukung kelangsungan olahdaya anaerobik, memelihara *homeostasis*, mencegah kelelahan, mempercepat pemulihan. Tidak ada olahraga yang murni anaerobik atau murni aerobik.

6. Olahdaya anaerobik dan aerobik selalu saling tergantung dan saling mempengaruhi sehingga akan selalu dalam keadaan seimbang.

7. Kriteria olahraga aerobik ditentukan oleh:

7.1.– Batas olahdaya aerobik minimal 70% selama aktivitasnya

7.2.– Batas waktu minimal 8 menit tanpa-henti (non-stop).

8. Kemampuan aerobik yang tinggi hanya dapat ditingkatkan oleh kemampuan anaerobik yang lebih tinggi, artinya olahraga aerobik perlu pula diberi latihan anaerobik (weight training) pada otot-otot yang bersangkutan untuk dapat meningkatkan kemampuan anaerobiknya lebih lanjut. Sebaliknya kemampuan anaerobik yang tinggi (intensitas yang tinggi) hanya dapat dipertahankan bila ada

kemampuan aerobik yang juga tinggi, artinya olahraga anaerobik perlu pula diberi latihan aerobik, khususnya pada otot-otot yang bersangkutan (latihan aerobik setempat pada otot-otot yang bersangkutan untuk merangsang kapilarisasi) dan umumnya bagi seluruh tubuh untuk meningkatkan kapasitas aerobik, guna memelihara homeostasis, mencegah kelelahan dan mempercepat pemulihan dari kelelahan.

9. Analisis penampilan olahraga:

1. Merupakan kerangka dasar penerapan Ilmu Faal Olahraga dalam pembinaan prestasi.
2. Menjabarkan secara rinci:
 - jenis kemampuan penampilan yang diperlukan (dasar, teknik atau gabungan)
 - jenis olahdaya yang dominan
 - jenis kemampuan dasar yang perlu diukur, diuji dan dilatih.
3. Perlu difahami setiap pelatih cabang olahraga prestasi, khususnya dalam menyusun program latihan yang efisien dalam hubungan dengan:
 - waktu yang tersedia
 - kondisi fisik atlet pada saat itu
 - sasaran kemampuan yang harus dicapai.

PENUTUP

Ilmu Faal Olahraga yang disajikan dalam naskah ini masih merupakan dasar Ilmu Faal Olahraga, yang diperlukan untuk

dapat/memudahkan memahami Ilmu Faal Olahraga selanjutnya.

Ilmu Faal Olahraga terapan yang perlu diketahui lebih lanjut oleh para pelatih olahraga prestasi ialah:

1. Tinjauan Ilmu Faal tentang latihan kondisi fisik:
 - Latihan ES I, khususnya latihan otot. (Baca : Tinjauan Ilmu Faal tentang Latihan Otot : Majalah Forum Olahraga no. 4 Desember 1988)
 - Latihan ES II.
 - Dosis Olahraga serta indikatornya.
2. Tinjauan Ilmu Faal tentang latihan teknik/ketrampilan olahraga.

LATIHAN

1. Seorang atlet harus menampilkan kemampuan fisik dan psikis secara maksimal. Jelaskan kemampuan fisiologis (fungsi) apa saja yang perlu ditampilkan secara maksimal agar prestasi seorang atlet mencapai maksimal !
2. Jelaskan kemampuan fisiologis dasar !
3. Buatlah bagan analisis penampilan cabang olahraga bulutangkis!

--ooo0ooo--



**BAB
10**

**LATIHAN PENDAHULUAN DAN LATIHAN PENUTUP
PADA OLAHRAGA**

H.Y.S.Santosa G.

PENDAHULUAN

Pada bab terdahulu telah dibicarakan bahwa jasmani adalah satu ergosistema (Sistema Kerja). Telah pula diuraikan tata susunan raga

beserta tata aturan fungsinya. Dengan memahami sistematika raga sebagai satu ergosistema, maka menyusun program latihan yang fisiologis menjadi sangat mudah. Program latihan olahraga haruslah selalu dimulai dengan Latihan Pendahuluan sebelum memasuki Latihan Inti dan sebaiknya ditutup dengan Latihan Penutup setelah melakukan latihan inti.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 10 ini Mahasiswa/Pembaca diharapkan memahami :

1. Pengertian tentang Latihan Pendahuluan dan Latihan Penutup.
2. Tata urutan latihan pendahuluan sesuai dengan tata urutan fungsional ergosistema.
3. Bentuk-bentuk latihan pendahuluan dan latihan penutup.

LATIHAN PENDAHULUAN (“PEMANASAN”)

Ergosistema I adalah perangkat gerak, artinya ialah yang pertamanya mewujudkan gerak pada olahraga. Oleh karena itu latihan pendahuluan yang dimaksudkan untuk mempersiapkan raga untuk menjalani latihan inti atau pertandingan, haruslah diprogram sesuai dengan tata aturan dan tata urutan fungsional Ergosistema primer dan Ergosistema sekunder sebagai perangkat pendukungnya.

Kepentingan latihan pendahuluan ini bersifat psikologis maupun fisiologis. Dampak psikologis dari latihan pendahuluan adalah atlet menjadi lebih tenang karena merasa telah mempersiapkan diri dengan baik untuk menghadapi aktivitas, khususnya yang bersifat pertandingan (kompetisi). Sedangkan arti fisiologis dari latihan pendahuluan adalah

memeriksa kondisi dan kesiapan umum seluruh komponen ergosistema. Jadi sungguh keliru orang yang mengatakan bahwa tujuan pemanasan adalah untuk menaikkan suhu tubuh, karena suhu tubuh memang akan meningkat bila tubuh melakukan aktivitas.

Latihan pendahuluan tahap pertama:

Sesuai dengan tata aturan dan tata urutan fungsional dalam Ergosistema primer, maka tahap pertama dari latihan pendahuluan ini ialah peregangan dan pelepasan seluas mungkin pada persendian, tanpa adanya sentakan ataupun renggutan. Peregangan dan pelepasan dalam lingkup latihan pendahuluan adalah untuk memeriksa kondisi dan kesiapan seluruh sistem yang terlibat dalam gerak pada persendiaan yang bersangkutan, jadi bukan merupakan pelatihan untuk meningkatkan kelentukan (fleksibilitas). Latihan untuk meningkatkan fleksibilitas dibahas secara khusus di Bab 11 (Latihan Kondisi Fisik).

Latihan pendahuluan peregangan dan pelepasan ini melibatkan kapsula sendi dan semua jaringan ikat sekitar sendi, tendo dan bahkan juga otot-otot yang bekerja pada sendi itu. Akan tetapi keterlibatan otot-otot pada tahap latihan pendahuluan ini bukan merupakan aktivasi (pengaktifan) otot, tetapi lebih dimaksudkan sebagai keterlibatan pasif yaitu untuk tujuan peregangan dan pelepasan otot-otot itu sendiri.

Pada Olahraga Kesehatan latihan pendahuluan tahap pertama ini merupakan bentuk latihan untuk Sasaran I (S-I) yaitu untuk memelihara dan mengusahakan meningkatkan kemampuan gerak yang masih ada !

Latihan pendahuluan tahap ke dua:

Latihan pendahuluan tahap berikutnya ialah aktivasi otot-otot yang akan dipergunakan dalam latihan inti atau pertandingan yang akan dihadapi. Bentuk pelatihannya dapat berupa cara dinamis dengan/tanpa cara statis. Perlu ditegaskan pula bahwa dalam lingkup latihan pendahuluan ("pemanasan"), aktivasi otot bukanlah untuk meningkatkan kekuatan otot tetapi hanya untuk memeriksa kondisi dan kesiapan otot untuk melaksanakan aktivitas yang sesungguhnya yaitu pelatihan atau pertandingan !

1. Cara dinamis:

Dilakukan untuk semua cabang olahraga dan diwujudkan dengan melakukan gerakan-gerakan yang bersifat antagonistik seluas mungkin disertai dengan sentakan-sentakan untuk lebih meng"isi" gerakan itu. Cara ini hakekatnya merupakan penerapan prinsip "pliometriks" tetapi dalam hal ini bukan untuk tujuan meningkatkan kemampuan fungsional otot.

2. Cara statis:

Untuk cabang olahraga yang memerlukan kekuatan dan/atau daya tahan statis yang tinggi misalnya gulat, maka selain aktivasi otot dengan cara dinamis juga perlu ditambahkan aktivasi otot dengan cara statis (kontraksi isometrik). Pada cara statis ini, kontraksi isometrik sebaiknya dilakukan sebagian demi sebagian, sedangkan pernafasan harus berjalan seperti biasa, artinya tidak boleh dilakukan sekaligus untuk seluruh otot tubuh secara serentak dan tidak boleh disertai mengejan (manouver Valsalva), karena hal ini dapat menaikkan tekanan darah sehingga

berbahaya bila ada tekanan darah tinggi.

Pada Olahraga Kesehatan latihan pendahuluan tahap kedua ini merupakan bentuk latihan untuk Sasaran II (S-II) yaitu untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan statis, untuk dapat meningkatkan kemampuan geraknya lebih lanjut.

Perlu ditegaskan disini bahwa aktivasi otot-otot akan diikuti dengan meningkatnya suhu tubuh, karena memang ototlah penghasil panas terbesar dalam tubuh bila ia diaktifkan. Oleh karena latihan pendahuluan hampir selalu melibatkan aktivasi otot, dan oleh karena itu maka suhu tubuh akan menjadi lebih panas, maka latihan pendahuluan sering diartikan sebagai "pemanasan". Oleh karena itu pula maka mempertanyakan : "Peregangan dulu atau pemanasan dulu sebelum melakukan olahraga" adalah pertanyaan yang menunjukkan tidak difahaminya prinsip ergosistema dan tata hubungan antar sistema di dalam tiap ergosistema, sehingga tidak berdasar ilmiah, sebab bukankah peregangan (dan pelepasan) maupun "pemanasan" adalah sama-sama bagian dari latihan pendahuluan ! Peregangan dan pelepasan adalah latihan pendahuluan untuk komponen sendi, kapsula sendi dan jaringan ikat sekitar sendi, tendo, serta pelatihan otot-otot yang lebih bersifat pasif, sedangkan "pemanasan" adalah latihan pendahuluan yang bersifat meng-aktif-kan otot-otot, baik untuk kepentingan otot itu sendiri, maupun untuk tujuan merangsang/ mengaktifkan Ergosistema sekunder (perangkat pendukung gerak) ataupun untuk mencegah kedinginan yaitu bila kita berada di daerah yang dingin ! Oleh karena itu bila pada "pemanasan" tahap ke dua ini denyut nadi telah mencapai denyut nadi "pemanasan" (120/menit) maka hakekatnya Ergosistema sekunder (ES-

II) juga telah cukup dipersiapkan untuk menghadapi pelatihan atau pertandingan yang sedang dipersiapkan. Inilah mengapa "pemanasan" umum (*general warming up*) yang tujuannya untuk mempersiapkan ES-II menjadi fakultatif.

Dengan memahami sistematika raga sebagai satu Ergosistema (Sistema Kerja), maka akan mudah difahami mengapa urutan latihan pendahuluan ("pemanasan") sebelum melakukan "olahraga inti" sebaiknya dimulai dengan latihan peregangan dan pelepasan, dilanjutkan dengan latihan aktivasi otot dengan cara dinamis dengan disertai atau tanpa disertai cara statis, tergantung pada macam cabang olahraganya/sesuai dengan kebutuhan.

Latihan pendahuluan tahap ke tiga:

Tahap berikutnya dari latihan pendahuluan ini ialah latihan saraf (latihan koordinasi) dasar, dan khususnya untuk cabang-cabang olahraga yang mengandung unsur ketrampilan teknik (*technical skill*) yang tinggi, sangat perlu dan bahkan harus melakukan latihan "pemanasan" khusus ini, yaitu melatih koordinasi ketrampilan teknik cabang olahraga yang sedang dipersiapkan, yang disebut sebagai latihan "pemanasan" formal (*formal warming-up*).

Pada "pemanasan" formal, semua bentuk gerak ketrampilan harus dicoba. "Pemanasan" formal artinya "pemanasan" resmi oleh karena itu harus menggunakan alat-alat dan lapangan yang sama dengan yang akan dipergunakan dalam pertandingan. Hakekat dari pemanasan formal adalah mengingat kembali gerak ketrampilan yang akan dipergunakan

dalam pertandingan, yang berarti mengingat kembali (*recalling*) kemampuan koordinasi gerak yang diperlukan untuk menampilkan gerak ketrampilan mutu tinggi cabang Olahraga yang bersangkutan. Dengan telah teringat kembali koordinasi gerakan-gerakan yang harus ditampilkan, maka kemungkinan terjadinya cedera (oleh karena salah bergerak) menjadi semakin kecil.

Latihan pendahuluan tahap ke empat (fakultatif):

Bila sampai dengan "pemanasan" formal suhu tubuh di "rasa" masih terlalu "dingin" karena misalnya intensitas pemanasan tahap ke dua tidak adekuat atau memang berada di daerah dingin, maka barulah kemudian dilakukan "pemanasan" umum (*general warming up*) dengan mengaktifkan sejumlah besar otot-otot secara simultan. Latihan "pemanasan" umum sekaligus juga berarti merangsang/ mempersiapkan lebih lanjut Ergosistema sekunder yang merupakan perangkat pendukung gerak yang terdiri dari darah dan cairan tubuh, pernafasan serta jantung-pembuluh darah.

"Pemanasan" formal adalah persiapan yang sangat penting karena sifatnya ialah "mengingat kembali" gerakan-gerakan ketrampilan yang sulit yang diperolehnya sebagai hasil pelatihan pada masa-masa sebelumnya. Dengan berhasilnya "diingat kembali" gerak ketrampilan yang sulit, maka gerak ketrampilan itu dapat dilakukan secara lebih akurat sehingga kemungkinan terjadinya cedera, misalnya pada senam menjadi lebih kecil, dan bersamaan dengan itu mutu penampilannya juga akan menjadi lebih baik. Jadi latihan "pemanasan" formal adalah cara yang sangat fisiologis untuk mencegah terjadinya cedera olahraga bukan

dengan cara "pemanasan" yang lainnya !! Sedangkan "pemanasan" umum lebih bersifat fakultatif, yaitu sesuai dengan kebutuhan.

Akan tetapi masih juga ada pendapat yang mengatakan bahwa "pemanasan" umum merupakan satu keharusan dalam olahraga. Inilah konsep yang tidak tepat, yang disebabkan oleh karena mereka terlalu mempersamakan raga ciptaan Allah dengan mesin buatan manusia ! Memang mesin buatan manusia akan kurang baik performanya, akan tersendat-sendat jalannya bila masih dingin, yaitu bila belum mencapai "temperatur kerja" yang menjadi sifat mesin itu. Tetapi mereka lupa bahwa mesin buatan manusia bila tidak dipergunakan selalu dimatikan, tidak pernah dibiarkan tetap "hidup" stationer, sehingga kalau mau dipergunakan lagi perlu tiap kali dipanaskan kembali. Sedangkan raga kalau tidak sedang "dipergunakan" tidak pernah "dimatikan", karena itu tidak perlu "dipanaskan" kembali seperti halnya mesin buatan manusia bila akan "dipergunakan". Yang perlu dan bahkan merupakan keharusan ialah "pemanasan" formal dengan alasan seperti telah dikemukakan di atas !

Contoh latihan "pemanasan" formal misalnya untuk cabang olahraga bulutangkis:

"Pemanasan" formal adalah "pemanasan resmi" jadi harus dilakukan dengan perlengkapan dan tata cara yang serba resmi, artinya harus dilakukan di dalam lapangan bulutangkis (bukan di luar lapangan) dengan telah terpasang jaring. Demikian pula harus dipergunakan jenis shuttle cock dan racket yang akan dipergunakan pada pertandingan bukan yang lain. Dengan perlengkapan yang demikian itu ia melakukan/mencoba "mengingat kembali" semua gerakan-gerakan ketrampilan

dalam cabang olahraga bulutangkis!

LATIHAN PENUTUP (PENDINGINAN)

Latihan penutup memang tidak sepenting latihan pendahuluan.

Latihan pendahuluan disamping mempunyai arti fisiologis juga mempunyai arti psikologis, yaitu disamping memang mempersiapkan raga, juga sekaligus untuk mempersiapkan mental terutama dikala menghadapi pertandingan-pertandingan yang penting.

Arti psikologis dari latihan penutup tidak jelas dan bahkan latihan penutup ini sering diabaikan, baik setelah melakukan olahraga sehari-hari maupun setelah melakukan pertandingan yang sangat penting sekalipun.

Latihan penutup bentuknya kurang lebih sama dengan latihan pendahuluan tahap pertama yaitu berupa gerakan-gerakan ringan yang juga lebih menyerupai peregangan dan pelepasan. Arti fisiologis latihan penutup ini ialah bahwa gerakan-gerakan ringan itu akan membantu memperlancar sirkulasi (mengaktifkan pompa vena), sehingga akan membantu mempercepat pembuangan sampah-sampah sisa olahdaya dari otot-otot yang aktif pada waktu melakukan olahraga sebelumnya. Dengan tersingkirnya sampah-sampah sisa olahdaya secara lebih baik, maka pemulihan (*recovery*) menjadi dipercepat dan rasa pegal-pegal setelah olahraga lebih dapat dicegah atau dikurangi. Itulah arti fisiologis dari latihan penutup yang pada hakekatnya berupa **auto-massage** yaitu memijat oleh diri-sendiri.

LATIHAN

1. Sesuai dengan tata aturan dan tata urutan fungsional ergosistema, bagaimana seharusnya tata urutan (tahapan) latihan pendahuluan ?
2. Ada pendapat bahwa *general warming up* (pemanasan umum) merupakan keharusan dalam olahraga, bagaimanapendapat sdr. berdasarkan ilmu faal (misal akan bertanding bulu tangkis). Jelaskan alasannya !
3. Bagaimana bentuk latihan penutup ?
4. Apa tujuan latihan penutup ?



LATIHAN KONDISI FISIK

(LATIHAN KEMAMPUAN DASAR)

H.Y.S.Santosa G.

PENDAHULUAN

Perwujudan kerja pertama-tama ditampilkan oleh kerangka, yang

digerakkan oleh otot-otot, sedangkan gerakan otot-otot diatur oleh susunan saraf. Dengan demikian maka kerangka, otot dan saraf adalah struktur-sturktur yang merupakan kesatuan pertama untuk menampilkan kerja dan karena itu disebut sebagai sistema kerja pertama (SK-I) atau ergosistema primer (ES-I). Kelangsungan fungsi SK-I hanya dapat dipertahankan bila *homeostasis* dapat dipelihara dengan sebaik-baiknya. Pemeliharaan *homeostatis* melibatkan fungsi darah dan cairan tubuh, pernafasan serta jantung dan peredaran darah. Darah dan cairan tubuh, pernafasan serta jantung dan peredaran darah secara bersama-sama merupakan pendukung atau pemelihara kelangsungan fungsi SK-I, oleh karena itu disebut sebagai sistema kerja kedua (SK-II) atau ergosistema sekunder (ES-II). Dengan demikian maka latihan kondisi fisik meliputi latihan SK-I dan latihan SK-II, yang hakekatnya merupakan **latihan kemampuan dasar** !

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 11 ini Mahasiswa/Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Pengertian dan macam-macam kontraksi otot.
2. Mekanisme peningkatan kemampuan fungsional otot.
3. Macam rangsang dan mekanisme latihan untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan statis otot.
4. Macam rangsang dan mekanisme latihan untuk meningkatkan daya tahan dinamis otot.
5. Tata hubungan fungsional ES-I dengan ES-II.
6. Mekanisme peningkatan kemampuan fungsional ES-II.

LATIHAN ERGOSISTEMA PRIMER (SISTEMA KERJA PERTAMA)

Latihan sistema kerja pertama meliputi:

1. Latihan kerangka : khususnya latihan untuk memperluas pergerakan persendian untuk memperoleh kelentukan (flexibility) yang lebih baik. Prinsip dasar latihan untuk hal ini ialah melakukan gerakan seluas-luasnya pada semua persendian untuk memelihara/ meningkatkan elastisitas otot, ligamenta dan jaringan ikat lainnya yang berhubungan dengan persendian itu.
2. Latihan otot:
 - a. Latihan kekuatan dan daya tahan statis
 - b. Latihan daya tahan dinamis
 - c. Latihan a dan b bersama-sama.
3. Latihan saraf:
 - a. melatih kemampuan koordinasi gerak dasar
 - b. melatih kemampuan koordinasi gerak ketrampilan teknik cabang olahraga (kemampuan koordinasi gerak khusus).

1. Latihan Kelentukan (Flexibilitas)

Latihan kelentukan merupakan bagian dari latihan kerangka (skelet) khususnya latihan untuk memperluas pergerakan persendian, yang berarti meningkatkan kelentukan. Oleh karena itu latihan ini juga disebut sebagai latihan peregangan atau latihan flexibilitas.

Terdapat 4 (empat) cara (metoda) pelatihan untuk hal tersebut yaitu metoda:

1. Dinamis
2. Statis
3. Pasif
4. PNF (*Proprioceptor Neuromuscular Facilitation*).

Untuk memudahkan pembicaraan lebih lanjut perlu lebih dahulu diketahui anatomi dan fisiologi proprioseptor pada otot rangka.

Otot mempunyai dua proprioseptor yaitu :

1. *Muscle spindle* yang terletak di dalam jaringan otot dan berjalan sejajar dengan serabut-serabut otot. Bentuknya *fusiform* dan terdiri dari bagian tengah yang disebut daerah equator dan kedua ujungnya yang disebut kutub proximal dan kutub distal. Kutub-kutub ini terdiri dari jaringan otot yang disebut sebagai otot-otot intrafusul. Jaringan otot di luar *muscle spindle* ini disebut sebagai otot-otot extra fusul. *Muscle spindle* mempunyai dua macam reseptor yang kedua-duanya terletak di daerah equator yaitu :

- *Anulospiral*
- *Flower spray*

2. *Golgi tendon organ* yang terletak di dalam jaringan urat (tendo), dan dengan demikian *Golgi tendon organ* terletak dalam posisi seri dengan serabut-serabut otot extra fusul.

Dengan demikian otot mempunyai 3 (tiga) reseptor yaitu :

- *Anulospiral*
- *Flower spray*
- *Golgi tendon organ*.

Anulospiral

Anulospiral adalah *stretch receptor* (reseptor regang) yang akan merespon perubahan khususnya peningkatan regangan (panjang) otot yang bersifat mendadak. Rangsangan yang diterima oleh anulospiral yang disebabkan oleh adanya regangan otot yang mendadak, disalurkan oleh serabut saraf α (alpha) aferen ke pusat reflex dan direspon dalam bentuk kontraksi konsentrik untuk melawan peningkatan regangan yang terjadi. Peristiwa ini disebut sebagai *stretch reflex* (reflex regang) atau *reflex myotatic* atau disebut juga sebagai reflex monosinaptik oleh karena merupakan satu-satunya reflex yang hanya melibatkan satu sinaps (sambungan satu sel saraf (neuron) dengan sel saraf yang lain), jadi hanya melalui dua neuron yaitu satu neuron aferen (neuron sensorik) yang bersinaps dengan satu neuron eferen (neuron motorik) di pusat reflex (dalam hal ini mendulla spinalis). Reflex myotatik termasuk reflex nociceptif (noxus = bahaya, reflex nociceptif = reflex menghindari bahaya) yaitu mencegah terjadinya regangan otot berlebihan yang dapat menyebabkan ruptura (sobekan) otot dan/atau mencegah terjadinya perubahan panjang dan ketegangan otot yang bersifat tiba-tiba, yang dapat menyebabkan terjadinya posisi tubuh yang membahayakan, misalnya yang terjadi pada upaya memperbaiki sikap tubuh untuk menghindari jatuh. Oleh karena itu reflex myotatik juga termasuk ke dalam golongan reflex postural (reflex mempertahankan sikap tubuh). Contoh reflex myotatik : Bila kedua tangan menahan beban dalam sikap flexi 90° dengan mata tertutup, kemudian secara tiba-tiba beban ditambah, maka akan terjadi *stretch reflex*. Dalam peristiwa ini meningkatnya regangan pada otot biceps brachii yang terjadi secara tiba-tiba oleh karena bertambahnya beban, merangsang anulospiral yang

menyebabkan terjadinya *stretch reflex*. Dalam kehidupan sehari-hari, stretch reflex penting untuk mempertahankan sikap (posisi) tubuh. Contoh reflex myotatik yang bersifat postural ialah misalnya pada orang yang berdiri santai dengan menumpu berat badannya pada satu tungkai, lalu secara tiba-tiba dan tanpa sepengetahuannya ada yang mendorong lutut itu dari belakang (pada fossa poplitea) maka orang itu akan terjerembab ke depan bila tidak ada reflex myotatik yang terjadi pada otot quadriceps femorisnya.

Contoh lain dari *stretch reflex* ialah reflex patella. Dalam posisi flexi lutut, bila tendo (urat) yang menghubungkan patella dengan tuberositas tibiae dipukul dengan menggunakan palu reflex, akan terjadi reflex patella yaitu terjadinya kontraksi m.quadriceps femoris untuk mengextensikan tungkai bawah. Pukulan dengan palu reflex pada tendo

Gambar Muscle spindle

Adaptasi dari Karpovich dan Sinning (1971) : Physiology of muscular activity

patella tadi akan menyebabkan terjadinya regangan secara mendadak pada m. quadriceps femoris. Pada pukulan dengan palu reflex pada tendo patella, regangan dapat terjadi oleh karena adanya rongga disebelah posterior tendo patella. Dengan terjadinya regangan mendadak ini maka terjadi rangsangan terhadap reseptor *anulospiral* sehingga terjadilah *stretch reflex*.

Flower spray

Flower spray yang juga terletak di daerah equator berfungsi untuk mendeteksi dan mengatur perubahan panjang dan ketegangan muscle spindle, agar panjang dan ketegangan muscle spindle selalu sesuai dengan panjang dan ketegangan serabut-serabut otot-otot extrafusul setiap saat. Dengan selalu terjadi penyesuaian demikian maka anulospiral selalu dalam kondisi peka terhadap perubahan panjang dan ketegangan serabut-serabut otot extrafusul.

Gambar synaps spinal, stretch dan stress reflex

Adaptasi dari Karpovich dan Sinning (1971) : Physiology of muscular activity

Rangsang yang diterima oleh *flower spray* yang berasal dari perubahan panjang dan ketegangan *muscle spindle*, disalurkan oleh serabut saraf γ (gamma) aferen (sensorik) dan direspon oleh perubahan ketegangan (kontraksi atau relaxasi) otot intrafusul yang dirangsang oleh serabut saraf γ eferen (motorik). - (lihat gambar).

Demikianlah maka pengaturan panjang dan ketegangan otot yang bersifat makro yaitu yang terjadi pada otot secara keseluruhan (seluruh serabut-serabut otot extrafusul) diatur melalui pengaturan panjang dan ketegangan yang bersifat mikro yaitu yang terjadi di dalam *muscle spindle*.

Golgi tendon organ

Golgi tendon organ terletak di dalam tendo, jadi dalam posisi seri terhadap otot (extrafusul) secara keseluruhan (lihat gambar). *Golgi tendon organ* ini mendeteksi besar ketegangan yang terjadi dalam sistem otot-tendo ini. Fungsinya ialah untuk mengetahui berapa besar tegangan yang ada pada saat itu. Makin besar tegangan yang ada, makin besar rangsangan pada *Golgi tendon organ* ini, artinya makin kuat kontraksi otot, makin besar rangsangan yang diterima oleh *Golgi tendon organ* dan makin besar pula frekuensi impuls yang dikirimkan ke *pool motor neuron a (alpha)* melalui interneuran penghambat (*inhibitory interneuron*). *Pool motor neuron a (alpha)* terletak di cornu (tanduk) anterior medulla spinalis yang mengirimkan impuls untuk terjadinya kontraksi otot. Bila oleh karena tegangan otot sudah demikian besar, maka *Golgi tendon organ* mengirim hambatan yang begitu kuat terhadap *pool motor neuron a (alpha)* ini sehingga kontraksi otot terhenti, artinya terjadi relaksasi pada otot yang bersangkutan. Inilah mekanisme reflex perlindungan otot terhadap kemungkinan *ruptura* (sobeknya) otot pada kontraksi otot yang aktif, sehingga reflex ini disebut juga sebagai *stress reflex*. Reflex ini merupakan kebalikan dari reflex regang (*stretch reflex*), oleh karena itu sering juga disebut sebagai reflex myotatik terbalik !

Lalu apa yang terjadi pada latihan otot ? Latihan pembebanan pada otot akan menyebabkan meningkatnya kekuatan otot dan juga tendonya dan bersamaan dengan itu terjadi juga *desensitisasi* dari *stress reflex*, artinya kepekaan *Golgi tendon organ* terhadap tegangan menurun sehingga *stress reflex* baru akan terjadi pada tegangan otot yang lebih besar. Demikianlah maka dengan berlanjutnya latihan, kekuatan otot dan tendo bertambah diiringi dengan menurunnya kepekaan *Golgi*

tendon organ.

Masalah selanjutnya adalah bagaimana kaitan antara *stretch reflex* dan *stress reflex* dengan macam-macam metoda latihan kelentukan tersebut diatas ? Marilah kita bahas bersama !

Dari sudut pandang Ilmu Faal Olahraga, metoda peregangan PNF adalah perbaikan bagi metoda peregangan pasif; metoda peregangan pasif adalah perbaikan bagi metoda peregangan statis; metoda peregangan statis adalah perbaikan bagi metoda peregangan dinamis.

METODA LATIHAN PEREGANGAN

Metoda peregangan dinamis

Metoda ini dilakukan dengan melakukan renggutan-renggutan dengan maksud untuk mencapai sebesar mungkin luas pergerakan persendian, melampaui batas kemampuan yang ada pada saat ini. Tetapi metoda ini akan menghadapi kendala yang disebabkan oleh adanya *stretch reflex*. Renggutan-renggutan menyebabkan terjadinya regangan mendadak pada otot yang bersangkutan, yang akan menyebabkan terangsangnya reseptor anulospiral, sehingga terjadilah *stretch reflex*. Hal ini menjadi kendala bagi meningkatnya luas pergerakan lebih lanjut pada persendian tersebut.

Metoda statis

Metoda ini adalah perbaikan terhadap metoda peregangan dinamis. Pada metoda ini tidak ada renggutan. Pergerakan untuk memperluas ruang gerak persendian dilakukan secara kontinu sejauh mungkin sesuai kemampuan, kemudian dipertahankan untuk beberapa waktu dan

diulang beberapa kali (secukupnya).

Oleh karena gerakan dilakukan secara kontinu maka tidak terjadi peregangan otot secara mendadak dan oleh karena itu tidak terjadi *stretch reflex*, sehingga memungkinkan terjadinya pergerakan yang lebih luas, oleh karena tidak terkendala oleh *stretch reflex*.

Metoda pasif

Metoda pasif adalah kelanjutan dari metoda statis. Setelah melakukan peregangan dengan metoda statis sesuai kemampuan, seorang teman membantu mendorong gerakan itu lebih lanjut sehingga menambah luas pergerakan pada persendian yang bersangkutan sampai dirasakannya nyeri. Bila sudah terjadi nyeri, dorongan harus dihentikan dan dipertahankan beberapa saat untuk kemudian diulang beberapa kali (secukupnya).

Metoda PNF

Metoda PNF merupakan kelanjutan metoda pasif. Metoda ini melibatkan peran *Golgi tendon organ*. Setelah atlet melakukan peregangan dengan metoda pasif, dorongan dilanjutkan lebih jauh, tetapi atlet yang bersangkutan harus melawan, dan atas perlawanan ini pendorong menambah kekuatan dorongannya, yang juga harus dilawan lebih kuat, dan seterusnya, dan seterusnya. Dengan perlawanan itu berarti otot atlet yang bersangkutan melakukan kontraksi isometrik, yang semakin lama semakin besar ketegangannya akibat adanya dorongan

dan perlawanan yang terus meningkat. Ketegangan otot yang terus meningkat ini pada suatu saat akan menyebabkan terjadinya *stress reflex*. Pada saat terjadi *stress reflex* ini maka pendorong kehilangan perlawanan, sehingga ia dapat mendorong lebih lanjut untuk memperluas gerakan persendian lebih lanjut, artinya dapat lebih meningkatkan luas pergerakan persendiaan (kelentukannya). Akan tetapi inilah justru momentum yang paling kritis, oleh karena bila kita keliwat mendorong dapat terjadi cedera atau ruptura jaringan ikat sekitar sendi ! Oleh karena itu metoda PNF hanya boleh dilakukan oleh orang yang benar-benar mengetahui mekanisme fisiologiknyanya, sehingga demi keamanan maka tidak boleh dilakukan oleh sembarang orang, sebab bila terjadi *over shoot* (kebablasan) dalam mendorong sehingga terjadi cedera, maka itu berarti kita kehilangan atlet yang sedang dipersiapkan !

2. Latihan otot

Pembicaraan pada saat ini adalah mengenai latihan otot yang kemudian akan dilanjutkan dengan pembicaraan latihan SK-II (ES-II), oleh karena latihan SK-II erat hubungannya dengan latihan otot. Untuk itu lebih dahulu perlu diberikan pengertian/ batasan tentang pokok masalahnya. Perlu diketahui bahwa jumlah otot dalam tubuh meliputi sekitar 40-50% berat badan.

Pengertian/ batasan :

Kekuatan : ialah kemampuan otot untuk mengem-

bangkan ketegangan yang maximal tanpa memperhatikan faktor waktu.

Daya tahan statis : ialah kemampuan otot untuk mengembangkan ketegangan yang maximal dan mempertahankannya dalam waktu yang maximal.

Daya tahan dinamis : ialah kemampuan otot untuk mengulang kontraksi dengan frekuensi yang maximal dan mempertahankannya dalam waktu yang maximal, tanpa memperhatikan faktor beban luar (dengan ataupun tanpa beban).

Prinsip pelatihan otot adalah Repetisi Maksimal (RM) yang terdiri dari dua kutub yaitu :

1. Kutub anaerobik : beban maximal dengan repetisi minimal
2. Kutub aerobik : beban minimal dengan repetisi maximal.

Sebelum pembicaraan dilanjutkan perlu ditinjau lebih dahulu masalah-masalah yang berhubungan dengan latihan otot.

Kontraksi Otot

Pada dasarnya kontraksi otot hanya ada 2 macam yaitu :

Kontraksi isometrik : menimbulkan ketegangan pada otot tanpa adanya perubahan pada panjangnya.

Kontraksi isotonik : menimbulkan ketegangan pada otot yang kemudian diikuti dengan perubahan panjangnya.

Demikianlah maka semua kontraksi otot yang tidak disertai

perubahan panjang otot adalah kontraksi isometrik, sedangkan semua kontraksi otot yang disertai dengan perubahan panjang otot adalah kontraksi isotonik ! Bila kita melakukan analisa secara mekanika terhadap kontraksi isotonik, maka sesungguhnya tidaklah ada kontraksi otot yang benar-benar isotonik (iso = sama, tonik = ketegangan) ! Oleh karena itu dalam batasan kontraksi isotonik permasalahan yang pokok hanyalah pada adanya perubahan pada panjang otot sewaktu terjadi kontraksi.

Pengertian mengenai kontraksi isotonik tersebut di atas perlu diperhatikan, oleh karena terdapat berbagai istilah lain untuk kontraksi yang disertai perubahan panjang otot, misalnya :

- Kontraksi konsentrik : kontraksi otot disertai pemendekan.
- Kontraksi eksentrik : kontraksi otot disertai pemanjangan.
- Kontraksi auxotonic : kontraksi otot disertai dengan perubahan panjang dan ketegangannya.
- Kontraksi isokinetik : kontraksi otot disertai perubahan pada panjangnya tetapi kecepatan geraknya konstan.

Telah dikemukakan bahwa sesungguhnya tidaklah ada kontraksi yang benar-benar isotonik. Gerak pada sesuatu persendian terjadi oleh karena adanya kontraksi otot. Kontraksi otot ini menimbulkan momen yang menyebabkan terjadinya gerak memutar pada persendian tersebut. Bila berat beban tidak berubah, maka besar momen pada sendi itu adalah konstan. Momen adalah hasil perkalian gaya (kekuatan kontraksi otot) kali tangan momen (jarak antara titik putar dengan titik tangkap gaya). Dengan adanya perubahan besar sudut pada sendi, maka panjang tangan momen juga berubah. Makin besar sudutnya, makin kecil panjang tangan momennya. Agar besar momen tidak berubah

maka besar gaya yaitu kekuatan kontraksi ototlah yang harus berubah ! Demikianlah maka sesungguhnya tidaklah ada kontraksi yang benar-benar isotonik. Walaupun demikian istilah isometrik dan isotonik tetap akan dipergunakan dalam buku ini, tetapi sekali lagi perlu dikemukakan bahwa pengertian isotonik adalah kontraksi otot yang disertai dengan perubahan panjang otot, tanpa mempermasalahakan ketegangannya !

Pada posisi ekstensi penuh, misalnya pada *articulatio cubiti* (sendi siku), otot *biceps brachii* pada posisi regang terpanjang tetapi tangan momennya adalah yang terpendek. Oleh karena itu untuk mengangkat beban yang sama beratnya, perlu ada kekuatan otot yang terbesar untuk menghasilkan besaran momen yang sama. Dalam kaitan dengan hal ini perlu dikemukakan hukum fisiologi (yang adalah hukum Allah) yang mengemukakan bahwa : Dalam batas-batas fisiologis kekuatan kontraksi otot akan lebih besar bila sebelum berkontraksi, otot lebih dahulu mengalami peregangan (bertambah panjang). Maha besar Allah dengan ilmuNya yang telah mempersiapkan segala sesuatunya sehingga pada keadaan tangan momen terkecil justru kekuatan kontraksi otot adalah yang terbesar !

Bila kita tinjau dalam lingkup yang lebih luas yaitu latihan sistem kerja pertama, maka latihan otot dengan kontraksi isotonik adalah lebih baik karena pada latihan otot yang demikian maka aspek kinestetik (kesan gerak) tetap ada. Aspek kinestetik sangat penting dalam latihan koordinasi gerak !

Analisa lebih lanjut dari kontraksi isotonik menghasilkan dalil sebagai berikut :

1. Setiap kontraksi isotonik selalu didahului oleh kontraksi isometrik

sampai ketegangan yang ditimbulkan dapat mengatasi beban luar yang harus diangkat.

2. Makin berat beban luar yang harus diangkat, makin panjang dan makin besar komponen kontraksi isometriknya.

Pada latihan dengan kontraksi isometrik maka komponen kontraksi isotonik tidak akan dijumpai dan karena itu pula maka aspek kinestetiknya tidak akan terliput.

Dari pembicaraan tersebut di atas jelas bahwa kontraksi isotonik adalah lebih baik dan lebih fisiologis.

Mekanisme Peningkatan Kemampuan Fungsional Otot

Dari Ilmu Faal Olahraga dapat dikemukakan bahwa :

1. Rangsang untuk meningkatkan **kekuatan dan daya tahan statis** otot ialah keadaan anaerobik dalam otot yang disebabkan oleh karena adanya *ischaemia* (kekurangan darah). Keadaan ini terjadi pada waktu dan selama otot berkontraksi. Pada waktu dan selama otot berkontraksi, peredaran darah dalam otot terhenti oleh karena pembuluh-pembuluh darah di dalam otot terjepit selama terjadinya kontraksi itu. Keadaan demikian dijumpai pada kontraksi isometrik. Demikian pula pada kontraksi isotonik yang menggunakan beban yang cukup berat, karena dengan makin beratnya beban yang harus diangkat maka makin panjang dan makin besar pula komponen kontraksi isometriknya, sampai akhirnya kontraksinya hanya tinggal komponen kontraksi isometriknya saja yaitu pada waktu beban itu sama sekali tidak terangkat. Dengan demikian maka makin panjang komponen kontraksi isometriknya berarti makin panjang keadaan

anaerobik yang terjadi.

Bila kita tinjau dari segi otot, maka makin panjang keadaan anaerobik itu berarti makin tidak mampu otot itu mengatasi beban. Oleh karena itu jawaban otot terhadap keadaan demikian ialah menambah kekuatan otot dengan jalan menambah kemampuan menyediakan energi (olahdaya) secara anaerobik. Bertambahnya kekuatan otot dimaksudkan untuk mempersingkat keadaan anaerobik (kondisi iskemik) yang terjadi, yang ditinjau dari segi kepentingan sel-sel otot bersifat membahayakan. Artinya keadaan anaerobik yang berkepanjangan akan menimbulkan gangguan homeostasis yang dapat menimbulkan kerusakan sel (nekrosis). Dengan makin bertambahnya kemampuan olahdaya anaerobik berarti makin bertambah pula kekuatan dan daya tahan statisnya atau dengan perkataan lain makin besar kekuatan maupun durasi kontraksi isometriknya. Dengan demikian tersimpul jelas bahwa kekuatan dan daya tahan statis akan diperoleh secara bersamaan.

2. Rangsang untuk bertambahnya **daya tahan dinamis** pada otot ialah keadaan aerobik dalam otot. Keadaan aerobik ini ialah karena adanya hyperaemia dalam otot (otot mempunyai banyak darah). Otot akan mendapat banyak darah bila mekanisme pompa otot (pompa vena) menjadi aktif. Hal ini terjadi bila otot berkontraksi secara singkat tetapi berulang-ulang, yaitu bila otot melakukan kontraksi isotonik secara cepat dan berulang-ulang. Oleh karena kontraksi isotoniknya berlangsung cepat maka dengan sendirinya komponen kontraksi isometriknyapun singkat saja, sehingga keadaan anaerobiknyapun hanya sekejap saja pada setiap kali terjadi

kontraksi. Hal ini terjadi terutama bila kontraksi isotonik berulang itu tidak menggunakan beban luar.

Pompa otot (pompa vena) menjadi aktif pada waktu kontraksi isotonik berulang oleh karena adanya mekanisme sebagai berikut :

Pada waktu terjadi kontraksi otot maka pembuluh-pembuluh darah dalam otot terjepit, darah akan terperas keluar dan mengalir ke arah vena, kemudian dengan terjadinya relaxasi maka jepitan menghilang, pembuluh darah (dalam otot) yang kosong akan terisi kembali oleh darah yang berasal dari arteri. Darah yang telah masuk ke vena tidak akan mengalir kembali ke pembuluh-pembuluh darah semula (dalam otot) oleh karena adanya katup-katup dalam vena.

Satu hal yang sangat perlu diperhatikan ialah adanya titik optimum pada frekuensi pengulangan kontraksi isotonik dalam hubungan dengan keadaan aerobik yang diciptakannya dalam otot yang bersangkutan. Di bawah frekuensi optimum akan dapat diciptakan keadaan yang sepenuhnya aerobik, sedang di atas frekuensi optimum akan terdapat keadaan yang relatif anaerobik. (Lihat grafik berikut).

Gambar : Hubungan antara frekuensi kontraksi dan keadaan aerobik di dalam otot

Grafik 1 : Latihan tanpa beban.

Grafik 2 : Latihan dengan beban.

Grafik 3 : Latihan tanpa beban sebagai hasil latihan dengan beban.

Demikian mengapa terjadi keadaan yang relatif anaerobik bila frekuensi pengulangan adalah maximal atau mendekati maximal. Jawaban otot untuk memperkecil keadaan relatif anaerobik ini ialah kapilarisasi dalam otot dan penambahan mitochondria dalam sel-sel otot. Demikianlah maka kontraksi isotonik singkat yang berulang cepat akan memperbesar aliran darah (keadaan aerobik) dalam otot yang bersangkutan, yang merupakan keadaan yang sebaliknya dari kontraksi isometrik, walaupun pada frekuensi maximal atau mendekati maximal terjadi keadaan yang relatif anaerobik. Oleh karena itu pada latihan untuk meningkatkan daya tahan dinamis, kontraksi isotonik berulang itu haruslah pada frekuensi seoptimal mungkin agar olahdaya anaerobik yang terjadi dapat sebanyak mungkin diimbangi oleh keadaan aerobik yang diciptakannya.

Kontraksi otot berulang yang dilakukan oleh sebuah otot yang menyebabkan terjadinya keadaan aerobik dalam otot yang bersangkutan, dapat disebut sebagai latihan "aerobik lokal". Latihan "aerobik lokal" pada sejumlah besar otot (\pm 40% otot-otot tubuh) yang terjadi secara simultan bersifat sumatif sehingga menjadilah ia satu bentuk kegiatan yang sekarang sudah sangat populer yaitu Aerobics (Aerobik sistemik). Demikianlah maka aerobik lokal bila meliputi sejumlah besar otot akan memberikan pengaruh yang sifatnya sistemik yaitu aktivasi sistema kerja sekunder (ES-II) dan menjadilah ia Aerobik umum yang akan menghasilkan manfaat yang sangat besar yaitu meningkatnya kapasitas aerobik. Wujud meningkatnya kapasitas aerobik ialah meningkatnya daya tahan umum tubuh yaitu tubuh menjadi lebih mampu menghadapi tugas fisik dan menjadi lebih tahan terhadap kelelahan. "Aerobik lokal" pada sejumlah besar otot secara simultan terlihat jelas pada olahraga lari (aerobics) karena kedua tungkai mempunyai massa otot yang cukup besar. Satu tungkai mempunyai seperenam jumlah otot-otot tubuh. Dengan demikian olahraga lari atau berjalan akan mengaktifkan sepertiga (33.3%) otot-otot tubuh, ditambah dengan menjadi aktifnya otot-otot extremitas atas dan otot-otot tubuh yang lain untuk menjaga keseimbangan, maka akan lengkaplah jumlah 40% itu.

Besar jepitan terhadap pembuluh-pembuluh darah oleh kontraksi otot tergantung pada besar ketegangan yang terjadi dalam otot, sedangkan efisiensinya sebagai pompa otot tergantung pada dekat atau jauhnya terhadap frekuensi optimumnya. Oleh karena itu pemberian beban luar (yang cukup ringan) perlu dipikirkan oleh karena pemakaian

beban akan :

1. Memperbesar ketegangan yang terjadi dalam otot pada waktu berkontraksi.
2. Memperbesar massa (beban) yang akan mencegah digunakannya frekuensi (pengulangan kontraksi) yang maksimal atau mendekati maksimal.

Kesimpulan dari pembicaraan di atas ialah :

1. Rangsang untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan statis ialah keadaan anaerobik di dalam otot. Untuk itu perlu diciptakan keadaan anaerobik yang maksimal. Keadaan anaerobik ini terjadi oleh karena adanya (komponen) kontraksi isometrik. Komponen kontraksi isometrik akan bertambah kuat dan panjang bila digunakan beban yang cukup berat. Peningkatan kekuatan dan daya tahan statis diperoleh bersama-sama.
2. Rangsang untuk bertambahnya daya tahan dinamis ialah keadaan aerobik di dalam otot. Untuk itu perlu diciptakan keadaan aerobik yang maksimal. Keadaan aerobik terjadi oleh karena menjadi aktifnya mekanisme pompa otot (pompa vena). Efektivitas pompa otot tergantung pada besarnya ketegangan yang ditimbulkan oleh kontraksinya, sedang di samping itu keadaan aerobik yang maksimal berhubungan pula dengan frekuensi optimum kontraksinya. Pemakaian beban luar (yang cukup ringan) akan mempertinggi efektivitas pompa ototnya serta mendekati frekuensi kontraksi terhadap titik optimumnya.

3. PERUBAHAN ANATOMI, KIMIAWI DAN FISILOGI OTOT

Latihan otot akan menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan dalam otot yaitu perubahan anatomis, kimiawi dan fisiologis. Tetapi perubahan mana yang dominan ditentukan oleh tujuan dan macam latihan yang dilakukan. Dibawah ini akan dibahas perubahan-perubahan tersebut di atas.

Perubahan anatomi

Latihan otot akan menyebabkan otot membesar. Pembesaran otot ini terjadi oleh karena :

1. Membesarnya serabut-serabut otot (hypertrofi otot)
2. Bertambahnya jumlah kapiler di dalam otot (kapilarisasi otot).
3. Bertambahnya jumlah jaringan ikat di dalam otot.

Hypertrofi otot

Latihan yang ditujukan untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan statis, akan terutama menyebabkan terjadinya hypertrofi otot. Hypertrofi ini disebabkan oleh karena :

1. Bertambahnya unsur kontraktile (aktin dan myosin) di dalam otot.
2. Menebalnya dan menjadi lebih kuatnya sarcolemma dan bertambahnya jumlah jaringan ikat di antara sel-sel otot (serabut-serabut otot).
3. Bertambahnya jumlah kapiler di dalam otot, khususnya yang dilatih untuk daya tahan.

Otot-otot yang tidak terlatih akan mengecil (atrofi) dan melemah.

Dengan latihan maka otot-otot akan membesar (hipertrofi). Pembesaran terjadi oleh karena bertambahnya unsur kontraktil di dalam serabut otot yang menyebabkan meningkatnya kekuatan kontraksi otot (kekuatan aktif otot), menebalnya sarcolemma dan bertambahnya jaringan ikat di antara serabut-serabut otot yang menyebabkan meningkatnya kekuatan pasif otot. Hipertrofi serabut-serabut otot dengan demikian menyebabkan meningkatnya kekuatan aktif otot dan meningkatnya kekuatan pasif otot, yaitu otot menjadi lebih kuat dan tahan terhadap regangan.

Petren dkk (dalam Karpovich dan Sinning 1971) mendapatkan adanya kenaikan jumlah kapiler sebesar 40-45% di dalam otot jantung dan otot gastrocnemius pada kelinci yang dilatih lari.

Perubahan intraselular ditandai dengan meningkatnya jumlah dan ukuran mitochondria, disertai dengan bertambahnya jumlah cristae yang menjadi lebih padat. Mitochondria mengandung enzim-enzim oksidatif untuk menyelenggarakan pembentukan daya secara aerobik.

Perubahan anatomis mana yang lebih dominan, ditentukan oleh macam latihan yang dilakukan. Latihan yang bersifat anaerobik akan terutama menyebabkan terjadinya hipertrofi serabut-serabut otot disertai bertambahnya jumlah jaringan ikat, sedangkan latihan yang bersifat aerobik terutama menyebabkan terjadinya kapilarisasi disertai bertambahnya jumlah mitochondria. Dua hal yang terakhir berkaitan dengan diperlukannya kemampuan memasok O_2 yang lebih baik.

Perubahan biokimia

Perubahan biokimia meliputi bertambahnya jumlah PC

(phosphocreatine), glikogen otot, myoglobin dan enzim-enzim yang penting untuk proses aerobik (enzim-enzim oksidatif) yang terdapat di dalam mitochondria. Perubahan biokimia ini juga ditentukan oleh macam latihan yang dilakukan. Latihan anaerobik akan terutama meningkatkan jumlah PC dan glikogen otot, sedangkan latihan aerobik akan terutama meningkatkan jumlah myoglobin dan enzim-enzim oksidatif.

Latihan dapat meningkatkan kadar glikogen di dalam otot menjadi 2-3 kali lebih banyak. Bertambahnya myoglobin akan menyebabkan otot berwarna lebih merah. Pada anjing dewasa, jumlah myoglobin per 100 g jaringan otot berkisar antara 100 mg pada anjing yang tidak terlatih sampai 1000 mg pada anjing pemburu yang sangat terlatih. Enzim-enzim oksidatif dapat meningkat 2x lipat pada otot-otot yang dilatih aerobik, sebaliknya immobilisasi menurunkan jumlah enzim-enzim tersebut (Karpovich dan Sinning 1971). Perlu pula dikemukakan bahwa olahraga *exhaustive* dapat menimbulkan kerusakan mitochondria yang ditandai dengan terjadinya pembengkakan mitochondria dan disorganisasi internal. Oleh karena itu olahraga *exhaustive* merugikan karena masa pemulihan menjadi lebih panjang.

Perubahan fisiologi

Perubahan fisiologi ditunjukkan oleh bertambahnya :

1. Kekuatan dan daya tahan statis
2. Daya tahan dinamis
3. Kecepatan transmisi neuromuskular.

Demikianlah maka latihan otot akan menyebabkan otot menjadi lebih kuat, lebih tahan dan lebih cepat.

B. LATIHAN ERGOSISTEMA SEKUNDER (SISTEMA KERJA KE-DUA)

Sistema kerja kedua terdiri dari:

- sistema hemo-hidro-limfatik
- sistema respirasi
- sistema kardio-vaskuler.

Dari ketiga sistema penyusun ergosistema sekunder tersebut di atas satu-satunya yang dapat dilatih secara khusus ialah sistema respirasi. Hal ini disebabkan oleh karena otot-otot pernafasan adalah otot rangka (otot serat lintang atau otot lurik) yang kontraksinya dapat diatur oleh kemauan kita. Kedua sistema yang lain tidak dapat dilatih secara khusus, tetapi harus dirangsang melalui aktivitas ergosistema primer. Pada bahasan tentang "Ergosistema dan Analisa Penampilan Olahraga" telah dikemukakan bahwa peran Ergosistema sekunder ialah sebagai pendukung bagi penampilan Ergosistema primer sedang sebaliknya Ergosistema primer selain sebagai pelaksana gerak juga berperan sebagai perangsang/ aktivator bagi Ergosistema sekunder. Telah pula dikemukakan bahwa melatih Ergosistema sekunder menghasilkan satu kualitas yaitu meningkatnya daya tahan umum atau kapasitas aerobik. Kapasitas aerobik tidak lain ialah kemampuan aerobik yang bersifat sistemik yang mampu mendukung kondisi aerobik pada sejumlah besar otot-otot tubuh (\pm 40%) yang melakukan aktivitas daya tahan dinamis secara simultan. Oleh karena itu cara untuk meningkatkan kemampuan fungsional ergosistema sekunder ialah dengan jalan melatih daya tahan dinamis sejumlah besar otot-otot secara simultan dan prinsip latihannya

adalah sama dengan melatih daya tahan dinamis otot-otot tubuh secara individual (lokal). Hal ini telah cukup luas dibicarakan pada Bab Olahraga Kesehatan.


Satu hal yang perlu mendapat perhatian ialah bahwa peningkatan kemampuan fungsional ergosistema sekunder adalah melalui perangsangan oleh ergosistema primer. Oleh karena itu bila kemampuan fungsional ergosistema sekunder telah dapat menyesuaikan diri dengan tingkat kemampuan fungsional ergosistema primer yang dimiliki seseorang pada waktu itu, maka peningkatan kemampuan fungsional ergosistema sekunder lebih lanjut hanya akan dapat dilakukan bila kemampuan fungsional ergosistema primer telah lebih dahulu ditingkatkan. Oleh karena itu bila ada kesulitan dalam meningkatkan kemampuan fungsional ergosistema sekunder lebih lanjut, maka perlu ditelusuri kembali bagaimanakah kondisi kemampuan fungsional ergosistema primernya.

Mengenai berapa besar tingkat kemampuan fungsional ergosistema sekunder yang harus dimiliki seorang atlet tentu tergantung pada macam cabang olahraganya. Tetapi satu hal yang juga perlu diketahui ialah bahwa ergosistema sekunder tidak hanya berfungsi sebagai pendukung ergosistema primer pada waktu terjadi aktivitas fisik saja, tetapi juga berperan sebagai pemulih pada waktu istirahat setelah selesai melakukan olahraga (pemulihan total) maupun pada setiap kesempatan di tengah aktivitas olahraganya (pemulihan parsial). Pemulihan yang cepat, perlu sekali dimiliki setiap orang khususnya atlet, apalagi yang terpaksa harus melakukan pertandingan babak berikutnya tanpa tersedianya waktu istirahat yang cukup. Oleh karena itu peningkatan

kemampuan fungsional ergosistema sekunder perlu dilakukan bagi semua olahragawan, baik olahragawan anaerobik maupun olahragawan aerobik !

Latihan

1. Terangkan apa perbedaan antara latihan fleksibilitas pada "pemanasan" dan latihan fleksibilitas pada pelatihan !
2. Sebutkan proprioceptor yang berkaitan dengan kontraksi otot, dan terangkan mekanisme kerjanya dan tujuan fisiologiknya !
3. Sebutkan macam-macam metoda latihan fleksibilitas dan terangkan bagaimana tata-hubungan fisiologiknya !
4. Terangkan mengapa metoda PNF hanya boleh dilakukan oleh orang yang mengerti mekanisme fisiologiknya ?
5. Terangkan pengertian : kekuatan, daya tahan statis dan daya tahan dinamis !
6. Ada berapa macam kontraksi otot dan berikan masing-masing pengertiannya !
7. Adakah kontraksi yang benar-benar "isotonik" ? Jelaskan !
8. Terangkan mekanisme fisiologik dari peningkatan kekuatan dan daya tahan statis !
9. Terangkan mekanisme fisiologik dari peningkatan daya tahan dinamis !
10. Terangkan perubahan-perubahan anatomi, biokimia dan fisiologi pada otot yang dilatih untuk kekuatan dan daya tahan statis !
11. Terangkan perubahan-perubahan anatomi, biokimia dan fisiologi pada otot-otot yang dilatih untuk daya tahan dinamis !



**BAB
12**

FISIOLOGI PEMBEBANAN

H.Y.S.Santosa G

Pendahuluan

Latihan otot untuk meningkatkan kemampuan fungsionalnya perlu menggunakan beban yang berupa berat badan sendiri atau beban yang berasal dari luar (beban external). Pemberian beban harus fisiologis yaitu yang sesuai dengan kemampuan yang dimiliki setiap atlet yang akan menjalani pelatihan, sesuai dengan tujuan pelatihan dan juga harus sesuai dengan cabang olahraganya. Oleh karena itu perlu difahami Fisiologi Pembebanan agar pemberian beban dapat menjadi se-fisiologis mungkin dan selalu sesuai dengan keadaan baru yang merupakan hasil pelatihan. Dengan demikian peningkatan beban latihan selalu berdasarkan fakta objektif, jadi tidak berdasarkan kira-kira saja !

Sasaran belajar

Setelah mempelajari bab 12 ini, Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami :

1. Prinsip-prinsip fisiologi dari pembebanan
2. Prinsip-prinsip fisiologi pembebanan pada berbagai cabang olahraga
3. Prinsip-prinsip fisiologi pembebanan untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan statis
4. Prinsip-prinsip fisiologi pembebanan untuk meningkatkan daya tahan dinamis.

HUBUNGAN ANTARA BERAT BEBAN DAN KEMAMPUAN MENGANGKAT ULANG

Masalah ini perlu diketahui dengan baik oleh karena dengan memahami Fisiologi Pembebanan, kemungkinan terjadinya cedera pada latihan dengan beban menjadi sangat minim. Prinsip dasar penerapannya pada pelatihan otot adalah Repetisi Maximal (RM). Dengan memahami Fisiologi Pembebanan, maka menentukan beban luar pada pelatihan otot dapat dilakukan secara tepat tanpa perlu dengan mencoba-coba. Hubungan antara berat beban dan kemampuan mengangkat ulang hakekatnya adalah pemahaman mengenai hubungan antara kemampuan anaerobik dengan kemampuan aerobik dan/atau pemahaman mengenai hubungan antara intensitas dengan durasi, pada penampilannya yang maximal. Hubungan itu adalah sebagai berikut:

1. Makin berat bebannya, makin sedikit angkatan ulang yang dapat dilakukan, sehingga pada beban supramaksimal tak satu kalipun beban itu dapat diangkat.
2. Makin ringan bebannya, makin banyak angkatan ulang yang dapat dilakukannya, sehingga pada beban nol secara teoritis angkatan ulang dapat dilakukan tak terhingga.

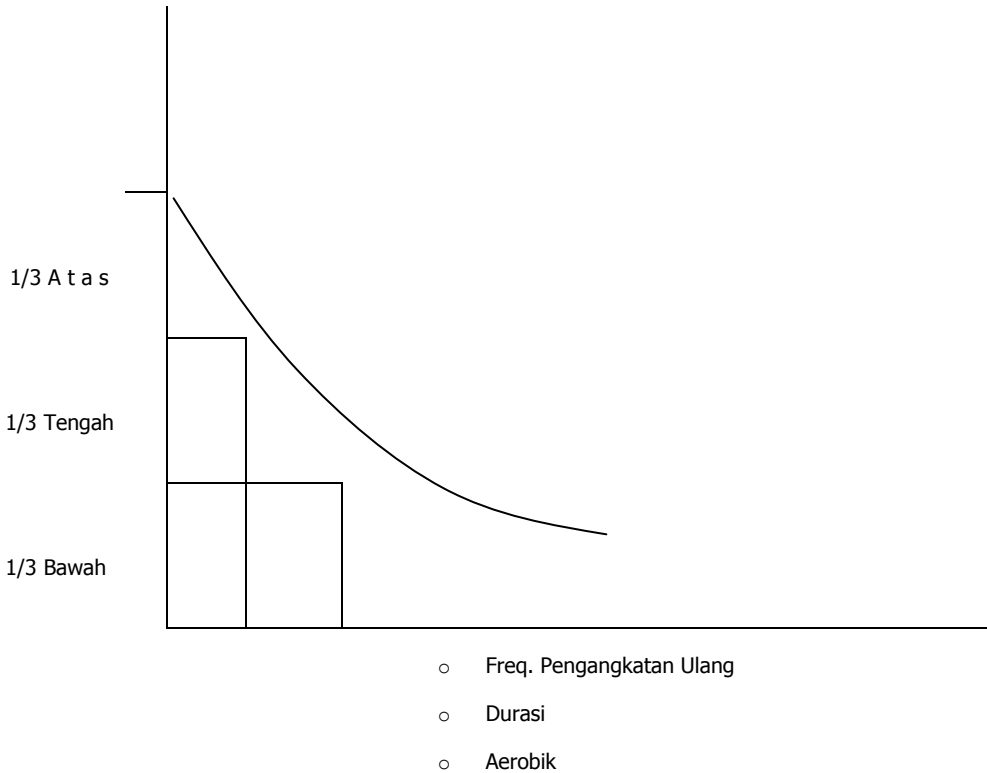
Dari uraian Ilmu Faal Olahraga tersebut di atas dapat dikemukakan bahwa :

1. Untuk memperoleh peningkatan kekuatan dan daya tahan statis maka beban luar untuk latihan harus "cukup berat" sehingga pengulangan kontraksi otot menjadi sesedikit mungkin.
2. Untuk memperoleh peningkatan daya tahan dinamis maka beban luar untuk latihan harus "cukup ringan" sehingga pengulangan kontraksi otot menjadi sebanyak mungkin.

Pernyataan tersebut di atas adalah pernyataan yang bersifat kualitatif. Pernyataan tersebut harus diubah menjadi pernyataan kuantitatif agar dapat diterapkan pada pelatihan otot. Oleh karena itu perlu ada cara bagaimana menentukan beban yang cukup ringan atau cukup berat itu. Untuk menjelaskan hal ini perlu ditinjau lagi masalah latihan otot tetapi dari sisi yang lain. Latihan otot diperlukan untuk dapat mengembangkan mutu tinggi sesuatu cabang olahraga atau karya jasmaniah lainnya. Besar peran otot tergantung pada macam cabang olahraganya. Karena itu peran otot dan dengan sendirinya juga latihannya tergantung pula pada kebutuhannya.

Latihan otot itu sendiri secara keseluruhan mempunyai 2 kutub, kutub yang satu yaitu latihan otot untuk memperoleh peningkatan kekuatan dan daya tahan statis (kemampuan anaerobik), kutub yang lainnya yaitu latihan otot untuk memperoleh peningkatan daya tahan dinamis (kemampuan aerobik). Dalam hubungan dengan beban (luar) untuk latihan, maka kutub yang pertama berhubungan dengan beban luar yang berat, sedang kutub yang lain berhubungan dengan beban luar yang ringan. Antara kedua kutub itu terdapat gabungan antara kebutuhan akan kekuatan + daya tahan statis dengan kebutuhan akan daya tahan dinamis, pada kadar yang berbeda-beda.

Secara grafik hubungan itu adalah sbb. :



Grafik : Menunjukkan tiga hal :

- Hubungan berat beban dengan kemampuan mengangkat ulang.
- Hubungan kemampuan anaerobik dengan kemampuan aerobik
- Hubungan intensitas dengan durasi.

Dalam kaitan dengan bahasan tersebut di atas maka beban luar untuk latihan otot dibagi dalam 3 daerah beban yaitu :

- Beban dalam daerah 1/3 atas (maximal) adalah untuk latihan

kekuatan dan daya tahan statis,

- Beban dalam daerah 1/3 bawah (minimal) adalah untuk latihan daya tahan dinamis,
- Beban dalam daerah 1/3 tengah adalah untuk latihan gabungan antara kedua hal tersebut di atas.

Tentu saja lebih dahulu harus diukur kekuatan maksimal dari otot-otot yang akan dilatih sebelum dapat membaginya dalam 3 daerah beban termaksud di atas. Dalam pengertian repetisi maksimal (RM), kekuatan maksimal adalah 1 (satu) RM yaitu beban yang hanya dapat diangkat dengan satu kali pengulangan. Dengan adanya penetapan beban secara demikian, maka pemberian beban luar untuk latihan otot dapat ditentukan secara obyektif, tidak berdasarkan kira-kira saja. Secara periodik kekuatan maksimal (1 RM) otot-otot yang dilatih harus diukur kembali agar beban latihan selalu dapat disesuaikan lagi dengan kondisi (kekuatan) yang baru. Sebagai contoh : Misalnya hendak melatih otot-otot lengan; setelah diukur kekuatan maksimal (sekelompok) otot-otot yang diperlukan untuk gerakan tertentu sesuatu cabang olahraga maka misalnya untuk:

- gulat, maka pelatihan tentu harus mempergunakan beban pada daerah 1/3 atas (maksimal) karena kebutuhan akan kekuatan dan daya tahan statis sangat dominan.
- bulutangkis (smesh), maka pelatihan tentu harus mempergunakan beban pada daerah 1/3 bawah (minimal) karena kebutuhan akan daya tahan dinamis yang lebih dominan, yaitu untuk dapat melakukan smesh secara berulang-ulang.
- tinju, maka pelatihan tentu harus mempergunakan beban 1/3

tengah, karena kebutuhan akan daya tahan dinamis maupun kekuatan dan daya tahan statisnya kurang-lebih seimbang. Petinju harus mampu meninju dengan keras (faktor kekuatan/ anaerobik) dan berulang-ulang (faktor daya tahan dinamis/ aerobik). Sebagai alternatif dari penggunaan beban di 1/3 tengah ialah pelatihan dengan mempergunakan beban 1/3 atas dan 1/3 bawah secara proporsional !

Rangkuman dari pembicaraan di atas ialah:

Dengan lebih dahulu menentukan kekuatan maksimal dari (sekelompok) otot-otot serta macam perannya dalam cabang olahraga yang bersangkutan, maka pembebanan luar untuk pelatihan otot dapat ditentukan secara lebih tepat berdasarkan atas adanya pembagian dalam 3 daerah beban. Dengan cara itu pembebanan luar pelatihan otot selalu dapat disesuaikan lagi dengan meningkatnya kemampuan fungsional otot yang telah diperoleh. Dengan cara demikian maka penambahan beban latihan selalu dapat ditetapkan secara akurat dan ilmiah !

PEMBENTUKAN DAYA DALAM OTOT (OLAHDAYA OTOT)

Pembentukan daya (energi) dalam otot selalu dimulai dengan olahdaya anaerobik untuk terjadinya gerak (kontraksi) dan diikuti dengan olahdaya aerobik pada waktu relaksasi.

Besar olahdaya anaerobic diwujudkan dalam:

1. Besar ketegangan pada otot,
2. Lama ketegangan itu dipertahankan.

Sedangkan besar olahdaya aerobik yang mengikuti tergantung pada :

1. Besar olahdaya anaerobik yang terjadi,
2. Kemampuan menciptakan keadaan aerobik dalam otot.

Pada keadaan istirahat olahdaya anaerobik dan olahdaya aerobik adalah dalam keadaan seimbang dan berada pada tingkat yang rendah (keadaan istirahat).

Pada kontraksi isometrik dengan ketegangan yang besar dan dipertahankan dalam waktu yang lama (selama mungkin), terjadi olahdaya anaerobik yang besar yang tidak dapat diimbangi oleh olahdaya aerobik, oleh karena dengan adanya kontraksi isometrik pembuluh darah di dalam otot terjepit sehingga aliran darah terhambat dan dengan demikian pasokan O_2 tidak dapat mencapai sel-sel otot yang sedang aktif secara adekuat. Oleh karena itu olahdaya aerobik hanya berlangsung singkat yaitu selama masih ada sisa-sisa O_2 yang masih berada dalam jaringan otot yang bersangkutan. Olahdaya aerobik yang normal baru akan terjadi nanti bila otot telah relaxasasi dan diperlukan waktu yang relatif panjang untuk terjadinya kembali keadaan seimbang antara olahdaya anaerobik dan olahdaya aerobik.

Pada kontraksi isotonik dengan ketegangan yang rendah dalam waktu yang singkat, maka olahdaya anaerobik yang terjadi adalah kecil sehingga keadaan aerobik dalam otot selalu dapat mengimbangi olahdaya anaerobik yang terjadi sebelumnya. Akan tetapi bila kontraksi isotonik itu diulang dengan frekuensi yang makin lama makin cepat maka akhirnya akan terjadi keadaan kumulatif sehingga jumlah olahdaya anaerobik yang semakin besar tidak dapat diimbangi oleh keadaan aerobik yang terdapat/berhasil diciptakan dalam otot. Dengan demikian

akan terjadi olahdaya yang relatif anaerobik, akan tetapi keadaannya masih tetap lebih aerobik dibandingkan terhadap kontraksi isometrik dengan ketegangan tinggi yang dipertahankan selama mungkin. Keadaan aerobik terjadi akibat menjadi aktifnya mekanisme pompa otot (pompa vena), yang sering juga disebut sebagai "jantung perifer".

Kesimpulan dari pembicaraan di atas ialah:

1. Kontraksi isometrik maksimal yang dipertahankan selama mungkin menyebabkan keadaan yang absolut anaerobik dalam otot, oleh karena pembuluh-pembuluh darah yang terjepit tidak dapat menyalurkan darah ke otot ybs.
2. Kontraksi isotonik yang diulang-ulang dengan frekuensi maksimal menyebabkan keadaan relatif anaerobik dalam otot, oleh karena mekanisme pompa otot tidak dapat berfungsi secara efektif menciptakan keadaan aerobik dalam otot ybs.

FAKTA YANG BERHUBUNGAN DENGAN LATIHAN OTOT

1. Untuk menambah kekuatannya, orang awampun tidak akan menggunakan beban yang ringan; secara naluriah mereka akan memilih beban yang berat; secara tidak sadar mereka telah menerapkan prinsip memanfaatkan komponen kontraksi isometrik yang lebih panjang dan pemakaian beban di daerah $1/3$ atas (maximal).
2. Laboratorium E.A. Muller di Jerman (1957, dalam Karpovich dan Sinning 1971) melaporkan bahwa hasil terbaik untuk meningkatkan kekuatan otot diperoleh melalui:

- kontraksi isometrik
 - sehari hanya sekali
 - menggunakan kekuatan $2/3$ maksimal
 - dipertahankan selama 6 detik.
3. Pada angkat berat, satu angkatan hanya memerlukan waktu beberapa detik saja (Karpovich dan Sinning 1971):
- Press : 4,12 detik
 - Snatch : 3,48 detik
 - Clean & jerk : 3,30 detik

Jadual latihannya dapat berkisar antara 1-2 jam; kalau dalam waktu itu atlit ybs melakukan 20x angkatan maka waktu yang sesungguhnya untuk mengangkat hanyalah berkisar antara satu sampai satu setengah menit saja dari jadual latihan yang 1-2 jam tersebut di atas.

PEMBAHASAN.

Prinsip-prinsip Ilmu Faal haruslah selalu menjadi dasar bagi penerapan-penerapan dalam dunia kedokteran maupun pelatihan olahraga, oleh karena dengan menerapkan prinsip-prinsip itu akan diperoleh 2 hal yaitu :

1. Aman, yang berarti bahwa risiko yang dihadapi oleh atlit akan menjadi sekecil mungkin.
2. Efisien, yang berarti bahwa hasil yang maksimal tetap dapat diperoleh tanpa perlu melakukan upaya-upaya yang bersifat *all-out*. Upaya-upaya yang bersifat all-out akan membawa atlit pada risiko cedera yang lebih besar serta pemakaian waktu yang lebih banyak.

Prinsip submaximal dan adekuat adalah prinsip Ilmu Faal yang harus menjadi pegangan dalam penerapan-penerapan pelatihan khususnya di bidang olahraga dalam upaya meningkatkan kemampuan fungsional para olahragawan, baik pada olahraga prestasi maupun pada olahraga kesehatan. Submaximal berarti besar usaha yang dilakukan kurang dari 100% sedang adekuat berarti besar usaha yang dilakukan pada setiap sesi latihan memadai yaitu mencapai minimal 60-70% dari kemampuan maksimalnya yang dimiliki pada saat itu. Submaximal adalah dalam hubungan dengan faktor keamanannya, sedangkan adekuat adalah dalam hubungan dengan tercapainya ambang untuk mendapatkan manfaat dari pelatihannya. Penampilan kemampuan yang maksimal hanya diperbolehkan pada waktu uji kemampuan maksimal (tes) dan pada waktu pertandingan.

Sajian pada bagian terdahulu dan pembicaraan yang akan dikemukakan adalah dalam rangka mewujudkan prinsip submaximal dan adekuat tersebut di atas. Demikianlah maka pembicaraan selanjutnya akan mencoba mengulas kesimpulan-kesimpulan pembicaraan sebelumnya untuk menyusun rumusan penerapan latihan otot yang sesuai. Untuk ini maka pembicaraan tentang latihan kekuatan dan daya tahan statis akan dipisahkan dari pembicaraan tentang latihan daya tahan dinamis, sedang tentang latihan gabungan dari kedua-duanya akan dengan sendirinya menjadi mudah difahami sehingga tidaklah perlu dibicarakan secara khusus.

LATIHAN KEKUATAN DAN DAYA TAHAN STATIS.

Cuplikan-cuplikan yang dapat diambil dari pembicaraan terdahulu yang berhubungan dengan latihan ini ialah :

1. Kontraksi isotonik adalah lebih baik dan lebih fisiologis sebagaimana disebutkan dalam pembicaraan terdahulu, karena kontraksi isotonik selalu mengandung komponen isometrik serta adanya kesan kinestetik (rasa gerak).
2. Rangsang untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan statis adalah keadaan anaerobik. Keadaan anaerobik ini terjadi oleh karena adanya (komponen) kontraksi isometrik pada setiap kontraksi isotonik. Komponen kontraksi isometrik akan bertambah besar dan panjang bila latihan (kontraksi isotonik) menggunakan beban yang cukup berat. Peningkatan kekuatan dan daya tahan statis diperoleh bersama-sama.
3. Beban luar untuk latihan otot dibagi menjadi 3 daerah beban :
 - beban dalam daerah $1/3$ atas (maximal) adalah untuk latihan kekuatan dan daya tahan statis,
 - dengan cara penetapan beban yang demikian, maka pemberian beban untuk latihan otot menjadi objektif, tidak hanya kira-kira saja dan selalu dapat disesuaikan lagi dengan meningkatnya kemampuan fungsional yang diperoleh.
 - jumlah angkatan ulang pada frekuensinya yang maksimal berbanding terbalik dengan berat beban.
4. Kontraksi isometrik maximal yang dipertahankan selama mungkin menyebabkan keadaan yang "absolut" anaerobik. Keadaan "absolut" anaerobik dalam waktu yang cukup lama adalah rangsang yang dibutuhkan untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan statis

sebagaimana dikemukakan dalam butir 2 tersebut di atas.

5. Fakta-fakta yang berhubungan dengan latihan otot mengemukakan bahwa :

- untuk menambah kekuatannya, orang awampun memilih beban yang berat, jadi pada wilayah $1/3$ atas (maximal); secara tidak sadar mereka telah memanfaatkan komponen kontraksi isometrik yang lebih panjang.
- E.A.Muller melaporkan bahwa hasil terbaik untuk meningkatkan kekuatan otot ialah melalui :
 - kontraksi isometrik
 - sehari sekali
 - beban $2/3$ maximal
 - selama 6 detik
- satu angkatan pada angkat berat memerlukan waktu antara 3.30-4.12 detik.

Dari kumpulan kesimpulan tersebut di atas, maka rumusan yang dapat disarankan bagi penerapannya dalam pelatihan otot untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan statis adalah sebagai berikut :

1. Ukur kekuatan maximal (1 RM = beban 100%) masing-masing otot atau kelompok otot yang akan dilatih, untuk dapat menentukan berat beban pada daerah $1/3$ atas (maximal).
2. Tentukan berapa berat beban yang akan dipergunakan untuk latihan (misalnya 80%). Kemudian hitung berapa repetisi yang dapat dilakukan pada beban 80% RM (misalnya 10 kali). Dengan demikian maka beban kerja (*work load*) untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan pada atlet kita ini

adalah 70-90% dari 80% RM, artinya pada setiap seri latihan dilakukan minimal 7-9 repetisi pada beban latihan 80% RM. Latihan dilakukan beberapa seri dengan istirahat aktif (atau istirahat disertai massage) dalam waktu secukupnya (gunakan indikator denyut nadi !).

3. Angkatan dapat dilaksanakan dengan menggunakan 2 prinsip yaitu :
 - a. mengulang angkatan dengan frekuensi maksimal sesuai berat beban dan jumlah repetisi yang telah ditentukan, dengan memanfaatkan prinsip Repetisi Maximal (RM) seperti biasa,
 - b. mengulang angkatan dengan frekuensi maksimal sesuai berat beban dan jumlah repetisi yang telah ditentukan, termasuk perpanjangan komponen kontraksi isometrik yaitu dengan menahan angkatan selama 4-6 detik pada setiap $\frac{1}{2}$ jarak maksimal kontraksi isotoniknya (Fakta dari latihan otot dan laporan Muller). Perlu dicatat bahwa daya (energi) yang diperlukan pada cara ini adalah lebih banyak karena adanya tambahan energi untuk kerja statis menahan beban selama 4-6 detik. Oleh karena itu untuk melakukan b ini, tetap harus menempuh prosedur pada no 2.

Kedua hal tersebut di atas tetap dengan mengikuti ketentuan tersebut pada butir 2.

4. Angkatan ulang dihentikan bila terlihat tanda kelelahan yaitu:
 - a. teknik angkatan mulai menunjukkan adanya kesalahan (lihat bagian IV tentang: latihan ketrampilan teknik dan kelelahan).
 - b. irama pengulangan mulai melambat.

Berapa seri sebaiknya pengulangan latihan itu dilakukan, belum dapat dikemukakan pada saat ini, dipersilahkan para pelatih menelitinya.

5. Secara periodik ditentukan kembali kekuatan maksimalnya untuk mengetahui :
 - a. besar peningkatan kekuatan dan daya tahan statis yang telah diperoleh
 - b. beban latihan selanjutnya yang harus dipergunakan.

ULASAN:

Dengan rumusan yang demikian maka khususnya untuk latihan angkat berat tidak perlu digunakan beban yang maksimal, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya cedera. Di samping itu penggunaan beban yang tepat sangat penting untuk melatih/mengembangkan teknik angkatan. Beban yang terlalu berat tidak memungkinkan mengembangkan teknik angkatan, sebaliknya beban yang terlalu ringanpun demikian pula halnya, karena tanpa teknikpun beban itu telah dapat diangkat.

LATIHAN DAYA TAHAN DINAMIS.

Cuplikan yang dapat diambil dari pembicaraan terdahulu yang berhubungan dengan latihan ini ialah :

1. Kontraksi isotonik adalah lebih baik dan lebih fisiologis, karena selalu mengandung komponen kontraksi isometrik, kesan kinestetik dan memang cara kontraksi inilah satu-satunya cara

- yang dapat digunakan untuk meningkatkan daya tahan dinamis.
2. Rangsang untuk meningkatkan daya tahan dinamis ialah keadaan aerobik di dalam otot. Untuk itu perlu diciptakan keadaan aerobik yang maksimal. Keadaan aerobik terjadi oleh karena menjadi aktifnya mekanisme pompa otot (pompa vena). Efektivitas pompa otot tergantung pada besar ketegangan yang ditimbulkan oleh kontraksinya; sedang disamping itu keadaan aerobik yang maksimal berhubungan pula dengan frekuensi optimum kontraksinya. Pemakaian beban luar (yang cukup ringan) akan mempertinggi efektivitas pompa otot serta mendekatkan frekuensi kontraksi pada titik optimumnya.
 3. Beban untuk latihan daya tahan dinamis ialah pada daerah $1/3$ bawah (minimal).
 4. Kontraksi isotonik yang diulang dengan frekuensi maksimal menyebabkan terjadinya keadaan yang relatif anaerobik di dalam otot. Keadaan inilah yang akan dan harus terjadi pada penampilan maksimal daya tahan dinamis (daya tahan anaerobik) otot seperti pada lari jarak pendek, jarak menengah dan sprint akhir pada lari jarak jauh. Secara periodik penampilan maksimal (tes atau uji coba) demikian harus diadakan untuk mengetahui perkembangan kemampuan maksimalnya dan untuk menghafal "pace"nya. Tetapi pada latihan, keadaan maksimal justru harus dihindari karena sebagaimana dikemukakan pada butir 2 tersebut di atas: "perlu diciptakan keadaan aerobik yang maksimal dengan melakukan kontraksi dengan frekuensi yang sedekat mungkin ke pada titik optimalnya". Frekuensi optimal ini

sulit ditentukan dan bersifat sangat individual. Hal ini sesuai dengan sifat olahraga prestasi mutu tinggi dimana penggarapan atlet harus bersifat individual. Pemberian beban “yang cukup ringan” yang penentuannya bersifat individual akan menyebabkan frekuensi kontraksi mendekati titik optimalnya dan meningkatkan efektivitas mekanisme pompa otot oleh karena dengan adanya beban, kontraksi otot menjadi lebih kuat, sehingga menyebabkan keadaan aerobik di dalam otot menjadi lebih baik yaitu mendekati titik maksimalnya (lihat: Hubungan antara frekuensi kontraksi dengan keadaan aerobik dalam otot).

Dari kumpulan cuplikan-cuplikan tersebut di atas, maka rumusan yang dapat disarankan bagi penerapannya dalam pelatihan otot untuk meningkatkan daya tahan dinamis adalah sbb.:

1. Tentukan kekuatan maksimal (1 RM) masing-masing otot atau kelompok otot yang akan dilatih daya tahan dinamisnya (misalnya untuk otot-otot extensor tungkai 1 RM = 75 kg), Beban untuk latihan adalah beban yang berada dalam daerah 1/3 minimal yaitu beban antara 0-25 kg.
2. Lakukan latihan otot dengan beban yang telah ditentukan seperti tersebut di atas (sesuai dengan kebutuhan dan ciri cabang olahraga yang bersangkutan yaitu antara 0-25 kg) dengan frekuensi maksimal (lari secepat-cepatnya = tes awal) dan catat berapa denyut nadi maksimal yang dicapainya (misalnya 170/men), waktu tempuhnya (misalnya t detik atau t menit) dan jarak yang diperolehnya (misalnya y meter). Maka beban kerja (*work load*) untuk latihan adalah 70-90% dari data

tersebut diatas yaitu nadi maximal, waktu tempuh t atau dari jarak y . Sebaiknya latihan dengan beban tersebut di atas dilakukan dalam beberapa seri dengan istirahat aktif (mengaktifkan mekanisme pompa vena pada keadaan istirahat) atau istirahat dengan massage di antaranya, untuk mempercepat pemulihan. Durasi (lama-waktu) istirahat interval ini ditentukan dengan menggunakan indikator denyut nadi misalnya bila denyut nadi telah kembali ke nilai 70% DNM. Penulis belum dapat mengemukakan berapa seri ulangan yang sebaiknya dilakukan, untuk ini dipersilahkan para pelatih melakukan penelitiannya !

3. Khususnya untuk cabang olahraga lari, secara periodik perlu melatih penampilan maximal (tanpa beban) sesuai jarak sebenarnya untuk mengetahui perolehan peningkatannya dan untuk dapat menghafalkan "pace"-nya.
4. Tentukan pula kekuatan maximal otot secara periodik untuk dapat menentukan beban latihan selanjutnya.

ULASAN:

Dengan rumusan demikian, maka beban latihan dapat ditentukan secara objektif dan individual. Dalam hal olahraga lari, misalnya maraton, latihannya tidak perlu selalu harus menempuh jarak sesungguhnya, sehingga mengurangi kemungkinan cedera dan mencegah kebosanan. Dengan menggunakan beban memang akan terjadi keadaan "relatif anaerobik yang baru" yaitu yang disebabkan oleh karena adanya beban akan menyebabkan komponen kontraksi isometriknya menjadi lebih panjang, yang berarti juga bahwa olahdaya anaerobik menjadi lebih

besar. Tetapi keadaan aerobik yang berhasil diciptakan di dalam otot pada frekuensi kontraksinya yang maximum dengan pemberian beban, adalah juga lebih besar dari pada yang dapat diciptakan pada kontraksi dengan frekuensi optimum tanpa beban (lihat grafik: Hubungan antara frekuensi kontraksi dan keadaan aerobik di dalam otot). Peristiwa itu akan menyebabkan terjadinya 2 hal yaitu :

1. Terjadinya rangsangan untuk menambah kekuatan otot oleh adanya keadaan "relatif anaerobik yang baru".
2. Bertambahnya jumlah kapiler di dalam jaringan otot dan bertambahnya jumlah myoglobin dan mitochondria di dalam sel-sel otot menyebabkan keadaan aerobik menjadi lebih besar. Hasilnya ialah apabila beban ditiadakan maka keadaan relatif anaerobik yang baru (tanpa beban), terjadi pada frekuensi maximum yang lebih tinggi artinya ia dapat berlari dengan kecepatan yang lebih tinggi dan/atau dalam durasi yang lebih panjang. Inilah yang sesungguhnya menjadi sasaran latihan daya tahan dinamis (daya tahan anaerobik), misalnya untuk lari jarak menengah dan untuk dapat melakukan sprint akhir maraton pada saat yang lebih awal.

LATIHAN

1. Apa dan jelaskan rangsang untuk meningkatkan kekuatan otot ?
2. Jelaskan mekanisme latihan untuk meningkatkan kekuatan otot ?
3. Perubahan anatomis dan kimia apa yang terjadi pada otot yang dilatih kekuatan.?
4. Bagaimana mekanisme latihan untuk meningkatkan daya tahan

dinamis, jelaskan pula syarat-syarat yang harus dipenuhi ?

5. Bagaimana menentukan berat beban permulaan untuk latihan kekuatan dan daya tahan statis otot ?
6. Bagaimana menentukan berat beban permulaan untuk latihan daya tahan dinamis?
7. Tergantung pada apakah besarnya olahdaya anaerobik ?
8. Diantara sistema-sistema yang termasuk ES II, sistema mana yang dapat dilatih secara khusus ?



BAB
13

KETAHANAN DAN KELELAHAN

H.Y.S.Santosa G.

PENDAHULUAN

Ketahanan dan kelelahan berkaitan dengan batas kemampuan maximal (BKM) dan merupakan kutub yang berlawanan dalam aktivitas fisik. Dalam bab ini akan dijelaskan BKM, macam BKM dan bagaimana pengaruh masing-masing BKM terhadap aktivitas fisik serta hubungannya dengan olahdaya.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 13 ini Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Pengertian dan macam BKM
2. Pengertian dan macam ketahanan
3. Hubungan BKM dengan ketahanan dan kelelahan
4. Kaitan antara ketahanan dengan kelelahan.
5. Kaitan antara ketahanan dan kelelahan dengan olahdaya.

BATAS KEMAMPUAN MAXIMAL (BKM)

Batas kemampuan maximal (BKM) adalah kemampuan maximal seseorang dalam menampilkan aktivitas fisiknya. BKM terdiri dari :

1. BKM psikologik
2. BKM fisiologik.

BKM psikologik terletak \pm 30% di bawah/ di depan BKM fisiologik (Ikai, Yabe dan Ischii dalam Karpovich & Sinning,1971). BKM psikologik ini mudah berubah mengikuti perubahan kondisi psikologik atlet pada sesuatu waktu. Makin tinggi motivasi seseorang untuk berprestasi, BKM psikologik makin terdorong ke atas/ ke belakang mendekati BKM fisiologik. BKM fisiologik adalah batas kemampuan maksimal yang sesungguhnya, artinya bila orang melakukan aktivitas melampaui BKM fisiologik, berarti ia melampaui batas keselamatan dan berarti ia telah mempertaruhkan nyawanya. Di sinilah berbahayanya pemakaian obat-obat perangsang. Sebaliknya kejemuhan atau kurangnya gairah/ minat yang berarti menurunnya motivasi akan menyebabkan atlet merasa cepat lelah karena menurunnya BKM psikologiknya. Dengan demikian BKM psikologik berhubungan dengan kelelahan mental yang erat hubungannya dengan kondisi psikologik atau motivasi atlet yang bersangkutan. Hal ini harus dicermati dan para Pelatih harus mengusahakan agar BKM psikologik menjadi sedekat mungkin dengan BKM fisiologik.

Secara anatomik penentu BKM adalah :

1. ES-I, dalam hal ini khususnya otot, dan
2. ES-II, dalam hal ini khususnya adalah jantung.

Secara fisiologik penentu BKM adalah :

1. Kapasitas anaerobik, yang merupakan BKM primer,
2. Kapasitas aerobik, yang merupakan BKM sekunder.

Kapasitas anaerobik merupakan BKM primer oleh karena faktor inilah yang menentukan terhentinya olahraga. Artinya apabila kapasitas anaerobik telah habis terpakai, maka olahraga tidak mungkin dapat

dilanjutkan lagi dan orang akan berada dalam keadaan "kehabisan tenaga" (lelah berat = *exhausted*). Pada keadaan demikian otot tidak mampu lagi berkontraksi oleh karena rangsang saraf tidak dapat melintasi keping motorik (*motor endplate*) ke otot, oleh karena adanya hambatan oleh zat kelelahan (asam laktat). Olahraga baru dapat dilanjutkan apabila BKM primer telah dapat dipulihkan walaupun hanya sebagian (pemulihan parsial), dan tentu saja kemampuannya akan kembali penuh bila BKM primer telah dapat dipulihkan sepenuhnya (pemulihan total). Pemulihan parsial terjadi selama atlet berada dalam aktivitas Olahraga (*on court*) yaitu pada apa yang sering disebut dengan istilah "mengambil nafas" dengan jalan memperlambat irama permainan atau memperlambat dimulainya kembali permainan, misalnya secara sengaja memperlambat pengambilan bola yang keluar lapangan atau pura-pura mengencangkan tali sepatu, dsb. Pemulihan total terjadi setelah aktivitas olahraga selesai dilakukan yaitu setelah atlet meninggalkan lapangan (*out of court*).

Kapasitas aerobik disebut sebagai BKM sekunder oleh karena bukan dia yang menentukan kapan olahraga terpaksa harus dihentikan (saat terjadinya lelah berat), tetapi ia dapat mengubah yaitu memperlambat atau mempercepat datangnya lelah berat, yaitu apabila kapasitas aerobik (sebagai hasil latihan) adalah besar maka kelelahan lambat datang, sedang bila kapasitas aerobik kecil karena malas berlatih maka kelelahan lebih cepat datang. Bila kapasitas aerobik besar, maka habisnya kapasitas anaerobik lebih lama, artinya orang menjadi tidak mudah lelah.

Dari uraian di atas, menjadi lebih jelas bahwa ketahanan yaitu lambatnya datang kelelahan berhubungan dengan besar kapasitas

aerobik, sedangkan kelelahan berhubungan dengan cepat habisnya kapasitas anaerobik, yang disebabkan oleh karena kecilnya kapasitas anaerobik yang dimiliki saat itu atau oleh karena intensitas olahraga yang dilakukan terlalu besar. Dengan demikian, dari sudut pandang Ilmu Faal, tujuan pelatihan kemampuan dasar yang sering juga disebut sebagai pelatihan fisik adalah meningkatkan BKM fisiologik, yang akan dengan sendirinya diikuti dengan meningkatnya BKM psikologiknya.

Kapasitas anaerobik yang tinggi selain menunjukkan kemampuan untuk menampilkan olahraga dengan intensitas yang tinggi, juga menunjukkan tingginya efisiensi seluler, yaitu sel dapat menghasilkan daya (energi) dalam jumlah yang besar dalam waktu yang singkat dan dengan menggunakan O_2 yang sedikit. Dengan demikian maka pelatihan untuk meningkatkan kapasitas anaerobik hakekatnya adalah membuat sel menjadi lebih efisien dalam menggunakan O_2 . Sedangkan pelatihan untuk meningkatkan kapasitas aerobik adalah membuat tubuh (dalam hal ini ES-2) menjadi lebih mampu memasok O_2 bagi keperluan sel. Oleh karena itu kapasitas aerobik yang tinggi selain untuk meningkatkan ketahanan juga berarti membuat atlet menjadi lebih cepat pulih dari kelelahan, artinya mempunyai kemampuan memulihkan diri yang lebih cepat setelah melakukan aktivitas fisik yang melelahkan. Oleh karena itu atlet yang harus bertanding secara berturut-turut harus memiliki kapasitas aerobik yang besar.

Sesuai dengan tata-hubungan antara anaerobik (intensitas) dengan aerobik (durasi), maka ketahanan yang berarti durasi dapat diperbesar (diperlama) dengan menurunkan intensitas olahraganya (olahdaya anaerobiknya). Akan tetapi mekanisme demikian bukanlah cara yang

harus ditempuh apabila kita berbicara dalam lingkup olahraga prestasi.

Intensitas olahraga menunjukkan besar olahdaya anaerobik yang sedang berlangsung, oleh karena itu semakin tinggi kapasitas anaerobik seseorang berarti semakin tinggi intensitas olahraga yang dapat ditampilkan, sedangkan kapasitas aerobik yang lebih besar memungkinkan olahraga tersebut dapat dipertahankan untuk durasi yang lebih panjang.

Perlu ditegaskan bahwa kontraksi otot selalu menggunakan daya dari hasil proses anaerobik yaitu pemecahan ATP menjadi ADP. Oleh karena semua perwujudan olahraga adalah hasil kontraksi otot, maka pada olahraga aerobikpun misalnya lari marathon, setiap gerak langkahnya (hasil dari kontraksi otot) selalu menggunakan daya yang berasal dari proses anaerobik. Hal di atas semakin memperjelas masalah yaitu bahwa memang tidak ada olahraga yang anaerobik murni ataupun aerobik murni, yang ada selalu campuran, sehingga yang dimaksud dengan olahraga anaerobik hakekatnya adalah olahraga anaerobik dominan, demikian pula pengertian untuk olahraga aerobik.

PELATIHAN FISIK.

Kondisi Pelatihan.

Sebelum membahas pelatihan fisik perlu lebih dahulu difahami apa yang dimaksud dengan **kondisi pelatihan** dan untuk dapat memahami kondisi pelatihan pembaca harus memahami tata hubungan antara olahdaya anaerobik (fungsi ES-I) dan olahdaya aerobik (fungsi ES-II).

Olahdaya aerobik hanya akan meningkat bila olahdaya anaerobik meningkat, dan tidak pernah terjadi olahdaya aerobik lebih besar dari

pada olahdaya anaerobik kecuali pada pemulihan (lihat depan). Dalam hubungan dengan hal ini, dengan memperpanjang nalar, dapat dikemukakan bahwa tidak akan pernah terjadi peningkatan kapasitas aerobik apabila intensitas anaerobik yang terjadi selalu lebih rendah dari pada kapasitas aerobik yang telah dimilikinya pada saat itu. Artinya untuk merangsang peningkatan kapasitas aerobik maka intensitas anaerobik (=intensitas olahraga) pada latihan harus lebih besar dari pada kapasitas aerobik yang ada/ dimiliki pada waktu itu, jadi artinya lebih lanjut ialah bahwa untuk dapat meningkatkan kapasitas aerobik maka beban/ intensitas latihan harus *over load/ supramaximal*.

Dalam hubungan dengan hal tersebut diatas perlu dikemukakan di sini beberapa istilah mengenai tata-hubungan anaerobik-aerobik yang berarti juga tata-hubungan antara intensitas/ beban olahraga/ kondisi anaerobik yang terjadi terhadap kapasitas aerobik yang dimilikinya pada saat itu. Tata hubungan itu adalah seperti di bawah ini:

- Intensitas anaerobik < Kapasitas aerobik → beban/intensitas olahraga normal/ *normal load/ submaximal load*. Pada keadaan ini olahraga dapat dilakukan dalam keadaan mantap yang penuh (*true steady state*), sehingga dapat dipertahankan untuk durasi (waktu) yang lama.
- Intensitas anaerobik = Kapasitas aerobik → beban/intensitas olahraga maximal/ *crest load/ maximal load*. Pada keadaan ini secara teoritis, olahraga masih dapat dilakukan dalam keadaan mantap penuh, tetapi pada kenyataannya tidak dapat dipertahankan untuk durasi yang lama. Contoh : Lari maraton tidak dapat dilakukan seluruhnya dengan intensitas *crest load*.

- Intensitas anaerobik > Kapasitas aerobik → beban/ intensitas olahraga *over load/ supramaximal load*. Pada keadaan ini tidak mungkin dapat terjadi keadaan mantap yang sesungguhnya, tetapi untuk waktu yang relatif singkat, dapat terjadi keadaan seperti mantap, sampai habisnya kapasitas anaerobik. *Anaerobic endurance* berada dalam pola ini.

Dari hal tersebut di atas dapat dikemukakan bahwa meningkatkan kapasitas aerobik hanya mungkin bila intensitas latihan adalah ***over load***, artinya intensitas latihan menyebabkan terjadinya kesenjangan antara tuntutan akan O₂ (intensitas anaerobik) terhadap kemampuan maksimal memasoknya (kapasitas aerobik) dan inilah yang disebut sebagai **kondisi pelatihan**. Kondisi pelatihan yang diperoleh dengan mekanisme di atas adalah yang terjadi pada pelatihan olahraga konvensional yang dilakukan oleh orang pada umumnya, yaitu untuk menciptakan kondisi pelatihan maka intensitas olahraga (intensitas anaerobik) harus ditingkatkan sedemikian besarnya sehingga melebihi kapasitas aerobik yang dimiliki pada saat itu. Namun kondisi pelatihan juga dapat diperoleh oleh para Pelaku latihan Tenaga Dalam. Pada latihan Tenaga Dalam, intensitas gerakan fisiknya adalah ringan sehingga dengan demikian maka intensitas anaerobiknya adalah rendah. Akan tetapi oleh karena Pelaku latihan hanya boleh mengambil satu kali inspirasi yaitu hanya pada saat awal tiap melakukan jurus dan selanjutnya harus menahan nafas sampai berakhirnya jurus tersebut maka pasokan O₂ menjadi tidak dapat memenuhi kebutuhan saat itu, artinya dalam melakukan jurus akan terjadi kondisi pelatihan. Makin lama ia melakukan tahan nafas maka kondisi pelatihan akan menjadi

semakin besar dan secara subjektif olahraga akan terasa menjadi semakin berat dan respon fisiologiknya ialah seperti yang terjadi ketika ia melakukan olahraga konvensional yang berat misalnya terjadinya cucuran keringat yang banyak.

Tujuan Pelatihan

Tujuan pelatihan fisik pada hakekatnya adalah meningkatkan BKM primer maupun sekunder melalui pelatihan anaerobik dan pelatihan aerobik.

Selanjutnya perlu difahami apa sesungguhnya yang menjadi sasaran pelatihan fisik. Sasaran pelatihan fisik baik anaerobik maupun aerobik terdiri dari dua sasaran:

1. Lokal : Otot-otot yang diperlukan untuk berbagai tugas gerak
2. Umum (*general/ sistemik*): Pelatihan ergosistema secara menyeluruh.

Pelatihan aerobik lokal

Lebih dahulu akan dibahas pelatihan aerobik lokal, oleh karena pelatihan aerobik, khususnya pelatihan aerobik sistemik sudah sangat difahami.

Pelatihan aerobik lokal hakekatnya adalah pelatihan daya tahan dinamis otot atau kelompok otot tertentu. Pelatihan dilaksanakan dengan menggunakan beban pada daerah 1/3 minimal jadi dengan menggunakan beban pada daerah $< 33.3\%$ dari maksimal (lihat Fisiologi Pembebanan) dan dilakukan dengan prinsip repetisi maksimal (RM) dan kaidah pelatihan yang fisiologik. Tujuan pelatihan ini ialah meningkatkan

kemampuan fungsional unsur :

1. Seluler (ES-1 Lokal) yaitu sel-sel otot setempat yang menjalani pelatihan. Hasilnya ialah meningkatnya unsur-unsur untuk menyelenggarakan olahdaya aerobik di dalam sel, khususnya yaitu dengan bertambahnya :
 - jumlah dan besar mitochondria
 - jumlah myoglobin di dalam sel otot.
2. Ekstraseluler (ES-2 Lokal) yaitu meningkatnya kemampuan mendukung sistem ekstraseluler oleh karena meningkatnya vaskularisasi jaringan otot setempat.

Pelatihan aerobik sistemik

Pelatihan aerobik sistemik adalah sumasi (penjumlahan) pelatihan-pelatihan aerobik lokal yang terjadi pada sejumlah besar otot-otot tubuh secara simultan seperti yang terjadi pada berbagai bentuk olahraga yang bersifat aerobik misalnya lari/*jogging*, berenang, senam aerobik, dsb. Tujuan pelatihan ini ialah meningkatkan kemampuan fungsional unsur :

1. Seluler (ES-1), yaitu seluruh sel-sel otot yang terlibat secara sistemik dalam kegiatan olahraga tersebut. Hasil yang terjadi pada sel-sel otot, seperti yang terjadi pada pelatihan aerobik lokal.
2. Ekstraseluler (ES-2), yaitu meningkatnya kemampuan mendukung dari ES-2. ES-2 terdiri dari :
 - Darah, cairan tubuh dan getah bening
 - Pernafasan
 - Jantung dan pembuluh darah.

Hasil yang terjadi ialah meningkatnya kemampuan fungsional ES-2

yang wujudnya ialah meningkatnya kapasitas aerobik dan dengan demikian juga meningkatnya daya tahan umum (*General endurance*). Namun untuk terjadinya hal ini ada syarat yang harus dipenuhi yaitu : rangsangan yang diberikan oleh ES-1 harus lebih besar dari kemampuan ES-2 yang ada pada saat itu, artinya besar rangsangan anaerobik harus lebih besar dari pada kapasitas aerobik yang dimilikinya pada saat itu (Fahami tata-hubungan ES-1 – ES-2, tata-hubungan anaerobik-aerobik). Artinya lebih lanjut ialah bahwa rangsangan pelatihan harus dapat menciptakan **kondisi pelatihan** yaitu kondisi intensitas olahraga (**anaerobik**) > **aerobik**, atau intensitas pelatihan yang disebut sebagai **over load**.

Pelatihan anaerobik lokal

Pelatihan anaerobik lokal adalah pelatihan otot pada umumnya, oleh karena daya (energi) untuk kontraksi otot selalu berasal dari mekanisme olahdaya (metabolisme) anaerobik (Fahami masalah pembentukan daya untuk kontraksi otot).

Pada setiap terjadi kontraksi otot olahdaya anaerobik dalam otot selalu meningkat dan menjadi lebih besar dari pada olahdaya aerobik yang ada pada waktu itu. Hal ini berarti bahwa **pada setiap kontraksi otot terjadi kondisi pelatihan** pada otot itu. Jadi pelatihan anaerobik lokal berarti terciptanya kondisi pelatihan lokal pada otot-otot yang dilatih.

Kondisi pelatihan merupakan rangsangan bagi sel untuk memperbaiki diri dengan meningkatkan kualitas unsur-unsur anatomik maupun fisiologiknya dan ini berarti meningkatnya kualitas sel, yang

berarti juga meningkatnya kesehatan dan kemampuan fungsional sel. Dalam hal ini berarti meningkatnya kekuatan dan daya tahan statis sel-sel otot yang mengalami pelatihan !

Perubahan **anatomik** ditunjukkan dengan terjadinya :

Hipertrofi otot yang disebabkan oleh karena :

- Menebalnya sarkolema → meningkatkan kekuatan pasif otot, artinya otot menjadi lebih kuat terhadap regangan.
- Bertambahnya unsur-unsur kontraktile otot (myofilamen) → meningkatkan kekuatan aktif otot, artinya otot menjadi lebih mampu mengangkat beban yang lebih berat.

Perubahan **fisiologik** ditunjukkan dengan terjadinya :

- Peningkatan kekuatan dan daya tahan statis otot ybs.

Perubahan **biokimia** ditunjukkan dengan meningkatnya :

- Jumlah komponen-komponen sistem anaerobik di dalam otot, termasuk meningkatnya jumlah glikogen otot, yang berarti meningkatnya kemampuan fungsional anaerobik otot ybs.
- jumlah dan besar mitochondria
- jumlah myoglobin di dalam sel otot.

Kedua hal yang terakhir ini diperlukan untuk meningkatkan kemampuan fungsional aerobik di dalam otot dan diperlukan untuk mempercepat pemulihan otot !

Pelatihan anaerobik sistemik

Pelatihan anaerobik sistemik berarti terciptanya kondisi pelatihan secara sistemik yaitu terciptanya kondisi pelatihan pada seluruh sel

dalam tubuh. Hal ini dapat terjadi bila pasokan O₂ bagi setiap sel tubuh tidak mencukupi kebutuhan sekalipun pada istirahat. Kondisi demikian hanya mungkin bila terjadi *hypoxaemia* yaitu kurangnya kandungan O₂ di dalam darah dan hal ini hanya dapat terjadi bila ada *hypoxia* yaitu kurangnya O₂ yang dapat diserap dari udara paru.

Kurangnya penyerapan O₂ di paru terjadi oleh karena :

1. Kurangnya kandungan O₂ dalam udara atmosfer
2. Kurangnya ventilasi paru oleh karena adanya gangguan pada mekanisme respirasi.

Hal yang pertama hanya dapat terjadi pada kondisi yang luar biasa misalnya tinggal di ketinggian pegunungan di mana kandungan O₂ dalam udara memang rendah, atau pada kondisi artifisial (buatan) misalnya yang secara sengaja dilakukan pada *climatic chamber*.

Hal yang kedua dapat terjadi pada:

1. Kondisi patologis misalnya pada episode asthma bronchial akut
2. Kondisi artifisial misalnya secara sengaja menahan nafas.

Hal yang kedua ini terjadi pada perenang-perenang yang secara sengaja berlatih renang secepat-cepatnya dan sejauh-jauhnya dengan tetap tinggal dibawah permukaan air, seperti yang dilakukan oleh perenang-perenang Amerika Serikat tatkala berlatih renang untuk menghadapi Olympiade Los Angeles tahun 1984. Dengan cara berlatih demikian tidak saja mereka berlatih secara anaerobik tetapi juga menciptakan kondisi *hypoxia* bagi dirinya. Oleh karena itu cara pelatihan demikian disebut sebagai pelatihan *anaerobic hypoxic*.

Perenang-perenang tersebut melakukan latihan *anaerobic hypoxic* dengan jarak panjang kolam renang tersebut (50 M). Pada suatu ketika

dua orang perenang pria ingin mencoba kemampuan dengan berenang sejauh mungkin secara anaerobic hypoxic. Hal ini diketahui oleh Nancy Hogshead, yang kemudian ternyata menjadi peraih tiga medali emas dan satu medali perak renang pada Olympiade Los Angeles tahun 1984. Dari ketiga perenang itu, ternyata Nancy mencapai jarak yang terjauh namun ia pingsang pada jarak 80 M, sementara dua teman prianya sudah berhenti pada jarak 65 M. Perlu diketahui, Nancy adalah atlet renang yang menderita *exercise induced bronchospasm/ asthma*, yaitu serangan asthma yang timbul bila yang bersangkutan melakukan olahraga.

Bila diterjemahkan dalam waktu, dengan asumsi bahwa rekor Perenang-perenang puncak untuk gaya bebas jarak 100 M adalah satu menit (60 detik) maka jarak 50 M berarti memerlukan waktu tempuh \pm 30 detik. Bila diasumsikan intensitas latihan adalah 80-90% kemampuan maximal, maka waktu tempuh untuk satu kali jarak latihan adalah 33-38 detik, artinya mereka berlatih renang secara anaerobic hipoxic selama antara 33-38 detik pada setiap kalinya. Namun tidak dijelaskan berapa repetisi mereka melakukannya.

Hakekat pelatihan *anaerobic hypoxic* ini juga dilakukan oleh para Pelaku Olahraga Tenaga Dalam. Pada jurus-jurus tertentu latihan Tenaga Dalam (Seni Pernafasan Satria Nusantara), Pelaku melakukan latihan dengan hanya melakukan satu inspirasi pada awal melakukan jurus yang selanjutnya harus menahan nafas selama melakukan jurus tersebut. Dalam pengamatan waktu, ternyata mereka melakukannya dalam kurun waktu selama 30-45 detik untuk setiap jurusnya yang kemudian diulang sebanyak 15x (dilakukan sebanyak 15 repetisi) sesuai ketentuan pelatihan Tenaga Dalam Satria Nusantara. Namun interval waktu

pemulihan antara repetisi pertama dan repetisi-repetisi berikutnya tidak berpola tertentu, tergantung pada Pelatih yang waktu itu memimpin pelatihan dan dapat berkisar antara beberapa puluh detik sampai beberapa menit. Bila interval waktu pemulihan terlalu singkat maka pelatihan terasa lebih berat oleh karena terjadinya dampak kumulatif pelatihan anaerobik yaitu tertumpuknya sampah olahdaya anaerobik (asam laktat).

INTENSITAS PELATIHAN

Secara **objektif** intensitas pelatihan (berat olahraga) ditentukan oleh besar **daya** (energi) yang diperlukan dan dapat disediakan oleh mekanisme **olahdaya** (metabolisme) **anaerobik** per satuan waktu.

Secara **subjektif** ditentukan oleh besar kesenjangan yang terjadi antara olahdaya aerobik (kemampuan memasok O_2) terhadap olahdaya anaerobik (tuntutan akan O_2) yang terjadi. Makin besar kesenjangan itu berarti relative makin kecil kemampuan memasoknya (kemampuan aerobiknya). Oleh karena itu agar olahraga selalu terasa (subjektif) ringan maka kemampuan aerobik harus besar, agar kesenjangan menjadi sekecil mungkin. Contoh: 2 orang atlet A dan B dengan umur, jenis kelamin, tinggi badan dan berat badan sama, bila ia lari untuk jarak yang sama dan bersama-sama (start dan finish bersamaan) maka mere-

ka secara **objektif** melakukan olahraga dengan intensitas dan dosis yang sama, artinya secara objektif mereka melakukan olahraga yang sama beratnya, melakukan kerja yang sama banyaknya. Tetapi oleh karena B memiliki kapasitas aerobik yang lebih kecil dari pada A maka secara **subjektif** B akan merasakan olahraga itu sebagai lebih berat.

Dalam hubungan dengan masalah Tenaga Dalam perlu dikemukakan penelitian yang dilakukan oleh Giriwijoyo dkk (2002). Penelitian dilakukan terhadap Mahasiswa pria baru jurusan Kepeleatihan angkatan 2000 yang tidak mempunyai latar belakang olahraga untuk alasan homogenitas dan jumlah sample yang diperoleh dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan hasil tes awal menjadi Kelompok I, II dan III. Kelompok I diberi perlakuan murni latihan Tenaga Dalam Satria Nusantara (SN) tingkat dasar dan pelaksanaannya dilakukan sepenuhnya oleh Lembaga Seni Pernafasan Satria Nusantara Bandung. Kelompok II diberi perlakuan Senam Pagi Indonesia Seri D yang dilakukan oleh Instruktur dari Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan (FPOK) Universitas Pendidikan Indonesia (UPI), dan Kelompok III mendapat perlakuan seperti kelompok II tetapi dengan melaksanakan pola pernafasan Satria Nusantara, disesuaikan dengan kondisi fisiologiknya

yang berbeda dengan pelatihan murni SN.

Alat ukur yang dipergunakan ditujukan untuk mengetahui dampaknya terhadap fungsi statis (Kapasitas Vital, Nadi istirahat dan kemampuan menahan nafas) dan dampaknya terhadap kemampuan dinamis (anaerobik alaktasid, anaerobik laktasid dan aerobik). Tes untuk mengukur kemampuan anaerobik alaktasid yang dipergunakan adalah : bentuk-bentuk gerak *explosive maximal* yang terdiri dari *vertical jump*, *standing broad jump* dan *sprint 50 m*. Tes untuk mengukur kemampuan anaerobik laktasid adalah lari 400 m, sedangkan untuk mengukur kemampuan aerobik dipergunakan tes lari 12 menit dari Cooper. Alat ukur ini dipergunakan untuk tes awal dan tes akhir. Hasil penelitian terdapat dalam tabel di bawah ini.

Dari hasil penelitian tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari sudut pandang Ilmu Faal, Tenaga Dalam adalah kemampuan anaerobik (yang lebih baik). Hal ini terlihat dari kemampuan anaerobik yang lebih baik dengan urutan $I > III > II$
2. Hasil pelatihan sangat erat kaitannya dengan sifat pelatihan, artinya pelatihan bersifat sangat spesifik dan hal ini terlihat dari kemampuan anaerobik seperti pada butir 1, sedangkan kemampuan aerobik dalam urutan $II > III > I$.

Catatan: DNI = denyut nadi istirahat.

3. Penerapan pola pernafasan SN kepada Senam Pagi Indonesia seri D menghasilkan kemampuan anaerobik yang sama dengan hasil pelatihan SN, tetapi peningkatan kemampuan aerobiknya lebih rendah dari pada yang diperoleh melalui pelatihan murni Aerobik (SPI-D).

Saran yang dapat diajukan berdasarkan hasil penelitian di atas ialah:

1. Pelatihan adalah sangat spesifik, artinya untuk meningkatkan kemampuan anaerobik harus dilakukan pelatihan khusus anaerobik, demikian pula untuk meningkatkan kemampuan aerobik.
2. Pola pernafasan SN dapat diterapkan pada olahraga aerobik yang konvensional untuk mendapatkan peningkatan kemampuan anaerobik yang lebih baik, tetapi peningkatan kemampuan aerobiknya menjadi tidak maximal. Oleh karena itu bila waktu cukup tersedia maka pelatihan aerobik harus dilakukan secara khusus untuk mencapai tingkat kemampuan yang dibutuhkan.

KETAHANAN DAN KELELAHAN.

Ketahanan yang dimaksudkan disini ialah ketahanan fisik/ jasmani.

Ketahanan fisik terdiri dari :

1. Ketahanan fisik biologik :

Kemampuan fisik/jasmani untuk melawan dan mengatasi

berbagai ancaman lingkungan yang cenderung menimbulkan kerusakan jasmani atau penyakit baik yang bersifat infeksi maupun yang bersifat non-infeksi.

2. Ketahanan fisik fungsional :

Kemampuan fisik/ jasmani untuk melawan dan mengatasi beban atau tugas fisik/ jasmani yang akan menyebabkan terjadinya kelelahan.

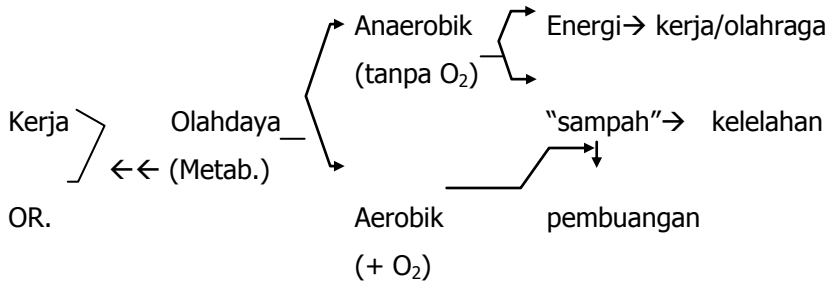
Ketahanan yang dimaksudkan dalam naskah ini ialah Ketahanan fisik fungsional.

Ketahanan dan kelelahan dengan demikian merupakan kutub yang berlawanan bagi aktivitas fisik.

Dalam kaitan dengan olahdaya maka ketahanan berkaitan dengan makin besarnya kemampuan (relatif) olahdaya aerobik (kapasitas aerobik pada waktu itu) dan rendahnya olahdaya anaerobik yang sedang berlangsung (berat olahraga yang dikukan), sedangkan kelelahan berkaitan dengan makin tingginya olahdaya anaerobik yang sedang berlangsung dan rendahnya kemampuan (relatif) olahdaya aerobik (kapasitas aerobik) yang dimiliki.

- Kejadian kelelahan dan hubungannya dengan olahdaya adalah sebagai berikut: Kerja/ olahraga adalah hasil dari olahdaya anaerobik yang meninggi yang segera diikuti meningkatnya olahdaya aerobik. Meningkatnya olahdaya anaerobik diperlukan untuk menghasilkan daya (energi) yang diperlukan untuk kerja/olahraga itu, tetapi bersamaan dengan itu dihasilkan pula zat "sampah" yang akan menyebabkan terjadinya kelelahan. Meningkatnya olahdaya aerobik adalah untuk mempertahankan kelangsungan kerja/ olahdaya

anaerobik yang sedang terjadi, oleh karena salah satu cara menghilangkan zat kelelahan ialah dengan proses oksidasi (proses aerobik). Ketidak-mampuan olahraga aerobik mengimbangi olahraga anaerobik berakibat terjadinya kelelahan.



Hal itu disebabkan :

- olahdaya anaerobik terlalu besar, yang berarti bahwa kerja/ olahraga yang sedang dilakukan adalah terlalu berat,
- kemampuan olahdaya aerobik (kapasitas aerobik) terlalu rendah.

Kemampuan olahdaya aerobik (kapasitas aerobik) tergantung pada:

1. Kemampuan fungsional ES II, yang terdiri dari sistem :
 - darah dan cairan tubuh
 - pernafasan
 - jantung dan pembuluh darah,
2. Kemampuan sel-sel tubuh menggunakan O_2 secara efisien.

Fungsi ES II ialah :

- mengambil O_2 dari udara melalui paru-paru dan mengangkutnya ke sel-sel jaringan, khususnya ke otot-otot yang aktif.
- menyingkirkan/ memindahkan CO_2 dan sampah olahdaya lainnya dari otot-otot yang aktif ke hepar dan alat-alat ekskresi.

Dengan demikian fungsi ES II ialah memelihara dan mempertahankan *homeostasis* untuk mempertahankan kelangsungan kerja/ olahraga (ketahanan fisik fungsional) dengan jalan mencegah kelelahan melalui pemeliharaan dan pemulihan *homeostasis*. Fungsi ES II yang demikian itu tidak hanya diperlukan oleh atlit-atlit cabang olahraga aerobik saja, tetapi juga diperlukan oleh atlit-atlit cabang olahraga anaerobik. Dalam hal terakhir khususnya untuk maksud mempercepat proses pemulihan. Oleh karena itu, adalah kesalahan konsep yang besar bila masih ada pendapat yang mengatakan bahwa atlit-atlit cabang olahraga anaerobik tidak memerlukan latihan aerobik.

PELATIHAN "TENAGA DALAM" (PELATIHAN ANAEROBIK HIPOKSIK, PELATIHAN ANAEROBIK SISTEMIK)

Pada olahraga konvensional, kondisi pelatihan diciptakan dengan meningkatkan intensitas anaerobik (intensitas olahraga) sampai lebih besar dari kemampuan ES-II untuk memasok O_2 (lebih besar dari kapasitas aerobik), artinya pelatihan harus bersifat *overload*.

Pada pelatihan "Tenaga Dalam" (Satria Nusantara) kondisi pelatihan diciptakan dengan mengurangi pasokan O_2 yaitu dengan mengendalikan/ menahan nafas selama melakukan jurus-jurus latihan. Prinsip pelatihan

“Tenaga Dalam” inilah yang dilakukan oleh Perenang-perenang Amerika Serikat tersebut di atas yaitu dengan melakukan renang secepat dan sejauh mungkin dengan tetap tinggal di bawah permukaan air, yang dari sudut pandang Ilmu Faal disebut sebagai pelatihan **anaerobik hipoksik**, yaitu pelatihan yang menciptakan kondisi anaerobik sistemik. Tujuan pelatihan ini ialah untuk meningkatkan kapasitas anaerobik.

Demikianlah maka prinsip pelatihan Tenaga Dalam ini tentu dapat di transfer ke pelatihan-pelatihan olahraga konvensional untuk tujuan meningkatkan kapasitas anaerobik dan dengan meningkatnya kapasitas anaerobic maka kapasitas aerobic dapat ditingkatkan lebih lanjut.

Meningkatnya kapasitas anaerobik berarti juga meningkatnya **anaerobic endurance** dan ini berarti atlet menjadi lebih mampu melakukan lebih banyak gerakan-gerakan *explosive maximal* yang sangat diperlukan seperti misalnya pada cabang olahraga bulutangkis, sepak bola, bolabasket dan sejenisnya, dan tentu saja akan sangat bermanfaat untuk melakukan **sprint akhir** pada lari jarak jauh.

LATIHAN

1. Jelaskan macam-macam olahraga ditinjau dari proses penyediaan daya (energi) !
2. Bagaimana proses penyediaan daya (energi) pada saat:
 - a. istirahat
 - b. permulaan kerja/olahraga
 - c. keadaan mantap (*steady state*)
 - d. akhir kerja/ olahraga.
3. Daya (energi) dari proses apa saja, dan dari bahan apa saja yang digunakan pada saat melangkah, memukul, meloncat, menendang ?
4. Buatlah bagan dari proses tersebut (pada no. 3) !

5. Apa yang dimaksud dengan batas kemampuan maximal (BKM) dan sebutkan macam-macam BKM !
6. Terangkan bagaimana hubungan antara BKM dengan ketahanan dan kelelahan !
7. Ketahanan fisik dibedakan dalam dua macam ! Jelaskan masing-masing.!
8. Jelaskan bagaimana kejadian kelelahan !
9. Apakah atlet olahraga aerobik/ endurance perlu dilatih anaerobik ? Jelaskan !
10. Apa yang dimaksud dengan pelatihan "Tenaga Dalam" ? Bagaimana cara pelatihannya ? Manfaat apa yang dapat diperoleh bila dilakukan oleh Olahragawan konvensional ?
11. Ceriterakan bagaimana melakukan pelatihan TD pada olahraga konvensional !



BAB
14

**GANGGUAN PADA OTOT
PEGAL-OTOT (MUSCLE SORENESS) SESUDAH LATIHAN
DAN
KEJANG-OTOT (MUSCLE CRAMPS).**

H.Muchtamadji M.Ali
H.Y.S.Santosa Giriwijoyo.

PENDAHULUAN

Sebenarnya tidak hanya atlet yang mengenal pegal-otot, tetapi masyarakat umum pun banyak yang mengalaminya. Pada umumnya hal ini terjadi setelah orang melakukan aktivitas/olahraga yang cukup berat yang tidak biasa dilakukan oleh otot atau kelompok otot tersebut, sehingga otot-otot tertentu terasa sakit atau pegal-pegal. Maka perlu kiranya hal ini dijelaskan agar tidak mengundang pengertian yang salah, sehingga orang menjadi tidak mau lagi berolahraga.

Demikian pula tentang kejang-otot, mungkin semua orang pernah mengalaminya. Namun masih banyak yang belum mengerti kejadian maupun penyebabnya. Sehingga sering terjadi penanganan yang salah terhadap kejadian ini yang bahkan dapat menambah parah.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 14 ini Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Pengertian pegal-otot (muscle soreness).
2. Mengetahui penyebab pegal-otot.
3. Dapat mengatasi apabila terjadi pegal-otot.
4. Mempunyai sikap positif terhadap kegiatan olahraga.
5. Dapat memahami pengertian kejang-otot (muscle cramps).
6. Mengetahui penyebab kejang-otot.
7. Dapat mengatasi apabila terjadi kejang-otot.

PEGAL-OTOT (MUSCLE SORENESS) SESUDAH LATIHAN

Setelah bekerja cukup berat dalam waktu yang cukup lama, atau melakukan pekerjaan yang tidak biasanya dilakukan, dapat terjadi tidak hanya kelelahan lokal tetapi juga pegal-otot. Pegal-otot ini biasanya tidak timbul segera setelah latihan/ kerja berakhir; tetapi timbul beberapa waktu (jam) kemudian dan dapat berlangsung beberapa hari. Apabila latihan (berat) itu diulangi pada hari berikutnya, maka pada awal latihan otot yang bersangkutan akan terasa sakit lagi, namun akan hilang dalam beberapa menit dan tetap demikian selama melakukan olahraga. Akan tetapi setelah latihan dihentikan, beberapa waktu kemudian pegal-otot akan timbul lagi, namun dengan tetap meneruskan program latihan, durasi pegal-otot makin lama menjadi makin pendek dan akhirnya hilang sama sekali dengan menjadi terlatihnya otot-otot yang bersangkutan. Telah diamati bahwa bila latihan diakhiri dengan latihan penutup yang ringan (*cooling down*) akan mempersingkat lamanya masa pegal-

Hough (dikutip oleh Karpovich 1971) mengemukakan bahwa pegal-

otot diakibatkan oleh putusnya beberapa serabut otot. Memang dapat dipahami bahwa latihan keras dapat mengakibatkan putusnya serabut-serabut otot. Tetapi istilah "keras" di sini hampir pasti tidak dapat dikenakan terhadap olahraga pada umumnya yang dapat menimbulkan pegal-otot. Jadi istilah "keras" di sini hanyalah menunjukkan otot menjalani latihan yang lebih berat dari pada yang biasa dilakukan. Pendapat *Hough* ini tidak didukung oleh data penelitian, sehingga kurang mendapat dukungan. Di samping itu, ditinjau dari sudut Fisiologi Kedokteran dapat dikemukakan bahwa bila terjadi putus serabut-serabut otot (ruptura muskular), nyeri otot akan terjadi seketika itu juga, bukan pegal-otot yang datangnya beberapa waktu kemudian. Selain itu oleh karena nyerinya, esok harinya ia tidak akan mau kembali berlatih. Walaupun mau mencoba, maka nyerinya bukannya menghilang akan tetapi bahkan bertambah ! Perlu diketahui bahwa ruptura muskular adalah cedera otot, sedangkan pegal-otot bukan cedera otot !

Penjelasan yang lebih dapat diterima mengenai pegal-otot ini ialah bahwa latihan yang cukup berat dan lama, mengakibatkan tertimbunnya sampah olahdaya (metabolisme) dalam jumlah yang berlebihan, yang menyebabkan meningkatnya tekanan osmotik di dalam dan di luar sel-sel otot. Peningkatan tekanan osmotik ini selanjutnya akan mengakibatkan banyaknya air yang tertimbun sehingga terjadi *edema* (pembengkakan), yang selanjutnya akan menekan syaraf-syaraf sensoris, maka akan terasa sebagai pegal-otot.

Asmussen (dikutip oleh Karpovich 1971) merasa bahwa teori inipun tidak meyakinkan, maka dia mengadakan penelitian terhadap 16 orang wanita. Perlakuannya adalah naik-turun bangku setinggi 50 cm, dengan

selalu menggunakan tungkai yang sama untuk naik bangku, dan turun selalu dengan tungkai yang lain. Kecepatan dan irama naik turun bangku ini harus dipertahankan tetap konstan. Dalam percobaan lain, salah satu otot flexor lengan bawah diberi perlakuan mengangkat beban antara 5 s/d 7 kg dan otot flexor dari lengan bawah yang lain menurunkannya. Perlakuan ini diteruskan hingga orang coba menyatakan lelah. Dalam kedua macam percobaan itu pengangkatan badan/beban merupakan kerja positif, sedangkan penurunan beban adalah kerja negatif. Ternyata kelelahan timbul pada otot yang melakukan kerja positif. Tetapi pengamatan terhadap orang coba pada hari berikutnya menunjukkan bahwa kerja positif mengakibatkan pegal otot hanya terhadap dua orang coba pada otot extensor tungkai yang dipakai untuk naik bangku, dan terhadap 5 orang coba pada otot flexor lengan bawah yang dipakai untuk mengangkat beban. Sedangkan kerja negatif mengakibatkan pegal otot terhadap 15 orang coba pada otot extensor tungkai yang dipakai untuk turun dari bangku dan terhadap 12 orang coba pada otot flexor lengan bawah yang dipakai untuk menurunkan beban.

Oleh karena olahdaya (metabolisme) yang terjadi pada kerja negatif 5 sampai 7 kali lebih kecil daripada olahdaya pada kerja positif, maka pegal otot bukan merupakan akibat dari berlebihannya sampah olahdaya. Dari berbagai fakta tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa pegal otot disebabkan oleh pengaruh tarikan mekanis serabut-serabut otot terhadap jaringan ikat intramuscular. Memang akan timbul pertanyaan mengapa kerja negatif lebih mengakibatkan pegal otot dibandingkan dengan kerja positif? Pada kerja negatif, serabut-serabut

otot berkontraksi tetapi memanjang, dan bersamaan dengan itu jumlah serabut otot yang terlibat menurun. Akibatnya terjadilah penarikan yang lebih kuat terhadap jaringan ikat pada masing-masing serabut otot. Kejadian ini yaitu tarikan yang berlebihan pada jaringan ikat pada tiap serabut otot merupakan ruda-paksa (*trauma*), yang kemudian menyebabkan terjadinya edema (pembengkakan) setempat, yang selanjutnya menyebabkan terjadinya rasa nyeri.

Sedangkan pada kerja positif, serabut-serabut otot memendek, disertai dengan meningkatnya jumlah serabut otot yang terlibat dalam kontraksi itu. Hal ini menyebabkan berkurangnya tarikan masing-masing serabut otot terhadap jaringan ikatnya.

Menyimak uraian terdahulu, maka untuk mengatasi pegal otot, dapat dilakukan dengan cara melakukan gerakan ringan (*senam*), yang merupakan istirahat aktif dengan tujuan meningkatkan mekanisme pompa vena, atau dengan cara mengistirahatkan otot yang mengalami pegal-otot sambil dilakukan *massage*.

LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan pegal-otot ?
2. Bagaimana pendapat Hough dan Asmussen tentang pegal-otot ?
3. Bagaimana cara mengatasi/menyembuhkan pegal-otot ?
4. Apakah orang harus menghentikan program berolahraganya karena ia mengalami pegal-otot? Jelaskan alasan Anda !

KEJANG-OTOT (MUSCLE CRAMPS)

Setiap olahragawan pasti mengenal *muscle cramps* (kejang-otot). Kejang-otot ialah kontraksi pada satu atau beberapa otot yang terjadi dengan tiba-tiba (spontan), kuat, berlangsung lama, dan terasa sakit. Mekanisme yang pasti tentang kejadian kejang-otot belum diketahui. Kadang-kadang ada perasaan yang merupakan tanda pendahuluan akan terjadinya kejang-otot. Dalam keadaan yang demikian otot-otot yang akan terlibat dalam kejang-otot dapat direlaxasikan di bawah kemauan sebelum terjadinya kejang-otot. Biasanya kejang-otot terjadi tanpa ada peringatan dan tanpa ada penyebab yang jelas, misalnya ketika seseorang sedang enak membaca sambil berbaring. Kadang-kadang kejang-otot terjadi hanya pada otot yang telah dipergunakan pada waktu yang lama dan berat, dan dipicu hanya oleh kontraksi yang ringan saja pada otot yang telah lelah. Kadang dapat disengaja melalui kontraksi yang kuat pada otot yang masih segar. Kejang-otot macam yang terakhir ini paling mudah dibangkitkan pada otot-otot telapak kaki.

Untuk mengatasi kejang-otot yang terjadi tanpa tanda-tanda atau penyebab yang jelas, cara yang paling baik ialah dengan meregang (*stretching*) otot yang mengalami kejang-otot itu, yang dapat dilakukan dengan cara mengkontraksikan otot antagonisnya atau dengan meregangkan otot-otot yang bersangkutan secara pasif dengan berbagai cara.

Penyebab pasti dari kejang-otot bersumber dari saraf maupun unsur saraf-otot (neuro-muscular). Apabila kejang-otot didahului oleh tanda peringatan, mungkin sekali kejang-otot itu disebabkan oleh menurunnya ambang rangsang saraf-saraf motorik; akibatnya secara tiba-tiba frekuensi impuls saraf ke otot meningkat, yang menyebabkan terjadinya

kejang-otot.

Kontraksi otot terjadi karena dilepaskannya acetylcholine yang dihasilkan oleh ujung-ujung saraf motorik pada keping motorik (*motor end plates*). Biasanya zat ini segera dihancurkan oleh cholinesterase. Tetapi apabila hal ini tidak terjadi karena adanya hambatan terhadap fungsi cholinesterase, misalnya oleh racun organofosfat maka pada awalnya memang terjadi kejang-otot tetapi selanjutnya terjadi paralisis oleh karena rangsangan yang terus-menerus oleh acetylcholine menyebabkan terjadinya kondisi refrakter yang terus-menerus pula.

Kejang-otot perut (*Abdominal Cramps*)

Sering orang mendengar betapa berbahayanya kejang-otot perut bila terjadi pada waktu berenang. Penelitian oleh Lanoue (Karpovich and Sinning, 1971) mengemukakan bahwa dari 30.000 perenang yang berhasil ditemuinya, ternyata tak seorangpun yang pernah mengalami kejang-otot perut. Kejang-otot perut ternyata memang sangat jarang. Suatu kejadian pada orang yang sedang mancing, mengalami kejang-otot rectus abdominis kiri, ketika ia membungkukkan badannya untuk mengambil sesuatu di bawah bangku tempat ia duduk. Nyerinya luar biasa dan oleh karena nyerinya makin hebat tatkala ia bernafas, maka ia kemudian meregangkan tubuhnya dan menahan nafas. Ternyata kejang-ototnya hilang. Sungguh tidak diragukan lagi bahwa kejang-otot sehebat itu dapat menjadi fatal bila terjadi pada orang yang sedang berenang. Sekalipun orang itu pandai berenang, apabila jauh dari pantai kejadian itu dapat menyebabkan orang menjadi tidak berdaya yang tentu saja berakibat fatal.

LATIHAN

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan kejang-otot !
2. Apa peran acetylcholine terhadap kontraksi otot ?
3. Terangkan penyebab-penyebab terjadinya pegal-otot !
4. Jelaskan mengapa pegal-otot yang terasa pada awal-awal melakukan program olahraga menghilang bila terus melakukan program latihan yang telah disusun ?
5. Bagaimana cara mengatasi/menyembuhkan kejang-otot ?

AKLIMATISASI

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

Aditya Wahyudi

PENDAHULUAN

Kehidupan manusia tidak mungkin dapat dilepaskan dari kondisi alam lingkungan dengan berbagai sifat iklim (*climate*)-nya, baik kondisi alam yang subur maupun kondisi alam yang gersang. Allah telah mengaruniakan akal dan daya penyesuaian yang besar kepada manusia yang apabila dipergunakan sebaik-baiknya insya Allah kesejahteraan hidup akan tetap diperoleh di manapun ia berada.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 15 ini Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Pengertian aklimatisasi
2. Perlunya melakukan usaha aklimatisasi
3. Pembentukan panas badan
4. Cara-cara pembuangan panas
5. Penggunaan katagori indeks WBGT

AKLIMATISASI

Pengertian

Aklimatisasi adalah penyesuaian diri seseorang terhadap iklim lingkungan kawasan baru, yang berbeda dengan iklim kawasan hunian sebelumnya. Aklimatisasi hakekatnya adalah adaptasi bio-fisiologik terhadap sifat-sifat alamiah lingkungan, yaitu penyesuaian fungsi-fungsi fisiologik dalam tubuh terhadap sifat-sifat alamiah lingkungannya yang baru, yang berbeda dari sifat-sifat alamiah kawasan hunian sebelumnya.

Kegiatan olahraga tidak mungkin dapat dilepaskan dari lingkungannya. Pengaruh iklim, khususnya suhu dan kelembaban yang lebih tinggi sangat mempercepat perubahan bio-fisiologik dalam tubuh ke arah yang merugikan, sehingga pada orang yang belum beraklimatisasi dengan baik terhadap iklim lingkungannya yang baru, perubahan bio-fisiologik itu dapat dengan cepat mengarah ke perubahan patologik yang dapat membahayakan. Oleh karena itu pada olahraga, aklimatisasi terhadap lingkungan, khususnya lingkungan yang lebih panas dan lebih lembab dengan segala permasalahannya sangat perlu difahami secara lengkap, agar keadaan patologis yang mungkin terjadi dapat dihindari.

Perpindahan seseorang ke kawasan dengan iklim yang berbeda dari kawasan hunian sebelumnya, dapat mempengaruhi mekanisme pengaturan keseimbangan bio-fisiologik untuk mempertahankan suhu tubuh dan tata susunan cairannya. Mekanisme itu sangat penting untuk mempertahankan *homeostasis* yaitu pemeliharaan kondisi cairan lingkungan hidup sel yang sebaik-baiknya, agar manusia tetap dapat

menampilkan kemampuan fungsionalnya yang terbaik dalam aspek fisik maupun aspek psikis.

Suhu Tubuh dan Produksi Panas

Suhu inti tubuh orang sehat saat istirahat biasanya sangat konstan. Suhu inti tubuh ialah suhu bagian dalam tubuh yang pengukurannya dilakukan di dalam rectum, melalui anus (dubur). Suhu inti tubuh berfluktuasi sekitar 37°C , sedangkan suhu bagian luar tubuh berfluktuasi lebih luas. Perubahan suhu itu dalam rentang waktu 24 jam ialah antara $0.5 - 1.5^{\circ}\text{C}$ atau $1 - 2.5^{\circ}\text{F}$

Manusia mampu menyesuaikan diri terhadap suhu lingkungan yang lebih tinggi atau yang lebih rendah dari pada suhu lingkungan tempat tinggal asalnya. Akan tetapi toleransi terhadap suhu ini tidak besar, hanya kurang lebih 4°C . Lebih dari batas ini diperlukan adaptasi bio-fisiologik terhadap kondisi lingkungan yang bersangkutan, agar dapat memperagakan penampilan (*performance*) yang optimal seperti di kawasan hunian sebelumnya.

Secara biologik, batas toleransi maksimal yang masih dapat dipertahankan untuk kehidupan sel-sel tubuh manusia ialah antara -1°C s/d $+45^{\circ}\text{C}$ (Astrand & Rodahl, 1970).

Manusia sebagai makhluk homeoterm (berdarah panas), selalu membentuk panas, oleh karena itu selalu perlu membuang kelebihan panasnya agar suhu tubuh dapat dipertahankan konstan. Kegagalan dalam masalah pembuangan panas dapat menyebabkan terjadinya hyperpyrexia atau hyperthermia (kelebihan panas), yang dapat mengakibatkan kematian dalam waktu kurang dari 6 jam, yang disebabkan oleh karena enzim-enzim untuk proses olahdaya

(metabolisme) menjadi tidak berfungsi.

Pada olahraga, pembentukan panas tubuh dapat meningkat menjadi 10 – 20 kali dari istirahat (Pyke & Sutton., 1992). Oleh karena itu jika pada olahraga seseorang mengalami kegagalan pembuangan kelebihan panas, maka dalam waktu kurang dari 30 menit akan terjadi *hyperpyrexia* yang akan menyebabkan orang menemui ajalnya.

Ditinjau dari segi pembuangan panas tubuh, suhu lingkungan yang tidak menguntungkan yaitu suhu lingkungan yang tinggi. Suhu tubuh merupakan hasil keseimbangan antara produksi panas oleh tubuh dengan pemuangannya. Produksi panas terjadi karena adanya proses kimia yang disebut olahdaya (metabolisme); yang menghasilkan daya (energi) untuk berbagai proses dalam tubuh antara lain :

- kerja syaraf, kelenjar, otot (kerja fisik)
- membentuk zat-zat baru
- mempertahankan suhu tubuh.

Pembentuk panas yang terpenting dalam tubuh ialah otot, sehingga dapat dipahami bahwa makin berat dan makin lama kerja otot/ kerja fisik, maka makin besar produksi panasnya. Oleh karena itu kalau akan menyelenggarakan jenis olahraga yang berat dan memerlukan waktu (durasi) lama (lari maraton, lari lintas alam, sepak bola) di udara terbuka, harus selalu memperhitungkan suhu dan kelembaban udara lingkungan. American Colledge of Sport Medicine (Fox, Bowers and Foss, 1988) dengan menggunakan index WBGT membagi suhu dan kelembaban lingkungan menjadi 4 katagori. Index WBGT ialah bilangan yang menunjukkan tingkat kenyamanan lingkungan, yang diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus sbb :

$$\text{WBGT } (^{\circ}\text{C}) = 0.7 \text{ wb} + 0.2 \text{ g} + 0.1 \text{ db}$$

wb = suhu bola basah, g = suhu bola hitam, db = suhu bola kering.

Kategori index WBGT tercantum dalam tabel berikut :

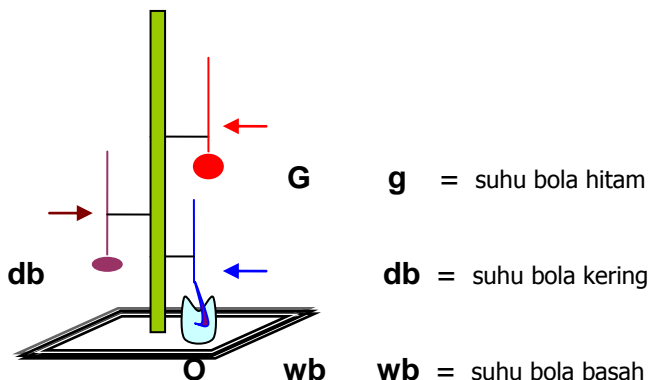
Tabel : Index WBGT

Bendera / Status	Index WBGT	Keterangan
1. Merah / Risiko Tinggi	23 – 28° C	Semua pelari harus waspada akan kemungkinan kegawatan panas. Orang yang peka terhadap suhu & kelembaban tinggi sebaiknya tidak lari.
2. Jingga/Risiko sedang	18 – 23° C	Perlu diingat bahwa Index WBGT akan meningkat sesuai perjalanan waktu
3. Hijau / Risiko rendah	Dibawah 18° C	Tetap tidak dapat dijamin bahwa tidak akan terjadi kegawatan panas
4. Putih / Risiko rendah	Dibawah 10° C	Kemungkinan hyperthermia kecil, tetapi dapat terjadi hypothermia.

Dikutip dari : Fox, Bowers, and Foss (1988) , The Physiological Basis of Physical Education and Athletics.

Perangkat untuk menilai index WBGT terdiri atas tiga buah termometer

seperti terlihat pada gambar di bawah ini. Alat ini harus ditempatkan di kawasan yang akan dinilai index WBGTnya dan pembacaan termometer baru dapat dilakukan setelah ketiga termometer menunjukkan nilai yang stabil.



Gambar : Perangkat termometer penentu Index WBGT

Suhu lingkungan ditunjukkan oleh termometer bola kering. Kelembaban dapat diperhitungkan dari suhu pada termometer bola basah dan termometer bola kering. Bila kelembaban 100% maka suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola basah akan sama dengan suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola kering, oleh karena tidak terjadi penguapan sama sekali.

Semakin tinggi perbedaan suhu yang ditunjukkan oleh kedua termometer itu berarti semakin kering udara di kawasan itu. Hal ini disebabkan oleh karena dengan makin keringnya udara maka penguapan

menjadi lebih mudah dan setiap terjadi penguapan diperlukan panas, dan panas itu diambil dari benda tempat terjadinya penguapan, yang dalam hal ini adalah kain basah pembungkus kepala termometer bola basah. Udara yang kering memudahkan terjadinya penguapan oleh karena udara yang kering dapat menampung lebih banyak uap air dan hal yang sebaliknya terjadi pada udara yang lebih lembab.

Derajat kelembaban dinyatakan dalam % dan dapat ditentukan dengan menggunakan tabel di di bawah ini (Dikutip dari Fox, Bowers dan Foss, 1988, hal. 505).

Contoh dalam table tersebut di atas memisalkan suhu lingkungan (thermometer bola kering) menunjukkan nilai $t = 27^{\circ} \text{C}$, sedangkan suhu bola basah menunjukkan nilai $t' = 20^{\circ} \text{C}$, sehingga $t - t' = 7$. Cara mencari kelembaban ialah dengan mencari nilai t pada lajur paling kiri, kemudian mencari lajur nilai 7 pada baris paling atas dan ditelusuri ke bawah sampai titik potong dengan baris dari suhu 27°C dengan lajur 7, dan ditemukan nilai 52%.

Dampak udara yang lebih kering bagi tubuh ialah bahwa lingkungan menjadi terasa lebih nyaman. Tetapi ada hal yang harus diwaspadai terutama bila selain kering suhu lingkungan juga panas, karena hal ini sangat memudahkan terjadinya dehidrasi (Baca Bab 17).

Daya pancaran (radiasi) panas matahari dan bumi ditunjukkan oleh termometer bola hitam (lihat gambar). Alat ini harus ditempatkan pada tempat terbuka, tidak terlindung oleh bangunan serta pepohonan bila dimaksudkan untuk mengukur index WBGT kawasan udara bebas.

Dalam hubungan dengan olahraga, perpindahan ke lingkungan yang bersuhu dan berkelembaban lebih rendah adalah menguntungkan, karena lebih memudahkan pembuangan panas. Sedangkan perpindahan ke lingkungan yang bersuhu dan berkelembaban lebih tinggi bersifat lebih merugikan tubuh. Pada saat berolahraga produksi panas meningkat, yang memerlukan pembuangan panas yang harus lebih mudah yaitu bila suhu dan kelembaban lingkungan yang lebih rendah. Suhu lingkungan yang lebih rendah mempermudah pembuangan panas melalui pancaran dan hantaran, sedangkan kelembaban yang lebih rendah mempermudah pembuangan panas melalui penguapan.

Dari rumus untuk menentukan index WBGT terlihat betapa peran kelembaban amat dominan, dengan kontribusinya sebesar 70% dari nilai yang ditunjukkan oleh termometer bola basah. Makin rendah nilai yang ditunjukkan oleh termometer bola basah, berarti makin rendah kelembaban di kawasan itu.

Index WBGT selain dapat ditentukan berdasarkan rumus, dapat pula ditentukan dengan menggunakan tabel seperti yang tertera di bawah ini (dikutip dari internet), bila diketahui suhu lingkungan (termometer bola kering) dan derajat kelembaban relatif (dinyatakan dalam %) di kawasan yang bersangkutan. Kelembaban dapat ditentukan dengan menggunakan tabel yang tertera di halaman 242, bila diketahui selisih dari suhu lingkungan (termometer bola kering) dengan suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola basah. Sebaliknya dengan menggunakan tabel di bawah ini, derajat kelembaban di sesuatu kawasan dapat ditentukan bila diketahui suhu lingkungan (termometer bola kering) dan index WBGT kawasan tersebut. Atau sebaliknya, dapat diketahui index WBGT bila diketahui suhu lingkungan (thermometer bola kering) dan derajat kelembabannya. Contoh : Diketahui kelembaban di Jakarta sekitar 95% dengan suhu lingkungan sebesar 33° C. Maka cari angka 95 pada lajur paling kiri, kemudian cari suhu 33° C pada baris paling atas, kemudian cari titik pertemuan antara baris dari 95% dengan lajur dari 33° C, maka akan ditemukan index WBGT Jakarta pada saat itu ialah > 40° C. Sebaliknya di padang pasir dengan suhu lingkungan misalnya 50° C dan kelembaban 5%, dengan cara yang sama akan ditemukan index WBGT sebesar 35° C.

Demikianlah maka dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai index

WBGT yang sama misalnya 35° C dapat dijumpai pada dua wilayah dengan iklim yang sangat berbeda, misalnya di gurun pasir dengan suhu lingkungan 50° C dan kelembaban relatif 5% dan di wilayah kepulauan dengan suhu lingkungan 29° C dan kelembaban 95%, seperti misalnya di Bandung tatkala siang hari mendung menjelang hujan. Akan tetapi ada

hal yang sangat perlu dicermati di sini yaitu bahwa walaupun nilai index WBGT sama, tetapi dampak fisiologisnya sangat berbeda. Di gurun pasir, dengan kelembaban relatif yang begitu rendah, evaporasi sangat mudah terjadi sehingga potensi untuk terjadinya dehidrasi adalah sangat lebih besar dibandingkan dengan di kawasan dengan suhu lingkungan yang lebih rendah tetapi dengan derajat kelembaban relatif yang lebih tinggi.

LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan aklimatisasi ?
2. Jelaskan kapan perlu melakukan usaha aklimatisasi !
3. Kapan terjadi pembentukan panas tubuh ?
4. Jelaskan pembagian katagori indek WBGT serta bagaimana penggunaannya !
5. Apa faktor terpenting yang menentukan nilai index WBGT?
6. Jelaskan mekanisme pembuangan panas pada index WBGT tinggi !
7. Bagaimana cara menentukan derajat kelembaban disesuatu wilayah ?



BAB 16

PEMBUANGAN PANAS TUBUH PADA OLAHRAGA

H.Y.S.Santosa G.

PENDAHULUAN

Pembuangan panas tubuh merupakan masalah keselamatan bagi semua orang khususnya olahragawan. Kegagalan membuang panas pada orang dalam keadaan istirahat akan menyebabkan kematian dalam waktu kurang dari 6 jam, sedangkan dalam olahraga dapat terjadi dalam waktu kurang dari 30 menit. Maka dari itu mekanisme pembuangan panas tubuh perlu dipahami dengan baik oleh para pelatih dan para olahragawan.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 16 ini Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Perlunya pembuangan panas tubuh.

2. Cara-cara pembuangan panas tubuh.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembuangan panas tubuh.

CARA PEMBUANGAN PANAS TUBUH

Pembuangan panas tubuh dapat terjadi melalui 3 cara yaitu:

1. Pembuangan panas secara **radiasi** (pancaran).

Panas dipindahkan dengan cara dipancarkan. Contoh: pada waktu kita berdiri di dekat api unggun, kita akan merasa hangat bahkan merasa panas, karena terjadi pancaran panas dari api ke sekitarnya termasuk kepada tubuh kita. Pembuangan panas secara radiasi dapat bersifat positif atau negatif. Pada suhu lingkungan sekitar 21° C, pembuangan panas tubuh secara radiasi meliputi jumlah 60 % dari seluruh pembuangan panas tubuh. Pada suhu lingkungan 24 – 33° C pembuangan panas tubuh secara radiasi menjadi lebih sulit, sehingga peranannya menurun menjadi \pm 20-35% dari seluruh pembuangan panas tubuh. Bila suhu lingkungan suhu meningkat menjadi lebih tinggi dari suhu tubuh, maka tubuh tidak dapat membuang panas secara radiasi, sebaliknya tubuh bahkan menerima panas dari lingkungan melalui radiasi, seperti halnya bila kita berdiri di dekat api unggun.

2. Pembuangan panas secara **konduksi** (hantaran).

Dalam keadaan biasa, pembuangan panas tubuh secara konduksi berlangsung kecil saja, yaitu hanya kepada selapis tipis udara yang melekat ke tubuh. Hal ini disebabkan karena udara bukan penghantar panas yang baik. Akan tetapi konduksi akan membesar manakala terjadi aliran udara. Udara yang telah menyerap atau memberikan panas

secara konduksi, kemudian diganti oleh udara lain yang lebih dingin atau lebih panas, tergantung kepada suhu lingkungan saat itu. Lapis tipis udara yang melekat pada tubuh akan berubah suhunya oleh karena terjadinya pertukaran suhu dengan dengan tubuh dan oleh karena itu berat-jenisnya berubah. Perubahan berat jenis ini menyebabkan terjadinya aliran udara. Peristiwa aliran udara (atau air pada perenang) seperti itu disebut **konveksi**. Itulah pentingnya ada kipas angin di tempat yang panas. Pembuangan panas tubuh secara konduksi dapat bersifat positif atau negatif tergantung suhu udara pada saat itu apakah lebih tinggi atau lebih rendah dari suhu tubuh.

3. Pembuangan panas secara **evaporasi** (penguapan).

Kulit dilengkapi dengan kelenjar keringat dengan jumlah sekitar 2.5 juta dan tersebar di seluruh permukaan tubuh, terutama di telapak tangan, telapak kaki dan leher. Bilamana diperlukan maka kelenjar keringat akan membentuk keringat yang akan dicurahkan ke permukaan kulit, kemudian diuapkan. Untuk menguapkan air atau keringat dibutuhkan panas yang diambil dari tubuh, dengan cara demikian maka suhu tubuh menurun.

Besar pembuangan panas secara evaporasi ditentukan oleh banyaknya keringat yang berhasil diuapkan, bukan oleh banyaknya keringat yang dihasilkan.

Faktor-faktor yang menentukan banyaknya keringat yang diuapkan:

1. suhu tubuh dan / atau suhu lingkungan.
2. jumlah keringat yang dihasilkan .
3. besar aliran udara (konveksi).

4. kelembaban udara lingkungan.

Pada orang sehat, suhu tubuh hanya akan meningkat apabila orang tersebut berada terus menerus dalam suhu lingkungan yang lebih tinggi daripada suhu tubuhnya, atau kalau ia melakukan olahraga/ kerja otot, yang akan segera diikuti oleh pengeluaran keringat yang kemudian akan diuapkan. Pada keadaan udara lebih lembab (saat mendung), apalagi bila angin tak bertiup (tidak ada konveksi) maka penguapan sulit terjadi dan proses pembuangan panas secara evaporasi menjadi terhambat. Hal ini cenderung meningkatkan suhu tubuh, yang akan direspon oleh tubuh dengan keluarnya keringat yang menjadi lebih bercucuran. Untuk mengatasinya perlu diciptakan pergerakan udara (konveksi) dengan kipas angin, agar udara yang telah jenuh dengan uap air diganti dengan udara segar. Pengeluaran keringat yang berlebihan ini terutama akan terjadi pada olahragawan yang berasal dari daerah dingin (misalnya Bandung) yang harus bertanding di daerah panas (misalnya Surabaya).

Terlihat bahwa pada suhu yang tinggi pembuangan panas secara evaporasi menjadi sangat penting. Oleh karena itu apabila suhu tinggi dan kelembaban juga tinggi, maka bahaya akan kemungkinan terjadinya kegawatan panas (heat stroke) menjadi semakin besar.

Tabel di bawah ini menunjukkan pembagian pembuangan panas tubuh pada berbagai suhu lingkungan sewaktu melakukan olahraga.

Tabel : PEMBUANGAN PANAS TUBUH PADA BERBAGAI
 SUHU LINGKUNGAN SAAT BEROLAHRAGA

SUHU UDARA	RADIASI KONDUKSI KONVEKSI	EVAPORASI
20 °C	50 %	50 %
25 °C	35 %	65 %
30 °C	20 %	80 %
35 °C	0 %	100 %

Dikutip dari Bloomfield, J; et. Al. (1992), Textbook of Science and Medicine in Sport.

Dari table di atas terlihat bahwa pada suhu lingkungan 35° C, satu-satunya cara pembuangan panas yang masih berfungsi adalah evaporasi, sehingga semua orang khususnya Olahragawan harus selalu menjaga kecukupan air dalam tubuhnya, dengan cukup banyak minum yang harus diprogram secara sadar. Artinya, jangan menunggu haus baru minum, oleh karena bila sudah ada rasa haus, maka sesungguhnya sudah terjadi kekurangan air dalam tubuhnya.

LATIHAN

1. Jelaskan mengapa panas tubuh perlu dibuang !
2. Tulis dan jelaskan cara-cara pembuangan panas tubuh!
3. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi penguapan. Jelaskan !
4. Jelaskan mengapa kelembaban yang lebih rendah meningkatkan mekanisme pembuangan panas tubuh ?
5. Jelaskan mengapa selalu perlu menjaga kecukupan air bagi tubuh kita ?



**BAB
17**

**PEMELIHARAAN HOMEOSTASIS
KESEIMBANGAN AIR DAN ELEKTROLIT
PADA OLAHRAGA**

H.Y.S. Santosa G.

PENDAHULUAN

Sebagaimana diketahui, jumlah cairan tubuh kita sekitar 70% dari berat badan. Kehilangan cairan yang cukup banyak dalam waktu singkat dapat mengganggu homeostasis yang selanjutnya akan mengganggu proses olahdaya (metabolisme) dengan akibat terganggunya penampilan fisik/ prestasi olahraganya. Untuk itu perlu diketahui bagaimana kejadian serta bagaimana cara mengatasi bahaya kekurangan garam dan cairan

tersebut.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 17 ini Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Keseimbangan air dan elektrolit
2. Berat badan sebagai indikator homeostasis
3. Tingkat-tingkat cedera panas (*heat injuries*) sampai kegawatan panas.
4. Dehidrasi dan keracunan air (*over hydration*)
5. Cara mengatasi bahaya kekurangan garam dan cairan.

PRODUKSI KERINGAT

Pengeluaran keringat yang berlebihan pada kelembaban dan suhu lingkungan yang tinggi selama berolahraga, pada dasarnya untuk tujuan mempertahankan suhu tubuh yang berarti mempertahankan hidup. Akan tetapi pengeluaran keringat yang berlimpah dapat mengganggu keseimbangan elektrolit (garam-garam) dan cairan tubuh (dehidrasi). Hal ini akan dapat mengganggu penampilan olahraga, karena akan mengakibatkan terjadinya kelemahan, kelelahan, kejang-kejang, bahkan kalut pikirian (halusinasi).

Indikator yang sederhana dan mudah untuk mengetahui apakah kita masih dalam kecukupan air ialah:

1. berat badan kita stabil.
2. masih dapat buang air kecil mencapai jumlah 1 – 1.5 Lt/24 jam (5 s/d 6 kali buang air kecil dalam 24 jam).

Pada suhu lingkungan yang lebih tinggi mekanisme pembuangan

panas melalui pancaran (radiasi) dan hantaran (konduksi) menjadi terhambat, sehingga titik berat mekanisme pembuangan panas harus beralih ke cara penguapan (evaporasi). Maka terjadilah perubahan mekanisme aktivitas pengeluaran keringat dan evaporasinya sbb:

1. Terjadi peningkatan aktivitas kelenjar keringat yaitu kelenjar keringat harus mampu mengeluarkan jumlah keringat yang lebih banyak dengan kandungan garam yang lebih sedikit. Artinya, dengan terjadinya aklimatisasi, maka tubuh dapat menghasilkan keringat yang lebih banyak serta lebih encer (hipotonis).
2. Kemampuan vasodilatasi perifer (memperlebar pembuluh darah tepi) yang lebih baik, khususnya pembuluh darah kulit. Dengan demikian maka pemindahan panas dari bagian dalam (inti) tubuh ke permukaan tubuh (kulit) dan proses pembuangannya melalui penguapan menjadi lebih baik.

Akan tetapi aklimatisasi adalah proses yang berangsur, oleh karena itu perlu waktu. Mills (1983) mengatakan bahwa untuk hasil aklimatisasi yang baik diperlukan waktu antara 8 – 10 hari. Fox, Bowers dan Foss (1988) mengatakan bahwa dengan melakukan olahraga dengan program pembebanan yang progresif, maka aklimatisasi dapat diselesaikan dalam waktu 5–8 hari. Taylor dan Strydom et. Al. (dikutip oleh Karpovich dan Sinning 1971) dengan penelitiannya berkesimpulan bahwa diperlukan waktu antara 4–5 hari untuk dapat beraklimatisasi terhadap suhu lingkungan yang tinggi, akan tetapi kemampuan mengeluarkan keringat yang maksimal baru terjadi setelah 10 hari. Dikemukakan lebih lanjut bahwa tingkat kebugaran jasmani yang lebih baik, yang diperoleh melalui latihan di tempat asal, akan mempermudah tetapi tidak dapat

menggantikan proses aklimatisasi itu sendiri. Dengan mengacu kepada pendapat-pendapat tersebut, maka merupakan tindakan yang tepat sekali apabila atlet-atlet yang berasal dari daerah dingin dipindahkan lebih dulu ke daerah yang panas, atau yang sama iklimnya dengan daerah tempat bertanding nanti. Perbedaan suhu sebesar 4⁰ C saja sudah mempunyai dampak fisiologis yang cukup besar terhadap performa fisik.

Toleransi terhadap perubahan suhu inti tubuh yang masih dapat dipertahankan agar prestasi kerja mental dan fisik tetap optimal ialah sebesar 4⁰ C. Namun walaupun perbedaan suhu lingkungan tempat asal dengan suhu lingkungan tempat bertanding hanya 4⁰ C, proses aklimatisasi tetap sangat perlu dilaksanakan oleh atlet-atlet yang berasal dari daerah yang lebih dingin tersebut, apabila dikehendaki penampilan mental dan fisik yang tetap optimal seperti di tempat asal.

Walaupun aklimatisasi terhadap panas memang sangat penting, akan tetapi hal itu tidak menjamin bahwa atlet telah terbebas dari kemungkinan mendapat gangguan yang bersifat patologis dari keadaan suhu dan kelembaban lingkungan yang tinggi. Oleh karena itu perlu dikenal dan diwaspadai masalah kelainan patologis yang disebabkan oleh suhu lingkungan yang panas dan lembab.

KEGAWATAN PANAS

Kelainan patologis yang disebabkan oleh suhu (dan kelembaban) lingkungan yang tinggi ada 4 macam/ tingkatan, yang berdasarkan berat dan urutan kejadiannya adalah sbb:

1. Pingsan panas (Heat syncope)

2. Kejang panas (Heat cramps)
3. Kelelahan panas (Heat exhaustion)
4. Kegawatan panas (Heat stroke).

Faktor-faktor yang dapat mempermudah terjadinya kelainan patologis tersebut ialah:

- kelelahan berlebihan yang dapat terjadi antara lain pada atlet cabang olahraga yang berat dan lama, contoh: pelari jarak jauh, pemain sepak bola, pemain bola basket.
- Keracunan alcohol
- Penggunaan obat-obat anticholinergik, misalnya atlet yang mempunyai penyakit maag dan menggunakan obat maag jenis anticholinergik.
- Kekurangan cairan tubuh, misalnya karena pengeluaran keringat yang berlebihan.
- Kekurangan makan garam, karena itu atlet perlu menambah garam dalam makanannya.
- Kekurangan sumber energi, misalnya karena belum makan atau tidak sempat makan sebelum bertanding.

Kemungkinan adanya faktor-faktor tersebut perlu diwaspadai agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan tersebut.

1. Pingsan panas (Heat syncope).

Terjadi pingsan secara tiba-tiba setelah berolahraga atau kerja fisik di tempat panas, dengan keadaan penderitanya sbb:

- kulit basah dan dingin
- denyut nadi lemah

- tekanan darah menurun,

penderita demikian biasanya cepat sembuh apabila dibaringkan di tempat teduh, didinginkan (dikipasi atau diseka dengan air es) dan diberi minum.

Ditinjau dari sudut Ilmu Faal, kejadian ini disebabkan oleh karena adanya vasodilatasi sistemik yang berlebihan, yang menyebabkan terjadinya hypovolemia relative sehingga terjadi orthostasis dan shock hypovolemik. Pendinginan akan menyebabkan terjadinya vasokonstriksi yang akan memulihkan dari keadaan hypovolemia menjadi normovolemia. Akan lebih baik bila juga diberi minum air dingin dengan suhu sekitar 5 – 10° C.

2. Kejang panas (Heat cramps)

Penyebab utama kejang panas ialah kehilangan banyak garam yang keluar bersamaan dengan keluarnya keringat yang melimpah, yang kemudian hanya diganti dengan minuman yang tidak mengandung garam serta tidak pula menambah garam ekstra dalam makanan-makanan sebelumnya.

Gejala-gejala kejang panas ialah sbb:

- Otot-otot perut dan anggota badan mengalami kejang yang disertai nyeri (kramp), yang dapat pula disertai dengan kedutan-kedutan otot (muscle twitching).
- Kulit basah dan dingin.
- Suhu inti tubuh (diukur di rectum melalui anus) normal atau hanya sedikit meningkat.
- Bila dilakukan pemeriksaan darah, akan ditemukan adanya

pemekatan darah (hemokonsentrasi) dan penurunan kadar garam (hyponatraemia).

Pada dasarnya, keadaan ini juga disebabkan oleh adanya hypovolemia yang disebabkan oleh adanya hyperhydrosis (pengeluaran keringat yang berlebihan) dengan disertai gangguan tata elektrolit, sehingga menyebabkan terjadinya kejang-kejang.

Cara pertolongannya:

Penderita hendaknya ditempatkan di tempat yang sejuk, diberi pertolongan terhadap otot-ototnya yang kejang dengan cara meregangkannya, setelah itu dapat dibantu dengan masase ringan untuk membantu memperlancar peredaran darahnya. Jangan melakukan masase pada otot yang sedang kejang, karena justru akan menambah rasa nyeri pada otot yang bersangkutan.

Bila memungkinkan diberi infus NaCl 0.9%, tetapi bila tidak memungkinkan dapat diusahakan dengan pemberian 1 gram NaCl (\pm seujung sendok teh) diminum dengan air 2 – 3 gelas, diulang 5 – 10 X dengan selang waktu antara 30 s/d 60 menit. Hasilnya biasanya cepat baik dan penderita biasanya tidak memerlukan perawatan Rumah Sakit.

Air minum bergaram tidak boleh terlalu asin, karena dapat menimbulkan mual dan bahkan muntah. Rasa asinnya tidak boleh melebihi rasa asin seperti ketika gusi atau gigi berdarah.

3. Kelelahan panas (Heat exhaustion)

Kelelahan panas merupakan reaksi seluruh tubuh (reaksi sistemik) terhadap pemaparan panas yang berkepanjangan (*prolonged heat exposure*) yang berlangsung berjam-jam atau berhari-hari, yang disebabkan oleh karena:

- Gangguan keseimbangan elektrolit : kehabisan garam (salt/sodium depletion)
- Gangguan keseimbangan cairan tubuh : dehidrasi (kekeringan = kekurangan cairan tubuh)
- Gabungan kedua hal tersebut.

Apabila ditinjau dari kejadiannya, maka terdapat 2 bentuk yaitu :

a. Gangguan keseimbangan elektrolit : Kehabisan garam (salt/sodium depletion)

Terutama terjadi pada orang-orang yang belum beraklimatisasi dengan baik terhadap panas. Hal demikian dapat terjadi apabila pengeluaran keringat yang sangat banyak hanya diganti dengan cairan minuman tanpa disertai garam, yang dapat menyebabkan terjadinya hipotoni cairan tubuh.

Gejala-gejalanya ialah:

- kejang-kejang (seperti pada heat cramps)
- mual, muntah dan diare.
- lemah dan pucat.
- tekanan darah menurun, disertai denyut jantung yang sangat cepat.
- suhu tubuh biasanya normal,
- pada pemeriksaan laboratorium dijumpai kadar garam dalam cairan tubuh menurun,

- hal-hal yang perlu diperhatikan ialah bahwa penderita tidak haus. Jadi apabila orang ini kemudian diberi minuman yang tidak mengandung garam, maka keadaannya akan menjadi lebih parah. Penderita demikian sebaiknya dibawa ke Rumah Sakit, karena memerlukan pemeriksaan kadar elektrolit serum dan fungsi ginjal, oleh karena ada kemungkinan terjadi hyponatraemia (kekurangan garam) atau azotaemia (kekurangan nitrogen/protein) yang berat.

Cara pertolongan pertama:

- Pindahkan ke tempat yang dingin.
- Beri minum air dingin dan air buah yang telah diberi garam dengan jumlah yang kurang lebih sama dengan jumlah air dan garam yang hilang, (kurang lebih sesuai dengan berkurangnya berat badan).
- Apabila penderita tidak dapat minum, perlu segera dibawa ke Rumah Sakit oleh karena memerlukan pertolongan lebih lanjut di RS.

b. Gangguan keseimbangan cairan tubuh : Dehidrasi (Keke- ringan)

Terjadi karena kehilangan banyak cairan disertai kekurangan pemasukannya.

Gejala-gejalanya ialah:

- Sangat haus dan lemah.
- Gangguan pada susunan syaraf pusat berupa:

- gangguan koordinasi gerak.
- gelisah dan kacau pikiran (delirium dan psychose).
- pingsan (coma).
- suhu tubuh sangat meningkat (hyperthermia).

Untuk mencegah dehidrasi dan memelihara penampilan yang optimal selama melakukan olahraga, penggantian jumlah air yang hilang melalui keringat, minimal harus mencapai 40 – 50%. Untuk itu bagi pelari jarak jauh khususnya maraton, minum harus diprogram, yaitu setiap 15–20 menit perlu diberi minum yang mengandung garam misalnya oralit (satu bungkus untuk 2 gelas). Suhu air minum harus lebih dingin dari pada suhu tubuh (yaitu 5 – 10⁰ C). Akan lebih baik apabila pada setiap pos tersedia alat semprot air guna membasahi tubuhnya. Membasahi tubuh dengan semprotan air hakekatnya adalah membuat keringat bagi yang bersangkutan sehingga dengan demikian dapat mengurangi pengeluaran keringatnya sendiri yang berarti menghemat air tubuh, dan dengan demikian memperkecil kemungkinan terjadinya gangguan *homeostasis*.

c. Gangguan keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh

Menurut kejadiannya, gangguan keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh terdiri dari tiga tahap :

c.1. Dehidrasi hipertonik

Dehidrasi ini terjadi oleh karena pengeluaran keringat yang berlebihan yang terjadi pada orang yang melakukan olahraga berat dan berlangsung lama, misalnya pada lari maraton. Keringat bersifat

hipotonis, kandungan garamnya antara 0.2-0.5% (Karpovich dan Sinning 1971). Makin terlatih seorang Atlet, makin hipotonis keringatnya. Oleh karena itu cairan yang tertinggal di dalam tubuh disamping jumlahnya berkurang, juga menjadi hipertonis. Pada dehidrasi hipertonis, orang akan merasa sangat haus.

c.2. Dehidrasi isotonik

Bila oleh karena rasa hausnya ia lalu banyak minum air saja tanpa penambahan garam, maka cairan tubuh yang semula hipertonis akan menjadi isotonis dan oleh karena itu ia menjadi tidak lagi merasa haus. Akan tetapi jumlah air di dalam tubuh belum pulih seperti semula, yang dapat dilihat dari belum pulihnya berat badan. Demikianlah maka terjadi kondisi yang disebut dehidrasi isotonik.

c.3. "Dehidrasi" hipotonik

Bila ia karena menyadari bahwa berat badannya belum pulih lalu melanjutkan minum air saja tanpa garam sampai berat badannya kembali seperti semula, maka cairan tubuh menjadi encer dan terjadilah keadaan yang disebut dehidrasi hipotonik. Hipotoni cairan tubuh dapat menimbulkan gejala keracunan air yang disebabkan oleh karena tertariknya air ke dalam sel sehingga menyebabkan oedema sel. Keracunan air ini dapat memberi gejala misalnya sakit kepala, mual, muntah dsb.

Apabila dehidrasi disertai dengan kegagalan peredaran darah (shock) atau gejala ayun/ kejang-kejang (major seizures), keadaannya dapat dengan cepat berubah menjadi kegawatan panas (heat stroke).

4. Kegawatan panas (Heat stroke)

Kegawatan panas merupakan keadaan darurat yang memerlukan pertolongan segera, oleh karena itu perlu segera dibawa ke RS. Kegawatan panas disebabkan karena **kegagalan mekanisme pengaturan suhu tubuh** yaitu terjadi kenaikan suhu tubuh tetapi tidak disertai pengeluaran keringat. Suhu tubuh akan sangat meningkat (hipertermia/ hiperpirexia) yang akan menyebabkan hilangnya kesadaran dan terjadinya kerusakan jaringan ikat dan jaringan otot yang luas yang disebut sebagai *massive rhabdomyolysis*.

Gejala penyakit dan kematian disebabkan oleh terjadinya kerusakan pada : otot, system jantung–pembuluh darah, hati dan ginjal.

Kegawatan panas biasanya terjadi sebagai akibat dari :

- o terlalu lama dalam lingkungan panas yang tinggi
- o olahraga berat pada suhu lingkungan yang panas.

Oleh karena itu index WBGT dan program minum berkala perlu mendapat perhatian.

Akan tetapi kegawatan panas dapat juga terjadi pada suhu lingkungan yang tidak terlalu panas, misalnya terjadi pada orang usia lanjut, orang-orang yang lemah atau orang-orang yang memang peka terhadap kejadian demikian.

Faktor-faktor predisposisi (yang memudahkan) untuk terjadinya kegawatan panas ialah:

- o penyakit jantung-pembuluh darah
- o kecanduan alkohol
- o kegemukan (obesitas)

- baru saja sembuh dari penyakit demam
- kelemahan fisik/ yaitu kebugaran jasmani yang rendah.

Faktor-faktor yang dapat membantu mempermudah kejadian tersebut ialah :

Pemakaian obat-obatan misalnya diuretika, sedativa (obat-obat penenang) dan obat-obat anticholinergik misalnya obat untuk sakit maag (lambung). Oleh karena itu, setiap Atlet yang menggunakan/ memerlukan obat , harus selalu berkonsultasi dengan Dokter team.

Gejala Kegawatan Panas

Gejala awalnya ialah: pusing dan sakit kepala, mual, penglihatan kabur, kacau pikir, yang selanjutnya diikuti oleh kejang-kejang dan akhirnya terjadi kehilangan kesadaran (coma).

Suhu kulit panas, kulit berwarna merah dan kering. Nadi kuat dan sangat cepat. Tekanan darah mula-mula sedikit naik tetapi kemudian turun menjadi lebih rendah daripada normal. Suhu rectal dapat mencapai 43⁰ C.

Cara Pertolongan Pertama

Usahakan menurunkan suhu tubuh secepatnya dengan membawa ke tempat yang teduh dan dingin. Buka seluruh pakaian dan seka dengan air dingin (air es), dan kipasilah; atau secepatnya masukkan penderita ke dalam air dingin. Apabila suhu rectal telah mencapai 39⁰ C, hentikan usaha untuk menurunkan suhu tubuh, tetapi suhu tubuh harus tetap dipantau. Apabila suhu tubuh naik lagi, ulangi lagi usaha tersebut. Selanjutnya secepatnya penderita harus dibawa ke Rumah Sakit.

Dengan diagnosa yang cepat dan penanganan pertama yang tepat, insya Allah 80 – 90% penderita yang pada dasarnya memang sehat, dapat tertolong.

Prognosa adalah jelek apabila:

- suhu rectal mencapai 41⁰ C.
- coma lebih dari 2 jam
- hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan tanda-tanda kerusakan jaringan yang luas.

LATIHAN

1. Pengeluaran keringat yang berlimpah dapat mengganggu penampilan olahraga, mengapa demikian ? Jelaskan.
2. Berapa derajat C perbedaan suhu yang sudah mulai mempunyai dampak fisiologis yang cukup besar terhadap performa fisik. Jelaskan upaya untuk mencegah dampak yang negatif tersebut !
3. Menurut Mills (1983) berapa lama waktu yang diperlukan untuk hasil aklimatisasi yang baik. Sedangkan menurut Fox, Bowers dan Foss (1988) aklimatisasi dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih singkat, namun dengan syarat. Jelaskan !
4. Jelaskan beberapa indikator yang sederhana dan mudah, untuk mengetahui apakah kita (atlet) masih dalam kecukupan air !
5. Setelah beraklimatisasi akan terjadi peningkatan kemampuan vasodilatasi perifer, apa keuntungan (fungsinya) jelaskan !
6. Tuliskan 4 macam kelainan patologis yang disebabkan oleh suhu (dan kelembaban) lingkungan yang tinggi dan terangkan gejala-

gejalanya ?

7. Tulis dan jelaskan 2 faktor yang dapat menimbulkan kelainan patologis akibat suhu (dan kelembaban) lingkungan yang tinggi !
8. Faktor-faktor apa saja yang dapat memudahkan terjadinya kegawatan panas ?
9. Jelaskan apa yang sdr ketahui tentang dehidrasi (meliputi: pengertian, penyebab, dan cara mengatasinya) !



BAB
18

FISIOLOGI MESSAGE

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

PENDAHULUAN

Massage sebagai rekayasa pemulihan, sudah sejak lama diketahui oleh masyarakat luas. Akan tetapi mekanisme fisiologis *massage* agaknya belum benar-benar difahami, oleh karena itu Bab ini akan menguraikan mekanisme Fisiologi dari *massage*. Dengan difahaminya mekanisme fisiologi *massage*, maka akan dapat difahami berbagai cara *massage*, dan dengan demikian akan dapat dipilih satu cara *massage* yang paling fisiologis, paling mudah dan paling murah, serta sesuai dengan kondisi yang ada.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab ini mahasiswa/ pembaca diharapkan memahami :

1. Mekanisme fisiologi *massage*
2. Berbagai macam cara *massage* :
 - Tradisional
 - *Auto-massage, Cooling down.*
 - E.E.C.P. = *Enhanced External Counter Pulsation*
 - *Hydro-massage*

KELELAHAN

Kelelahan adalah menurunnya kualitas dan kuantitas kerja atau olahraga yang disebabkan oleh karena (akibat dari) melakukan kerja atau olahraga tertentu. Penurunan kualitas dan kuantitas kerja atau olahraga ini disebabkan oleh karena intensitas dan durasi kerja atau olahraga itu telah menyebabkan terjadinya gangguan *homeostasis*. Kondisi ini secara subjektif dirasakan sebagai kelelahan. Oleh karena itu kelelahan adalah citra subjektif dari adanya gangguan *homeostasis*, yang berdampak pada menurunnya kualitas dan kuantitas kerja atau penampilan seseorang dalam olahraga (kesehatan/ prestasi). Oleh karena itu pula maka kelelahan perlu dicegah dan/ atau segera dipulihkan. Hakekat pemulihan adalah pengembalian kondisi *homeostasis* kepada kondisinya yang normal. Pemulihan dapat terjadi secara spontan, akan tetapi dapat pula dipercepat melalui upaya rekayasa.

Massage adalah upaya pemulihan (recovery) yang bersifat rekayasa (artifisial) atau bantuan, yang tujuannya adalah untuk mempercepat

diperolehnya pemulihan itu. Dalam naskah ini yang dimaksud dengan pemulihan ialah diperolehnya kembali kondisi *homeostasis* yang normal, yaitu kondisi fisiologis yang terbaik bagi sel-sel tubuh, yang berarti kondisi yang terbaik bagi makhluk yang bersangkutan.

Gangguan *homeostasis* yang secara subjektif dirasakan sebagai kelelahan sampai pada ketidak-berdayaan, dapat terjadi oleh karena :

1. Sumber energi tidak diperoleh (kelaparan) atau sumber energi dalam tubuh terkuras habis oleh karena melakukan aktivitas fisik yang berat dan/ atau berlangsung lama. Hal ini akan menyebabkan terjadinya kelelahan akut. Pemulihan untuk hal ini dengan sendirinya ialah memulihkan sumber energi di dalam tubuh. Yang sangat perlu diperhatikan dalam kaitan dengan hal ini pada Olahragawan pada umumnya ialah tersedianya jumlah karbohidrat yang adekuat dalam otot-ototnya, khususnya olahragawan cabang olahraga dengan komponen anaerobik dan aerobik yang tinggi. Oleh karena itu masalah pemuatan kembali (*reloading*) karbohidrat pada Olahragawan yang masih harus bertanding pada hari-hari berikutnya menjadi sangat perlu mendapat perhatian (baca masalah Nutrisi dan Sumber Energi).
2. Terganggunya keseimbangan air dan elektrolit dalam tubuh yang disebabkan oleh terjadinya dehidrasi karena terjadinya pengeluaran keringat yang berlebihan pada waktu melakukan aktivitas fisik yang berat dan berlangsung lama. Kelelahan dalam hal ini dapat bersifat akut sampai dengan sub-akut. Pemulihan untuk hal ini ialah dengan rehidrasi dan pemberian elektrolit yang adekuat dan akurat.

3. Tertimbunnya sampah olahdaya (metabolisme) akibat dari melakukan aktivitas fisik yang berat dan/ atau berlangsung lama, disertai adanya sirkulasi jaringan yang tidak adekuat oleh karena kurang sesuai tingkat keterlatihan/ kebugaran jasmani Pelaku dengan tuntutan fisik cabang olahraganya, disebabkan rendahnya kebugaraan sistem kardio-sirkulo-respirasi, dan dengan sendirinya kapasitas aerobik Pelaku yang bersangkutan. Tidak adekuatnya sirkulasi jaringan menyebabkan terhambatnya pembuangan sampah olahdaya (metabolisme), dengan akibat tertimbunnya sampah dan terjadinya kelelahan pada jaringan otot yang bersangkutan. Hanya pada kondisi inilah maka *massage* merupakan rekayasa percepatan pemulihan yang tepat.

Gangguan *homeostasis* pada ketiga keadaan tersebut di atas secara subjektif akan terasa sebagai kelelahan yang bersifat akut sampai ke pada yang bersifat kronik. Kelelahan yang bersifat kronik terjadi oleh karena tidak sempurnanya pemulihan dari kelelahan sebelumnya yang menyebabkan terjadinya akumulasi kelelahan. Akumulasi kelelahan terjadi akibat gangguan *homeostasis* berkepanjangan yang menyebabkan menurunnya kinerja sel. Oleh karena itu kelelahan kronik berdampak buruk bagi penampilan atlet pada hari-hari berikutnya oleh karena atlet harus bertanding dalam kondisi *homeostasis* yang tidak normal, yang akan menjadi semakin tidak normal dengan tidak sempurnanya pemulihan setiap setelah pelatihan, dan khususnya setelah pertandingan. Oleh karena itu pula maka pemulihan terhadap kelelahan oleh penyebab (mekanisme) yang manapun, sudah harus pulih dalam waktu 24 jam sejak dimulainya pertandingan. Di sinilah letak pentingnya

Atlit dan khususnya Pelatih memahami bentuk dan mekanisme terjadinya kelelahan, agar mereka dapat menggunakan rekayasa bantuan pemulihan secara tepat, oleh karena peran *massage* bagi pemulihan hanya bermanfaat terhadap kelelahan akibat tertimbunnya sampah olahdaya.

FISIOLOGI MASSAGE

Dari sudut pandang Ilmu Faal, *massage* adalah rekayasa aktivasi mekanisme pompa vena dan pompa limfe (getah bening) secara artifisial untuk mempercepat pemulihan melalui percepatan sirkulasi dalam kondisi istirahat total (berbaring dengan relax!). In situ (pada kondisinya yang fisiologis), aktivasi pompa vena dan pompa limfe terjadi pada kontraksi otot yang dinamis (isotonis) oleh adanya kontraksi dan relaksasi otot yang bergantian. Pada saat otot berkontraksi pembuluh-pembuluh vena dan limfe di dalam dan di sekitar otot terjepit, sehingga darah dan limfe terperas keluar dari pembuluh; kemudian pada saat relaksasi, pembuluh-pembuluh itu terisi kembali oleh darah dan limfe yang berasal dari jaringan otot yang aktif, bukan darah dan limfe yang tadi telah terperas ke luar. Oleh karena itu sistem pompa vena dan pompa limfe sering pula disebut sebagai pompa otot, oleh karena aktivasi kedua sistem pompa itu terjadi bila ada kontraksi otot yang dinamis.

Dengan menjadi aktifnya sistem pompa otot, terjadilah percepatan sirkulasi jaringan di dalam otot yang aktif. Percepatan sirkulasi ini membantu mekanisme pemeliharaan *homeostasis* dan mempercepat pemulihan (di dalam aktivitas olahraga) oleh terjadinya percepatan pasokan semua zat kebutuhan jaringan serta percepatan pembuangan

sampah olahdaya (metabolisme)-nya. Demikianlah pada olahraga, selain terjadi aktivasi sistem sirkulasi yang bersifat sistemik (aktivasi dari Ergosistem II), terjadi pula aktivasi sistem sirkulasi yang bersifat lokal pada setiap otot yang aktif.

Mekanisme demikian sangat perlu dimanfaatkan baik pada pemulihan total (atlet telah selesai melakukan olahraga) maupun pada pemulihan parsial (atlet memanfaatkan selang-waktu yang terjadi dalam pertandingan) melalui apa yang sering disebut sebagai istirahat aktif (*active rest*) atau "pendinginan" (*cooling down*) pada pemulihan total. Hakekat dari "pendinginan" dan istirahat aktif adalah *massage* oleh diri sendiri (*auto-massage*).

Pada kerja dengan posisi statis, terjadi kontraksi otot secara isometris. Pada kontraksi isometris, mekanisme pompa otot tidak berfungsi, bahkan pembuluh-pembuluh vena maupun limfe secara terus-menerus dalam kondisi terjepit oleh adanya kontraksi isometris tersebut. Hal ini menghambat pasokan kebutuhan jaringan dan pembuangan sampah dari jaringan otot yang sedang aktif tersebut (sedang berkontraksi isometris), sehingga dengan sendirinya mengundang banyak terjadinya keluhan misalnya pegal otot (*muscle soreness*). Oleh karena itu, pekerja-pekerja dengan posisi statis-isometris (Pengemudi, Pekerja-pekerja di belakang meja) perlu melakukan istirahat aktif (*auto-massage*) setiap selang waktu tertentu misalnya setiap 4 (empat) jam untuk selama 5-10 menit.

Dalam pelaksanaannya, terdapat bermacam-macam cara *massage* yang masing-masing mempunyai keuntungan dan kerugiannya seperti diuraikan di bawah ini :

- **Cara Manual:** Ini merupakan cara *massage* yang paling tradisional dan sudah dikenal sejak berabad yang lalu. Cara ini bersifat individual, artinya seorang juru *massage* hanya dapat memijat satu orang pada sesuatu waktu. Penilaian pengguna jasa terhadap hasil *massage* seorang juru *massage* bersifat sangat subjektif, karena setiap juru *massage* mempunyai metodologinya masing-masing yang kadang tidak konsisten dan bersifat sangat individual. Cara tradisional ini juga terkendala oleh etika/ sopan santun, oleh karena itu tidak dapat menjangkau seluruh bagian tubuh.
- **Auto-massage :** Cara ini merupakan cara *massage* oleh diri sendiri yang mekanisme fisiologisnya sudah dijelaskan, yaitu melalui aktivasi mekanisme pompa otot. Oleh karena itu cara ini dapat dilakukan secara *massaal* yaitu dilakukan oleh sejumlah besar orang secara bersama-sama. Dampak dari *Auto-massage* bersifat antara subjektif-objektif, tergantung cara dan kesungguhan orang melakukan *auto-massage* ini.
- **E.E.C.P. = Enhanced external counter pulsation:** Alat ini seperti manset untuk mengukur tekanan darah, dikenakan pada bagian-bagian tubuh (extremitas) yang akan di *massage*. Alat ini dihubungkan dengan mesin pompa udara yang dapat bekerja sangat cepat menginflasi balon pembalut extremitas termaksud, sehingga terjadi pemijitan pada extremitas seperti halnya manset untuk mengukur tekanan darah, kemudian udara secara otomatis dikeluarkan. Demikian terjadi secara berulang-ulang sehingga terjadilah mekanisme seperti halnya pada *massage*.

Namun alat ini didesain secara khusus yaitu inflasi terjadi pada saat diastole, sedangkan deflasi terjadi pada saat sistole. Jadi frekuensi inflasi-deflasi ini harus benar-benar sesuai dengan frekuensi denyut jantung, dan alat ini memang sudah dirancang untuk dapat diatur secara demikian. Dengan demikian dampak *massage* ini memang benar-benar untuk mempercepat aliran balik vena (*venous return*). Akan tetapi cara *massage* ini bersifat individual dan yang terutama menjadi kendala adalah biayanya yang mahal dan hanya dapat diperoleh pada tempat-tempat tertentu misalnya Bagian Fisioterapi Rumah Sakit besar. Dampak dari *massage* ini memang bersifat objektif oleh karena mekanismenya yang bersifat sangat konsisten.

- *Hydro-massage* : Bahasan mengenai Bab ini akan disajikan secara tersendiri.

LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan kelelahan ?
2. Apa yang dimaksud dengan *homeostasis* ?
3. Apa hubungan antara kelelahan dan *homeostasis* ?
4. Apa yang dimaksud dengan pemulihan ?
5. Apa yang dimaksud dengan *massage* ?
6. Jelaskan kejadian-kejadian yang menyebabkan terjadinya gangguan *homeostasis* ?
7. Jelaskan apakah setiap kelelahan dapat dipulihkan dengan *massage* ?
8. Jelaskan mekanisme fisiologis dari pompa otot !

9. Jelaskan apa hubungan *massage* dengan pompa otot ?
10. Jelaskan apa yang dimaksud dengan istirahat aktif dan apa kelebihanannya dibandingkan dengan istirahat pasif ?
11. Jelaskan apa yang dimaksud dengan auto-*massage* dan di mana letak kepentingannya dan kapan sebaiknya dilaksanakannya?
12. Sebutkan dan jelaskan mekanisme kerja dari berbagai macam cara *massage* dan apa keuntungan dan kerugiannya dari berbagai macam cara itu !



**BAB
19**

HYDRO-MASSAGE AIR PANAS DAN AIR DINGIN

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

Neng Tine Kartinah

Lilis Komariyah

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari bila kita melakukan aktivitas fisik berat, misalnya melakukan olahraga berat, maka akan timbul efek berupa kelelahan. Salah satu penyebab terjadinya kelelahan adalah akibat dari penumpukan sampah olahdaya (metabolisme) misalnya yang berupa

asam laktat. Sesungguhnya asam laktat di sel otot bukan merupakan sampah akhir, namun bila jumlahnya berlebihan, dapat mengganggu kinerja sel, sehingga oleh karena itu harus segera diangkut ke luar dari otot oleh sistem sirkulasi untuk di daur ulang kembali menjadi glikogen di hati dan jaringan otot lain yang tidak aktif. Oleh karena itu dengan semakin baiknya kemampuan seseorang untuk mengangkut sisa olahdaya tersebut keluar dari otot yang lelah kedalam hati dan otot lain, maka semakin cepat pula seseorang pulih dari kelelahan (Astrand:1986). Perlu pula diingat kembali bahwa tertimbunnya asam laktat terjadi oleh karena pembentukan asam laktat lebih cepat dari pada penyingkirannya, dan hal ini berkaitan dengan tidak adekuatnya sistem sirkulasi dalam otot yang bersangkutan dan tidak adekuatnya pasokan O₂, baik secara absolut maupun secara relatif. Pasokan O₂ yang secara absolut tidak adekuat disebabkan oleh rendahnya kapasitas aerobik yang dimilikinya, sedangkan pasokan O₂ yang secara relatif tidak adekuat disebabkan oleh karena tingginya intensitas kerja/ olahraga yang dilakukannya (over load) !

Salah satu cara untuk pemulihan kembali dari kelelahan, yang sudah dikenal luas oleh masyarakat adalah *massage*. Prinsip kerja *massage* ialah dengan memberikan tekanan-tekanan atau pijitan-pijitan yang dapat meningkatkan aliran darah dan getah bening ke arah jantung (Maria Zuluanga,et.al.1995). *Massage* tradisional hanya akan berefek lokal pada tempat yang dilakukan pemijitan saja, selain itu belum mampu mencapai bagian-bagian tubuh secara lebih menyeluruh. Untuk itu perlu suatu metode yang dapat meningkatkan sirkulasi yang berefek secara sistemik sehingga dapat efektif sampai kepada seluruh sudut-

sudut tubuh yang lebih dalam. Naskah ini menguraikan satu gagasan berdasarkan kaidah-kaidah fisika dan fisiologi yang sangat sederhana untuk meningkatkan sirkulasi secara sistemik seseorang dalam kondisi istirahat total, dengan prinsip manuver *massage*.

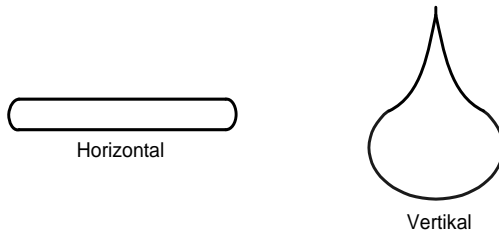
SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab ini, Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Prinsip-prinsip *hydro-massage*
2. Dapat melakukan inovasi-inovasi *hydro-massage* secara kompre-hensif.

HYDRO-MASSAGE

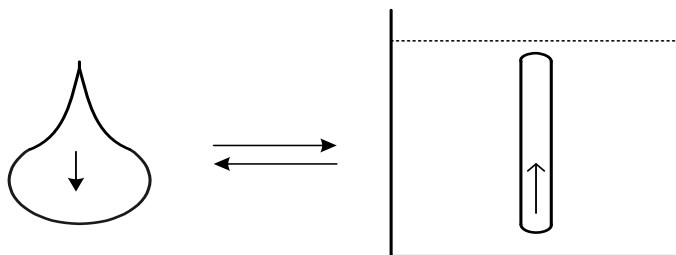
Hydro-massage merupakan manuver *massage* yang dilakukan oleh tekanan air. Hal ini berdasarkan pada kaidah fisika, bila sebuah balon yang bentuknya panjang diisi air maka dalam keadaan horizontal bentuk balon rata pada seluruh bagiannya sedangkan bila dalam keadaan vertikal maka karena pengaruh gaya gravitasi, air akan menumpuk pada bagian bawah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:

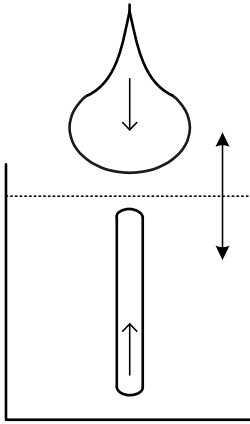


Gambar

Gambar balon berisi air dalam posisi horizontal dan balon dalam posisi vertikal

Perubahan bentuk balon pada posisi vertikal dan horizontal tersebut di atas disebabkan oleh karena balon berisi air tersebut berada dalam media udara yang berat jenisnya lebih rendah dari air. Bila balon yang berisi air tersebut pada posisi vertikal dimasukkan ke dalam sebuah bejana yang berisi air maka secara kaidah fisika balon yang berisi air tersebut akan mendapatkan tekanan dari air dalam bejana. Bagian paling dalam dari balon akan mendapatkan tekanan terbesar dibandingkan pada bagian atasnya. Hal ini akan berakibat aliran air dalam balon ke ba-





Gambar : Perubahan bentuk dan aliran air dalam balon pada media udara dan air

gian yang lebih atas, sehingga air dalam balon rata pada setiap bagiannya seperti keadaan balon dalam posisi horizontal. Apabila balon tersebut dikeluarkan dari bejana maka air dalam balon akan kembali mengalir ke bagian bawah sehingga bentuk balon seperti dalam posisi vertikal di media udara. Untuk lebih jelasnya lihat gambar.

Keadaan balon yang berisi air dapat di analogikan dengan manusia, karena pada dasarnya 70% tubuh kita terdiri dari air. Bila seseorang masuk atau dicelupkan ke dalam air dalam posisi berdiri (sebatas leher) maka ia akan menerima tekanan dari air. Tekanan akan semakin membesar dengan semakin dalamnya pencelupan. Tekanan yang terbesar ada pada bagian tubuh yang terendam paling dalam dan semakin berkurang dengan semakin dekatnya ke permukaan. Adanya perubahan tekanan pada setiap bagian dengan bagian paling dalam

mendapat tekanan yang terbesar, maka akan menyebabkan meningkatnya aliran darah dan getah bening dari bagian paling bawah tubuh ke arah *cranial* (jantung) (Karpovich:1971; Zuluanga,et.al.1995). Hal ini pada hakekatnya sama dengan apa yang terjadi pada *massage* dan keadaan inilah yang disebut *hydro-massage*.

Prinsip kerja dari *hydro-massage* ialah dengan melakukan pencelupan secara periodik. Dengan kata lain seseorang secara bergantian dicelupkan pada posisi vertikal ke dalam air/ kolam dan kemudian diangkat dari dalam air/ diangkat dari kolam, hal ini dilakukan secara periodik dalam kurun waktu tertentu. Manfaat dari pencelupan secara periodik ini adalah: pada saat dicelupkan akan terjadi peningkatan aliran darah dan getah bening ke arah jantung, dan pada pengangkatan tubuh dari air, darah dan getah bening yang tadi sudah terperas ke arah *cranial* (jantung), tidak akan kembali ke bagian bawah lagi karena adanya sistem katup pada pembuluh darah vena dan getah bening. Keadaan inilah yang akan meningkatkan aliran (sirkulasi) pada pembuluh darah dan getah bening.

Bila pencelupan dilakukan pada kolam yang berisi air hangat (40-45°C) maka akan terjadi vasodilatasi pada sistem peredaran darah di kulit. Pada keadaan vasodilatasi, manuver pencelupan periodik akan menjadi lebih efektif meningkatkan aliran darah maupun getah bening menuju ke jantung. Dari uraian di atas keuntungan dengan metode *hydro-massage* yaitu dapat meningkatkan aliran darah dan getah bening secara sistemik.

Bila seseorang berendam dalam air hangat terlalu lama, maka bila ia keluar dari air dapat terjadi hipotensi *orthostatik*, oleh karena adanya

vasodilatasi dan hilangnya tekanan air secara tiba-tiba. Keadaan ini akan menyebabkan darah turun dan terkumpul pada bagian bawah tubuh (*orthostasis*). Hal ini dapat berakibat pingsan (*collapse*) oleh karena kurangnya aliran darah ke otak. Untuk menghindari kemungkinan terjadinya *collapse*, sebelum *hydro-massage* di akhiri, secara berangsur air hangat diganti dengan air dingin (20-25°C) sambil terus melakukan pencelupan periodik beberapa waktu lagi. Air dingin akan menyebabkan vasokonstriksi, dan dengan demikian *orthostasis* dapat dihindari.

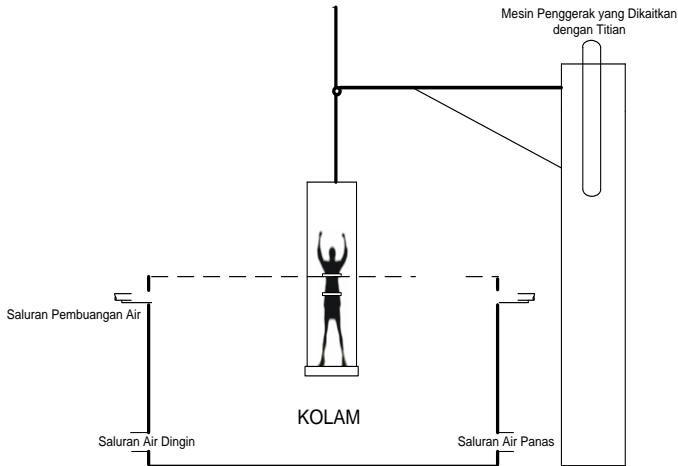
Untuk melakukan metode *hydro-massage* dengan melakukan pencelupan secara periodik ini, harus dibuat desain mesin untuk mencelup dan mengangkat tubuh dengan gerakan yang lambat optimal dan nyaman. Oleh karenanya perlu suatu mesin penggerak yang bekerja naik turun untuk mencelup dan mengangkat yang dapat diatur. Mesin penggerak ini dikaitkan dengan titian tempat seseorang yang akan melakukan *hydro-massage*, dengan keamanan yang baik atau orang harus diikat seperti halnya penerjun payung. Kemudian untuk membuat suhu air kolam berubah dari hangat menjadi dingin dan sebaliknya, dibutuhkan dua sumber aliran air yang terdiri dari aliran air panas dan aliran air dingin. Karena pada bagian akhir proses *hydro-massage* dibutuhkan penurunan suhu air kolam secara bertahap, secara perlahan air dalam kolam diganti dengan air dingin. Sumber aliran airnya terletak pada dasar kolam, hal ini berguna pada saat penyaluran air panas di berhentikan dan diganti dengan penyaluran air dingin, sehingga pendinginan berawal dari dasar kolam sesuai dengan berat jenis air dingin yang lebih besar daripada air hangat. Selain itu hendaknya terdapat pula saluran pembuangan air disekitar permukaan kolam yang

berguna untuk membuang air dalam kolam, agar tinggi permukaan air tetap konstan. Saluran pembuangan di bagian atas itu berguna pula pada saat proses penggantian air kolam dari hangat ke dingin, dan dengan melalui sistem sanitasi, air dapat didaur ulang penggunaannya, bila tidak terdapat sumber air yang melimpah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat desain peralatan untuk *hydro-massage* pada gambar di bawah ini.

PENYEDERHANAAN PRINSIP *HYDRO-MASSAGE*

Ketergantungan pada mesin *hydro-massage* yang memang sangat mahal harganya, akan menyebabkan orang menjadi tidak dapat melakukan *hydro-massage* di sebarang kolam air. Oleh karena itu perlu dipikirkan mekanisme sederhana untuk dapat melakukannya di sebarang kolam air, walaupun tentu sulit untuk mendapatkan kondisi air panas dan air dingin yang tepat memenuhi keperluan seperti dikemukakan di atas. Artinya *hydro-massage* yang secara formal akurat, hanya dapat dilakukan di tempatnya yang formal. Diluar tempatnya yang formal, pada umumnya hanya akan dapat dilakukan pada air dingin saja atau air panas saja, dengan suhu air seperti apa yang ada dari sumbernya.

Prinsip *hydro-massage* ialah pencelupan secara periodik ke dalam dan ke luar air, artinya orang dalam posisi vertikal menyelam dan menyembulkan diri secara periodik. Beberapa prinsip *hydro-massage* sederhana yang dapat direkomendasikan di sini ialah melakukan gerak-



Gambar
Desain mesin *Hydro-massage*

an-gerakan tersebut di bawah ini di dalam air:

- *Step ups*, misalnya *Harvard step ups*. Untuk dapat melakukan hal ini, di bagian pinggir kolam renang yang dangkal (± 1.5 m) dibuat semacam bangku dengan ketinggian 50 cm dan kemudian orang melakukan *step ups* pada bangku tersebut.
- *Pull ups*, untuk ini perlu disediakan palang horisontal (*horizontal bar*), setinggi $\pm 20-40$ cm dari atas permukaan air, kemudian orang melakukan *pull ups* pada palang tersebut.

Gb alternative hydro-massage

- *Squat ups*. Inilah cara yang paling sederhana dan dapat dilakukan di semua kolam renang yang mempunyai bagian dengan kedalaman sebatas perut !

Seluruh kegiatan tersebut di atas dapat dilakukan jauh lebih

ringan, oleh adanya hukum Archimedes yang bekerja pada tubuh kita, yaitu bahwa di dalam air, berat badan akan berkurang sebanyak berat air yang dipindahkan.

Hal khusus yang perlu mendapat perhatian ialah bila hal tersebut dilakukan di kolam air panas, perlu dilakukan upaya pencegahan agar tidak terjadi pinsang oleh karena adanya *orthostasis*, dengan cara sebagai berikut : Setelah selesai, begitu keluar dari kolam air panas hendaknya segera berbaring di pinggir kolam, sampai tubuh merasa dingin, artinya telah terjadi vasokonstriksi dari pembuluh-pembuluh darah kulit, dan baru setelah itu boleh berdiri dan meninggalkan kolam!

KESIMPULAN

Prinsip kerja *Hydro-massage* adalah pencelupan secara periodik dalam posisi berdiri ke dalam kolam air hangat yang berefek terjadinya vasodilatasi, yang akan meningkatkan aliran darah dan getah bening, sehingga bermanfaat meningkatkan aliran darah pada proses pemulihan dengan *hydro-massage*. *Hydro-massage* harus diakhiri dengan air dingin untuk mencegah *orthostasis*.

LATIHAN

1. Terangkan mekanisme terbentuknya asam laktat dalam otot !
2. Apa yang dimaksud dengan : asam laktat bukan sampah akhir ?
3. Penumpukan asam laktat dalam otot menyebabkan kelelahan !
Terangkan mekanisme terjadinya penumpukan asam laktat dalam otot !
4. Kebugaran/ kemampuan fungsional sistem kardio-respirasi yang baik

memungkinkan adanya dua mekanisme yang menghambat kelelahan ! Terangkan kedua mekanisme tersebut !

5. Apa yang dimaksud dengan *hydro massage* ?
6. Ceriterakan prinsip dasar mekanisme *hydro massage* !
7. Ceriterakan prinsip kerja *hydro massage* dan jelaskan mengapa aliran darah dan getah bening di dalam tubuh tidak seperti aliran air dalam balon ?
8. Apa manfaat air panas dan air dingin pada *hydro massage* dan sebutkan berapa masing-masing suhunya !
9. Bahaya apa yang mungkin terjadi pada orang yang berendam terlalu lama dalam air panas ? Terangkan cara menghindarinya !
10. Terangkan prinsip-prinsip penyederhanaan *hydro massage* !
11. Terangkan mengapa step-ups dan pull-ups dalam air lebih ringan !
12. Apa yang dimaksud dengan *orthostasis* dan bagaimana cara mencegahnya ?

DAFTAR PUSTAKA

- Astrand, P.O. et al, 1986. *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Karpovich, P.V. and Sinning, W.E., 1971. *Physiology of Muscular Activity*. Philadelphia: Saunders Company.
- Zuluanga, Maria, et al. 1995. *Sport Physiotherapy*. Melbourne: Churchill Livingstone.



PEMBELAJARAN GERAK KETRAMPILAN

PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN GERAK VOLUNTER

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

PENDAHULUAN

Masalah hirarki pengendalian gerak perlu difahami untuk dapat memahami mekanisme perencanaan dan pengendalian pada pembelajaran gerak ketrampilan mutu tinggi. Secara anatomis memang belum dapat diidentifikasi secara akurat struktur-struktur pada Susunan Saraf Pusat yang berhubungan dengan fungsi perencanaan dan pengendalian gerak khusus maupun yang terintegrasi, namun secara menyeluruh hirarki pengendalian gerak telah dapat dideskripsikan secara cukup jelas.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari bab ini, Mahasiswa/ Pembaca diharapkan dapat memahami mekanisme pembelajaran gerak ketrampilan mutu tinggi sehingga dalam memberikan pembelajaran gerak ketrampilan mutu tinggi Pelatih dapat menyusun materi pembelajaran secara lebih akurat sesuai dengan tata aturan hirarki pengendalian gerak, serta dapat mewujudkan pelaksanaan pelatihan itu melalui mekanisme-mekanisme pelatihan yang fisiologis, sehingga akan dapat memperkecil kemungkinan

terjadinya kegagalan atau bahkan terjadinya cedera.

HIRARKI PENGENDALIAN GERAK

Pengendalian fungsi otot rangka tersusun dalam pola hirarki yang disebut Hirarki pengaturan gerak (Lihat gb.di bawah). Hirarki dalam bahasan ini adalah hirarki fungsional (fisiologis), bukan hirarki struktural (anatomis), tetapi diperlukan pemahaman mengenai struktur-struktur anatomis dalam susunan saraf pusat (SSP) beserta deskripsi fungsinya.

Gb.12-1

Daerah-daerah dalam SSP yang terlibat dalam pengendalian gerak dan sikap tubuh, mempunyai banyak hubungan timbal-balik (*reciprocal*) sehingga amat sulit mendeskripsikan fungsi khusus dari sesuatu daerah

pada otak.

Niat untuk bergerak dibangkitkan di pusat pengendalian gerak tertinggi yang meliputi banyak daerah di otak termasuk pusat memori dan emosi. Belum diketahui secara pasti di bagian otak mana niat itu dibangkitkan. Karena itu bagian otak pengambil inisiatif ini kita sebut saja sebagai "jaringan neuron hipotetis" atau "jaringan neuron komando" pada hirarki pengendali gerak tertinggi. Ada literatur yang mengatakan bahwa pusat pengambil inisiatif (niat) adalah corpus striatum, yang juga berfungsi sebagai pusat sistem extrapyramidal (sistem nonpyramidal).

Niat kemudian dikomunikasikan ke pusat memori dan emosi, untuk menentukan pola gerak yang akan ditampilkan. Informasi itu kemudian direlay ke daerah bagian-bagian otak yang menyusun hirarki pengendali gerak tingkat menengah. Struktur-struktur pengendali gerak tingkat menengah ini menata sikap-sikap tubuh dan gerakan-gerakan yang diperlukan untuk mewujudkan gerak yang direncanakan, misalnya membungkuk, kemudian menjulurkan lengan dan tangan untuk mengambil sesuatu, sambil menata sikap untuk memelihara keseimbangan.

Struktur hirarki tingkat menengah terletak dalam bagian-bagian cortex cerebri dan cerebellum, nuclei subcortical dan batang otak (Lihat gb.hal.290). Struktur-struktur ini mempunyai interkoneksi yang luas.

Neuron-neuron hirarki tingkat menengah menerima impuls dari neuron-neuron komando, bersamaan juga menerima impuls-impuls aferen yang berasal dari reseptor-reseptor dalam otot, tendo, sendi, kulit, alat vestibular dan mata, yang memberitakan tentang posisi awal tubuh/ bagian tubuh yang akan digerakkan. Informasi aferen ini

diintegrasikan oleh neuron-neuron hirarki tingkat menengah dengan sinyal yang berasal dari neuron komando dan kemudian disusun menjadi **program gerak** (*motor program*) yaitu menjadi pola kegiatan saraf-otot yang diperlukan untuk mewujudkan gerak yang dikehendaki.

Gb.12-2 A+B

Informasi yang disusun dalam program gerak ini disalurkan melalui jalur desendens ke hirarki pengendali gerak tingkat terbawah (tingkat lokal) yaitu batang otak dan medulla spinalis, dan dari padanya keluar neuron-neuron motoris. Hirarki tingkat ini adalah penentu akhir mengenai neuron-neuron motoris mana yang akan diaktifkan.

Program gerak ini secara terus-menerus disesuaikan dengan gerakan-gerakan yang sedang berlangsung, oleh adanya perubahan-perubahan informasi sensoris yang terjadi secara terus-menerus, agar selalu terjadi keserasian antara sinyal-sinyal komando dengan sinyal-sinyal aferen. Bila sinyal komando ternyata tidak serasi dengan sinyal sensoris (aferen), maka diadakan penyesuaian pada sinyal komando,

artinya terjadi perubahan pada program gerak. Contoh : Bila orang disuruh mengambil sebuah botol ukuran \pm satu liter yang terbungkus rapi (informasi aferen dari reseptor mata, tanpa dapat melihat apa isinya) yang ternyata berisi air raksa (Hg), maka sinyal komando akan mengirimkan impuls untuk mengatur kekuatan yang sesuai (berdasarkan pengalaman – memori) yang diperkirakan cukup kuat untuk mengangkat botol tersebut. Tetapi tatkala ternyata botol itu sangat berat karena berat air raksa adalah 13,6x berat air (informasi aferen dari reseptor-reseptor perifer), maka sinyal komando akan disesuaikan dengan kondisi nyata, sehingga akhirnya botolpun dapat diangkat dengan halus (*smooth*).

Bila telah diperoleh pengalaman dari berbagai informasi sensoris beserta pengalaman geraknya, maka perkiraan besar sinyal komando menjadi lebih akurat sehingga karenanya hanya sedikit koreksi yang perlu dilakukan, artinya benda akan dapat diangkat secara lebih spontan. Jadi diperlukan latihan, latihan dan latihan untuk dapat memperoleh pengalaman (memori) dalam menaksir perencanaan gerak secara lebih akurat.

Tabel : Hirarki pengendali gerak volunter

I. Tingkat tertinggi :

- A. Fungsi (Fisiologi): Menyusun rencana yang kompleks sesuai dengan niat dan memori yang tersedia (pengalaman gerak), serta kondisi emosional saat itu, kemudian dengan melalui "neuron-neuron komando" mengomunikasikan dengan pengendali

gerak tingkat menengah.

- B. Struktur Anatomi) : Daerah-daerah yang terkait dengan memori dan emosi; area motor suplementer; dan cortex asosiasi. Semua struktur-struktur ini menerima dan mengorelasikan masukan dengan banyak struktur-struktur otak yang lain.

II. Tingkat menengah :

- A. Fungsi : Mengubah rencana-rencana kompleks yang diterima dari pengendali gerak tingkat tertinggi menjadi sejumlah program-program motoris yang lebih kecil, yang akan menentukan pola aktivasi saraf yang diperlukan untuk melaksanakan pergerakan. Program-program ini dipecah lagi menjadi sub-sub program yang menentukan pergerakan-pergerakan pada sendi-sendi tertentu. Program dan sub-sub program ini ditransmisikan (kebanyakan) dari cortex cerebri, melalui jalur descendens ke tingkat pengendali gerak terendah.
- B. Struktur : cortex sensori motor, cerebellum, bagian-bagian dari basal ganglia, beberapa nuclei batang otak.

III. Pengendali gerak tingkat terendah (tingkat lokal) :

- A. Fungsi : Menyepesifikasi ketegangan pada otot-otot tertentu dan besar sudut pada sendi-sendi tertentu yang diperlukan untuk melaksanakan program dan sub-program yang diterima dari pengendali gerak tingkat tengah.
- B. Struktur : Neuron-neuron motoris pada segmen-segmen batang otak dan medulla spinalis yang bersangkutan

(Sumber : Vander, Sherman,, Luciano, (1994): *Human Physiology: The Mechanisms of Body Function*, Sixth Ed., McGraw-Hill, Inc. hal.353.)

Gerak volunter dan involunter

Ciri gerak volunter : (1) Gerak disertai kesadaran dan kewaspadaan penuh mengenai apa yang sedang dikerjakan dan mengapa hal itu dikerjakan, (2) perhatian dicurahkan ke gerak yang dilakukan atau tujuan gerak.

Gerak involunter adalah untuk gerakan-gerakan yang tidak mempunyai ciri-ciri di atas. Gerak involunter sering juga disebut sebagai gerak tak sadar, gerak otomatis atau gerak seperti reflex, walaupun istilah reflex dalam Ilmu Faal mempunyai pengertian yang lebih akurat.

Dalam kehidupan sehari-hari, hampir semua perilaku melibatkan gerak volunter dan involunter, dan antara keduanya sulit dipilah. Bahkan untuk gerakan yang sangat harus disadari sekalipun, misalnya mengambil jarum di lantai, meliputi gerak tidak sadar (involunter) untuk menata sikap dasar tubuh, lengan dan tangan, disertai inhibisi terhadap otot-otot antagonis, khususnya otot-otot extensor jari. Tidak ada gerak motoris yang murni volunter atau involunter. Makin sering sesuatu gerak dilakukan (dilatih), maka gerak atau pekerjaan itu semakin sedikit melibatkan gerak volunter, artinya gerakan menjadi semakin seperti reflex, dan gerakan seperti itu disebut sebagai gerakan reflex bersyarat (*conditioned reflex*), oleh karena syaratnya telah dipenuhi yaitu latihan.

Pengaturan neuron motoris lokal (Pengendali gerak tingkat terbawah)

Pada tingkat lokal serabut-serabut aferen dari reseptor (otot, tendo, sendi dan kulit) bagian tubuh yang akan digerakkan masuk SSP

menuju ke pengendali gerak tingkat lokal maupun yang lebih tinggi.

Kebanyakan impuls-impuls saraf yang menuju ke neuron motoris dari jalur desendens maupun dari neuron-neuron aferen tidak langsung ke neuron motoris, tetapi ke interneuron yang bersinaps ke neuron-neuron motoris.

Ada tiga jarak jangkauan interneuron: interneuron lokal, interneuron dengan jangkauan sedang (menengah) dan interneuron dengan jangkauan jauh. Interneuron dengan jangkauan jauh, penting untuk mengoordinasikan gerak lengan dan tungkai, sedangkan interneuron dengan jangkauan menengah penting untuk koordinasi gerak misalnya antara bahu dan lengan.

Interneuron lokal adalah unsur hirarki pengendali gerak terbawah yang penting. Impuls (masukan) dari pusat-pusat yang lebih tinggi, dari reseptor-reseptor perifer maupun dari interneuron-interneuron lain memusat/ menuju ke interneuron ini (Gb. hal. 295-A). Interneuron lokal dapat bertindak seperti sakelar (*switch*) sehingga memungkinkan adanya pengendalian dari pusat yang lebih tinggi untuk terjadi atau tidak terjadinya suatu gerakan. Misalnya, bila kita mengambil benda panas, lengkung reflex normal akan menjadi aktif secara otomatis, dengan akibat kita melepaskan benda panas tersebut. Tetapi bila hal itu sangat perlu dilakukan, maka perintah untuk hal itu disalurkan melalui jalur desendens dan perintah itu dapat mempengaruhi aktivitas lokal, sehingga kita akan tetap memegang benda panas tersebut sampai dapat menempatkannya dengan baik. Demikian pula interneuron yang menerima impuls *excitator* dari jalur desendens dapat membentuk sinaps *inhibitor* terhadap neuron motoris, sehingga perintah melalui jalur

desendens itu diubah dari exitator menjadi inhibitor (Gb. hal. 296-B) atau sebaliknya.

Impuls aferen lokal

Impuls aferen lokal membawa informasi dari reseptor-reseptor yang berasal dari :

1. Otot yang dikendalikan oleh neuron motoris itu sendiri
2. Otot-otot yang berdekatan
3. Tendo, sendi dan kulit sekitar otot itu.

Reseptor-reseptor ini memonitor panjang dan ketegangan otot-otot serta pergerakan pada sendi-sendi yang bersangkutan, dan dengan demikian menginformasikan posisi extremitas yang bersangkutan serta menata posisinya melalui pengaturan reflex-reflex setempat

Gb.12-3 A+B

Reflex regang (*Stretch reflex*) dan sistem monitor panjang otot

Panjang otot dan perubahan panjang otot dimonitor oleh reseptor dalam otot yang disebut *muscle spindle*.

Reflex regang (reflex patella) merupakan bagian dari pemeriksaan medis rutin. Adanya reflex patella yang normal berarti terdapat keadaan yang normal dari reseptor regang, serabut-serabut aferen, keseimbangan pengaruh sinaps terhadap neuron-neuron motoris, neuron motoris itu sendiri, sambungan neuromuskular dan otot-otot itu sendiri. (Baca kembali Bab 11 : Latihan Kondisi Fisik).

Cortex Cerebri

Cortex Cerebri berperan sangat penting dalam perencanaan gerak volunter maupun terhadap pengendalian gerak volunter yang sedang berjalan, dan perannya ada pada tingkat pengendalian motorik tertinggi dan menengah.

Berbagai terminologi perlu difahami dengan baik. **Cortex sensori-motor** adalah semua bagian dari cortex cerebri yang secara bersama-sama mengendalikan gerak otot. Cortex sensori-motor terdiri dari dua bagian yaitu : Cortex motoris primer yang juga sering disebut sebagai cortex motoris (saja), dan area (daerah) premotor, keduanya terletak pada bagian posterior dari lobus frontalis cerebri (lihat gambar di hal. 296). Bagian lain dari cortex sensori-motor adalah cortex motoris suplementer, yang terletak pada permukaan cortex lobus frontalis yang melipat membentuk sulcus antara kedua hemisphere kiri dan kanan. Bagian lain dari cortex sensori motor adalah cortex somato-sensoris dan cortex asosiasi lobus parietal (lihat gambar). Dengan demikian cortex sensori-motor terdiri dari :

- Cortex motoris (primer)
- Area premotor
- Cortex motoris suplementer
- Cortex somato-sensoris
- Cortex asosiasi lobus parietal.

Gambar : Berbagai daerah motoris dari cortex cerebri.

Neuron dalam cortex motoris menggerakkan kelompok otot-otot individual, misalnya otot-otot yang menggerakkan satu jari. Lokasi kelompok neuron-neuron yang menggerakkan berbagai bagian tubuh tertata seperti terlihat pada gambar di hal. 299. Luas wilayah pada cortex motoris sesuai dengan kompleks dan halusnya pengaturan gerak bagian tubuh yang bersangkutan, paling luas yaitu untuk tangan dan wajah. Makin kompleks dan makin halus fungsi gerak sesuatu bagian tubuh, makin besar ratio jumlah neuron cortex motoris dengan jumlah motor unit otot-otot yang dikendalikannya, yaitu menuju ke ratio 1 : 1.

Area premotor terletak di depan cortex motoris. Neuron-neuron motorik dalam area premotor ini berperan dalam fungsi motorik yang lebih kompleks, misalnya untuk merubah kekuatan atau untuk mempercepat gerak, melakukan perubahan tugas gerak, melakukan

gerakan merespons sinyal visual atau oral, koordinasi kedua tangan, dan support postural untuk berbagai macam gerakan-gerakan halus. Area premotor juga merupakan pintu gerbang penting untuk melanjutkan informasi-informasi dari berbagai bagian cortex cerebri dan bagian-bagian otak yang lain ke cortex motoris atau langsung ke jalur corticospinal (jalur yang menuju ke efektor). Beberapa dari informasi yang diteruskan ini misalnya berasal dari cortex asosiasi lobus parietalis yang memproses sinyal-sinyal dari sistem sensoris yang menyatakan posisi tubuh dalam ruang (pada saat itu) dan ke arah mana tubuh harus digerakkan untuk mencapai tujuan.

Kurang-lebih 55 ms (milisekon) sebelum terjadi gerak volunter, terdapat aktivitas listrik yang disebut sebagai "potensial listrik gerak" yang timbul di cortex motoris. Kurang-lebih 800 ms sebelumnya, terdapat gelombang listrik lain yang disebut sebagai "potensial listrik siap". Asal dari "potensial listrik siap" ini adalah cortex motoris suplementer dan juga dari cortex asosiasi lobus parietal dan lobus frontalis. "Potensial listrik siap" merupakan tanda paling awal untuk terjadinya gerakan volunter dan merupakan aktivitas dari pusat tertinggi (niat).

Dalam waktu singkat, antara akhir dari "potensial listrik siap" dan awal dari "potensial listrik gerak" mekanisme-mekanisme subcortikal menjadi aktif. Mekanisme-mekanisme subcortikal ini merupakan tingkat pengendalian menengah dari gerak motorik.

Pengendali gerak tingkat menengah: Nuclei subcortikal dan batang otak.

Terdapat sangat banyak struktur-struktur yang saling berhubungan, yang terletak subcortikal (di dalam cerebrum di bawah cortex cerebri) dan di dalam batang otak; mereka berinteraksi dengan cortex cerebri untuk mengatur gerak. Impulsnya terlebih dulu disalurkan melalui jalur ascendens ke neuron motoris di cortex cerebri, sedang yang berasal dari nuclei di batang otak disalurkan melalui jalur descendens langsung ke neuron-neuron motoris. Tidak diketahui berapa besar peran struktur-struktur ini dalam hirarki pengaturan motorik yang tertinggi, tetapi berperan sangat penting pada hirarki tingkat menengah. Sistem ini mengubah seluruh rencana atau tujuan suatu *action* menjadi program-program guna mewujudkan gerakan-gerakan spesifik yang diperlukan untuk mencapai tujuan *action* itu.

Di antara nuclei subcortikal, yang menonjol adalah basal ganglia (Lihat gb. hal 290). Hampir semua komponen dalam sistem pengendalian gerak disalurkan melalui sinaps excitator, tetapi basal ganglia pengaruhnya bersifat inhibitor. Agaknya basal ganglia ini memilah komponen-komponen yang sesuai yang berasal dari rancangan-rancangan *excitator*, dan menekan pengaruh-pengaruh yang tidak dikehendaki atau yang berlawanan, sehingga pola-pola kegiatan motorik yang sedang berlangsung dapat dipertahankan. Peran ini menerangkan gangguan pengendalian gerak pada penyakit Parkinson, yang disebabkan fungsi basal ganglia yang tidak adekuat. Orang-orang (Parkinson) ini sulit mengubah gerakan/ membuat gerakan baru, karena mendapat kesulitan untuk menghentikan kegiatan yang sedang berlangsung. Jadi pada berjalan, mereka cenderung untuk terus berjalan; bila duduk, mereka cenderung untuk tetap tinggal duduk.

Terdapat seperangkat gejala-gejala dini penyakit Parkinson yang meliputi: tremor yang paling jelas pada istirahat, perubahan ekspresi wajah yaitu orang menjadi seperti memakai topeng tanpa emosi, kekakuan otot, berjalan dengan kaki diseret dan tanpa ayunan lengan, sikap tubuh yang bongkok dan tidak stabil. Walaupun gejala-gejala Parkinson mencerminkan fungsi basal ganglia yang tidak adekuat, tetapi defek awalnya terjadi pada neuron-neuron substansia nigra. Neuron-neuron ini pada penyakit Parkinson mengalami degenerasi. Pada keadaan normal, axon-axon terminal neuron-neuron ini berhubungan dengan basal ganglia dan melepaskan *neurotransmitter* yang disebut dopamin. Oleh karena neuron-neuron substansia nigra ini mengalami degenerasi, maka jumlah dopamin yang disalurkan ke basal ganglia berkurang dan karena itu fungsi basal ganglia menurun. Basal ganglia juga berperan dalam fungsi intelektual dan mungkin juga dalam pembelajaran tugas-tugas motorik

Cerebellum

Cerebellum terletak di belakang batang otak (Gb. hal. 290). Ia berperan sangat penting dalam pengaturan sikap tubuh dan pergerakan, tetapi pengaruhnya tidak langsung ke neuron motoris. Cerebellum mengatur perilaku motorik melalui masukan ke nuclei batang otak dan thalamus, ke cortex sensori-motoris. Peran cerebellum dalam fungsi motorik sangat pelik yaitu membandingkan informasi tentang apa yang harus dilakukan oleh otot-otot dengan informasi tentang apa yang sedang dilakukan oleh otot itu. Untuk melakukan tugas ini maka cerebellum mendapat informasi dari cortex sensori-motoris melalui nuclei di batang otak dan dari reseptor-reseptor penting yang memonitor

pergerakan yaitu sistem vestibular, mata, telinga, kulit, otot, sendi dan tendo. Bila terdapat ketidak-sesuaian antara gerakan yang dimaksud dengan gerakan yang terjadi, cerebellum mengirimkan sinyal mengenai kesalahan ini ke cortex motoris dan pusat-pusat subcortikal untuk mengubah program dari pusat motorik, mengubah gerakan yang sedang terjadi dan mencermati agar gerakan sejenis yang akan terjadi dapat dilaksanakan dengan lebih akurat. Jadi jelas bahwa cerebellum berperan sangat penting dalam pembelajaran gerak ketrampilan, dan hal itu ditunjukkan lagi oleh peran cerebellum dalam fungsi pelik yang lain yaitu mengatur "*timing*" dari kontraksi-kontraksi otot yang kompleks, yang diperlukan pada gerakan motorik yang sangat sederhana sekalipun.

Peran cerebellum dalam memprogram gerakan-gerakan terlihat jelas pada orang-orang yang kehilangan fungsi cerebellum oleh karena penyakit, yaitu mereka tidak mampu melakukan gerakan-gerakan yang lancar (*smooth*). Bila mereka mencoba menyentuh sesuatu objek, gerakannya tersentak-sentak dengan disertai tremor ayunan bolak-balik yang menjadi semakin nyata saat tangan mendekati objek, dan tremor itu terus berlanjut sampai beberapa saat setelah objek berhasil dicapai. Kondisi itu disebut sebagai dysmetria. Orang dengan dysmetria ini tidak dapat memulai dan menghentikan gerakan dengan cepat. Misalnya bila mereka disuruh membolak-balikkan tangan dengan cepat, gerakan mereka lambat dan tidak teratur. Lebih lanjut mereka juga tidak dapat menggabungkan gerakan-gerakan pada berbagai sendi menjadi gerakan tunggal yang terkoordinasi secara lancar (*smooth*). Untuk menggerakkan lengan, mereka akan lebih dahulu menggerakkan bahu, kemudian siku dan akhirnya baru tangan.

Ciri khusus lain dari disfungsi cerebellum adalah posture tubuh yang tidak stabil. Misalnya mereka berjalan dengan cara yang canggung sekali, yaitu dengan kaki terbuka lebar, dan mereka begitu sulit menjaga keseimbangan sehingga langkahnya terlihat seperti orang mabok. Gejala lanjut adalah kesulitan mempelajari gerak ketrampilan baru dan kesulitan mengubah gerakan untuk menyesuaikan diri dengan situasi baru.

Kerusakan cerebellum tidak menimbulkan paralysis, petanda bahwa cerebellum tidak berperan untuk mengawali (*intiate*) gerakan.

Jalur *descendens*

Pengaruh yang ditimbulkan oleh berbagai bagian otak untuk mengatur pergerakan harus disalurkan melalui jalur *descendens* ke neuron motoris di medulla spinalis dan interneuron yang bersangkutan.

Jalur *descendens* ada dua yaitu :

- Jalur corticospinal – berasal dari cortex cerebri
- Jalur non-corticospinal – berasal dari batang otak.

Serabut-serabut *descendens* dari kedua jalur ini dapat berakhir pada synaps neuron motoris α (alpha) dan γ (gamma), tetapi bagian terbesar berakhir pada interneuron yang mempengaruhi neuron motoris α secara langsung maupun melalui interneuron yang lain. Kadang-kadang interneuron ini sama dengan yang digunakan untuk jalur reflex. Hal ini menunjukkan bahwa sinyal-sinyal *descendens* sepenuhnya merupakan bagian integral dari informasi lokal sebelum terjadinya perubahan aktivitas neuron motoris tersebut. Pengaruh akhir dari jalur *descendens* ke neuron motoris α dapat bersifat excitator atau inhibitor.

Sebagian dari serabut-serabut *descendens* ini mempengaruhi

sistem aferen yang dilakukan melalui:

1. Synaps-synaps presynaptik pada terminal neuron-neuron aferen pada saat serabut-serabut ini memasuki Susunan Saraf Pusat (SSP), atau
2. Synaps-synaps interneuron dalam jalur ascendens.

Keseluruhan pengaruh descendens terhadap sistem aferen ini adalah untuk membatasi pengaruh aferen terhadap daerah pengaturan motoris lokal maupun pada otak, sehingga oleh karenanya akan memilah kendali (pengaruh) dari sesuatu informasi aferen khusus atau bahkan mempertajam informasi khusus tersebut. Adanya kontrol descendens (motorik) terhadap informasi ascendens (sensorik) menjelaskan mengapa tidak ada pemisahan yang jelas antara sistem motorik dengan sistem sensorik, dan hal ini juga menjelaskan mengapa lengan tidak ditarik saat disuntik.

Jalur corticospinal.

Badan sel dari serabut-serabut saraf jalur corticospinal berada di cortex cerebri, tepatnya daerah sensori-motor, dan berakhir di medulla spinalis. Jalur corticospinal disebut juga sebagai tractus Pyramidalis atau sistem Pyramidalis. Di medulla oblongata dekat pada sambungan antara medulla spinalis dengan batang otak, bagian terbesar dari serabut-serabut corticospinal ini menyilang medulla spinalis dan turun pada sisi medulla spinalis yang lain, sehingga bagian terbesar otot-otot tubuh di sisi kiri diatur oleh neuron-neuron di belahan otak kanan, dan sebaliknya.

Saat serabut-serabut corticospinal menurun dari cortex cerebri (masih di dalam otak), serabut-serabut itu disertai oleh serabut-serabut

corticobulbaris, yaitu serabut yang berasal dari cortex sensori-motoris yang berakhir di batang otak. Serabut-serabut corticobulbaris secara langsung atau melalui interneuron, mengatur neuron motoris yang mempersarafi otot-otot mata, wajah, lidah dan tenggorokan. Serabut-serabut ini merupakan sumber utama pengatur gerakan-gerakan volunter dari otot-otot kepala dan leher, sedangkan serabut-serabut corticospinal mengatur fungsi otot-otot bagian tubuh yang lain. Untuk kemudahan selanjutnya, maka jalur corticobulbaris dimasukkan sebagai bagian dari jalur corticospinal.

Axon-axon dari satu neuron corticospinal mempengaruhi neuron motoris dari beberapa otot, dan neuron-neuron dari daerah cortex sensori-motoris yang luas, menuju satu neuron. Adanya konvergensi yang luas menguatkan dugaan bahwa kegiatan setiap neuron motoris dipengaruhi oleh lebih dari satu pusat-pusat motoris di otak.

Jalur corticospinal mengatur gerakan-gerakan extremitas distal dengan cepat dan halus. Contoh: mengambil jarum dan memasukkan benang ke jarum. Kerusakan pada jalur corticospinal menyebabkan semua gerakan menjadi lambat dan lemah, tidak ada gerakan dari masing-masing jari secara tersendiri dan sulit untuk melepaskan genggaman.

Jalur non-corticospinal

Jalur ini dulu dikenal sebagai jalur dari sistem extra-pyramidalis. Jalur ini bermula dari batang otak. Jalur ini sebagian menyilang untuk mempersarafi otot-otot pada sisi yang lain, dan sebagian lagi tidak menyilang. Dalam medulla spinalis, serabut-serabut dari jalur ini

membentuk berkas dengan nama yang menunjukkan asalnya misalnya jalur vestibulospinalis berasal dari nucleus vestibularis di batang otak, jalur reticulospinalis berasal dari neuron-neuron formatio reticularis di batang otak.

Jalur non-corticospinal ini penting untuk mengatur sikap berdiri, keseimbangan, dan berjalan, melalui pengaturannya terhadap kelompok otot-otot besar dengan tiga cara:

1. melalui pengaruhnya terhadap neuron-neuron yang mengatur otot-otot leher, tubuh dan bagian atas extremitas. Pengaruh terhadap neuron-neuron otot-otot tersebut lebih besar dari pada pengaruhnya terhadap neuron-neuron yang mempengaruhi otot-otot jari tangan dan kaki.
2. Dalam perjalanannya di medulla spinalis banyak memberikan cabang-cabang kolateral dan dengan demikian memberi pengaruh pada berbagai segmen neuron motoris di medulla spinalis.
3. Jalur ini berakhir pada interneuron yang memberikan cabang-cabang panjang sehingga menyusun jaringan koneksitas yang lebih luas, tidak pada interneuron lokal seperti jalur corticospinal.

Ringkasan bahasan terhadap jalur Descendens

Pada umumnya neuron corticospinal mempunyai pengaruh yang lebih besar terhadap neuron motoris yang mengatur otot-otot untuk pergerakan halus dan khusus yaitu pada jari-jari dan tangan. Jalur descendens non-cortical lebih banyak berurusan dengan gerak koordinasi otot-otot besar yang dipergunakan untuk mempertahankan sikap berdiri, berjalan dan pergerakan kepala dan tubuh saat berputar ke arah

datangnya rangsangan khusus.

Terdapat banyak interaksi antar jalur-jalur descendens misalnya beberapa serabut jalur corticospinal berakhir pada interneuron-interneuron yang berperan penting pada sikap tubuh, sedangkan serabut-serabut dari jalur descendens non-corticospinal kadang berakhir langsung pada motor neuron-motor neuron α (alpha) untuk mengatur pergerakan teliti (*discrete*). Oleh adanya sifat yang tumpang tindih ini, maka hilangnya fungsi oleh adanya kerusakan pada satu sistem dapat dikompensasi oleh sistem yang masih ada walaupun kompensasi ini biasanya tidak sempurna. Dengan demikian perbedaan antara jalur descendens corticospinal dan non-corticospinal tidak sangat jelas, sehingga tidaklah benar bila membayangkan adanya fungsi yang sama sekali terpisah antara keduanya oleh karena semua gerak apakah involunter (reflex) atau volunter, memerlukan interaksi kedua jalur itu, yang harus dikoordinasikan secara terus-menerus.

Kesimpulannya: Pengaturan yang sempurna dari sesuatu gerakan, apakah gerakan kompleks atau tunggal, pada saat ini belum difahami secara akurat.

Beberapa ciri sistem pengaturan motoris

1. Sistem motoris mengatur kontraksi otot, tetapi sistem motoris ini berfungsi lebih dari sekedar menentukan gerak yang diperlukan untuk mencapai tujuan. Misalnya untuk mengambil buku dari rak, diperlukan koordinasi dari sistem motoris untuk menentukan arah gerak lengan dan berapa jauh, bukan sekedar memilih motor neuron mana dan kapan harus diaktifkan.

2. Sebelum impuls descendens dapat mengaktifkan motor neuron tertentu, terjadi sejumlah besar aktivitas neural dalam otak. Gerak yang direncanakan maupun gerak respons (ada bel berbunyi) harus diterjemahkan ke arah mana dan berapa jauh tubuh harus digerakkan. Proses ini merupakan koordinasi simultan dari banyak komponen dalam sistem motorik di otak dengan setiap komponen memberikan kontribusinya yang khusus.
3. Oleh karena gerak motorik dapat dilakukan dengan berbagai cara dengan melibatkan sejumlah otot dan dengan kombinasi yang berbeda-beda, maka sistem kontrol motorik harus memilih cara yang akan dipakai untuk mencapai tujuan. Misalnya mengambil benda-benda di atas, di bawah, di samping kanan atau kiri, dilakukan dengan cara dan kombinasi otot-otot yang berbeda-beda. Pelatihan akan menghasilkan pilihan gerak yang paling efisien dan konsisten, yang menggunakan daya (energi) paling minimal dan dalam waktu yang paling singkat.
4. Otak bekerja sebagai satu kesatuan yang rapi untuk membentuk gerak.
5. Cortex motorik tidak dapat menghasilkan gerak volunter yang terkoordinasi tanpa informasi dari pusat-pusat motorik sub-cortical.
6. Tidak semua gerakan-gerakan volunter diatur oleh cortex motorik, gerak lidah selama bicara diatur oleh area (khusus untuk) bicara.
7. Sejumlah perangkat otot-otot dapat diatur oleh beberapa macam sistem saraf dan sistem saraf pusat dapat memilih sistem mana yang diperlukan untuk melaksanakan suatu gerakan.
8. Gerakan-gerakan yang memerlukan pembelajaran, gerakan yang

dibuat untuk merespons sesuatu rangsang yang diharapkan, gerakan ketrampilan tinggi yaitu yang hampir menjadi gerakan otomatis, semua ini diatur oleh komponen-komponen yang berbeda dari sistem-sistem pengatur motorik.

9. Sistem kolateral (emosi dan motivasi) memegang peran penting dalam pengaturan motorik (sering kita sadari adanya kesulitan gerakan teliti yang terkendali saat berada dalam kondisi emosional yang tinggi).
10. Cortex motoris lebih penting dalam mengatur gerak ketrampilan dan gerakan-gerakan yang akurat dari pada menghasilkan gerakan-gerakan otomatis atau gerakan-gerakan ritmis.
11. Gerakan-gerakan yang dilakukan untuk mencapai suatu tugas khusus dapat bervariasi dan agaknya tidak beruntun. Misalnya tidaklah penting apakah anda menyisir rambut dengan tangan kanan atau kiri, yang penting hasil akhirnya. Jadi hanya gerakan-gerakan di antaranya (yaitu gerakan-gerakan di antara niat/ tujuan dengan hasil akhir) yang dapat dirancang oleh sistem saraf.
12. Dalam hal-hal tertentu reflex spinal misalnya reflex flexi dapat dilawan oleh perintah dari pusat pengatur yang lebih tinggi misalnya perintah untuk mengextensikan tungkai untuk menyangga berat badan.
13. Gerakan-gerakan biasanya disertai perubahan-perubahan sikap tubuh dan perubahan-perubahan input sensoris. Pengaturan antisipatif dibuat untuk mencegah hilangnya keseimbangan dan untuk mengkompensasi perubahan informasi sensoris.

Pemeliharaan sikap berdiri

Kerangka tidak mungkin dapat memelihara sikap berdiri melawan gaya berat bila tidak ditopang oleh otot-otot yang berkontraksi secara terkoordinasi. Otot-otot itu dikendalikan oleh otak dan oleh mekanisme-mekanisme reflex yang diatur oleh batang otak dan medulla spinalis, misalnya melalui reflex regang (*stretch reflex*) dan reflex extensor silang (*crossed extensor reflex*). Faktor penting untuk pemeliharaan sikap tubuh adalah pemeliharaan keseimbangan. Struktur tubuh manusia yang relatif tinggi mempunyai titik berat badan yang relatif juga tinggi, yaitu titik berat badan terletak sedikit di atas pelvis (panggul). Untuk dapat memelihara sikap berdiri dalam keadaan seimbang, tubuh yang harus berdiri diatas dasar (basis) yang sempit, memerlukan pengaturan keseimbangan yang harus cermat. Secara biomekanika, agar tetap stabil maka proyeksi titik berat badan ke bidang dasar, harus selalu berada di dalam bidang tumpu (Gb. hal. 311). Bila proyeksi titik berat badan (TTB) berada di luar bidang tumpu, maka tubuh akan roboh, kecuali bila kaki dengan cepat melangkah yang berarti memperlebar bidang tumpu (pelajari biomekanika). Walau demikian, orang sering berperilaku dalam kondisi keseimbangan yang tidak stabil dan akan mudah terjatuh apabila keseimbangannya tidak dipelihara oleh mekanisme-mekanisme reflex postural yang kompleks. Mekanisme-mekanisme reflex postural, yang hakekatnya adalah reflex-reflex koordinasi gerak inilah yang pada Lansia harus dipelihara melalui olahraga kesehatan agar selalu dapat memelihara keseimbangan diri sehingga tidak mudah jatuh, artinya Olahraga Kesehatan bagi Lansia harus mengandung pelatihan koordinasi yang dapat memenuhi kebutuhan koordinasi minimal yaitu memelihara

keseimbangan. Sebaliknya pada anak-anak Olahraga Kesehatan di samping ditunjukkan untuk meningkatkan derajat kesehatan dinamis untuk mendukung kemudahan belajar, juga untuk juga harus menjadi alat pelatihan koordinasi yang kompleks untuk mendapatkan pengalaman gerak sebanyak mungkin, yaitu untuk memperkaya sebanyak mungkin perbendaharaan gerak dasar sehingga akan memberikan kemudahan mempelajari gerak ketrampilan kecabangan-kecabangan olahraga di masa berikutnya.

Serabut-serabut aferen untuk reflex-reflex postural berasal dari tiga sumber yaitu mata, alat vestibular dan reseptor-reseptor somatic yaitu proprioceptor dan exteroceptor. Serabut eferennya adalah α (alpha) motor neuron ke otot-otot skelet. Pusat-pusat integrasinya adalah jaringan-jaringan neuron di batang otak dan medulla spinalis.

Gb. 12-14

Terdapat banyak contoh dari reflex-reflex postural, misalnya reflex regang pada sendi lutut yang terjadi bila tanpa sepengetahuan yang bersangkutan bagian belakang lutut tungkai tumpu (*fossa poplitea*) didorong kedepan. Tanpa adanya mekanisme reflex regang, yang bersangkutan pasti akan jatuh terjerembab. Contoh lain adalah terjadinya reflex extensor silang (*crossed extensor reflex*) yang terjadi misalnya bila kaki yang melangkah dan akan menjadi kaki tumpu menginjak benda tajam, maka tumpuan tubuh secara reflex dialihkan ke tungkai/ kaki yang lain. Reflex ini merupakan komponen yang penting dalam mekanisme gerak lokomotor melangkah (berjalan).

Memang diperlukan berbagai informasi aferen dari berbagai sumber untuk terjadinya pengaturan sikap yang efektif, namun gangguan pada salah satu dari tiga sumber informasi itu (mata, alat vestibular dan reseptor-reseptor somatik), tidak akan menyebabkan orang menjadi jatuh. Misalnya orang buta masih dapat mempertahankan keseimbangannya dengan hanya sedikit gangguan, sedangkan orang yang fungsi vestibularnya rusak, hanya akan mengalami sedikit kesulitan, bila saja fungsi visual dan somatiknya masih baik.

Kesimpulannya ialah bahwa informasi sensoris yang diterima oleh mekanisme pengendalian tubuh adalah sangat banyak dan suatu informasi khusus baru akan menjadi sangat penting hanya bila informasi-informasi sensoris lain tidak berfungsi.

Berjalan

Berjalan adalah gerakan siklis yang diatur oleh medulla spinalis pada tingkat neuron motoris. Di tingkat medulla spinalis terdapat semacam jaringan interneuron yang berfungsi sebagai pusat pembangkit gerak involunter, yang mengkoordinasikan berbagai impuls eferen dari pool neuron motoris yang mengatur otot-otot lengan, bahu, tubuh dan tungkai. Selain itu terhadap neuron-neuron α motoris yang sedang aktif untuk gerak berjalan, pusat pembangkit gerak ini juga mengatur impuls-impuls aferen, sehingga impuls aferen itu tidak mengganggu aktivitas neuron-neuron motoris.

Berjalan diawali dengan mencondongkan badan ke depan, menyebabkan posisi tubuh tidak stabil, kemudian melangkahkan satu kaki ke depan untuk mendapatkan keseimbangan kembali. Tungkai dapat diaktifkan secara tersendiri (masing-masing) seperti pada berjalan atau berlari. Prinsip pengaturan yang digunakan adalah reflex extensor silang.

Informasi aferen memang diperlukan agar pola impuls eferen dari pool neuron-neuron motoris benar-benar sesuai secara optimal dengan kondisi lingkungan. Misalnya bila gerak tungkai terpaksa lambat oleh karena faktor external misalnya berjalan dalam air, maka sinyal aferen mencegah terjadinya flexi tungkai yang terlalu dini.

Pusat pembangkit gerak involunter ini juga dipengaruhi oleh jalur desendens baik pada awal maupun selama berlangsungnya gerak/kegiatan. Masukan (*input*) demikian membantu mengatur gerakan untuk mencapai tujuan dan mengatur penyesuaian terhadap lingkungan dengan adanya pengaruh tambahan dari mata, alat vestibular dan

telinga. Misalnya oleh adanya perintah yang disalurkan melalui jalur desendens, kedua tungkai dapat bekerja bersama-sama bukan bergantian seperti misalnya pada melompat vertikal.

Kemampuan gerak dasar, ketrampilan gerak dasar dan ketrampilan gerak pembelajaran

Perlu difahami perbedaan tiga istilah gerak yang perlu dicermati dalam hubungan dengan adanya berbagai istilah untuk gerak, agar penggunaan istilah-istilah itu sesuai dengan konsep-konsep Ilmu Faal, khususnya konsep mengenai pembelajaran gerak ketrampilan. Istilah-istilah itu ialah: **kemampuan gerak dasar, ketrampilan gerak dasar dan ketrampilan gerak pembelajaran (khusus).**

- **Kemampuan gerak dasar** adalah kemampuan menampilkan secara maximal gerak yang diperoleh dalam kaitan (seirama) dengan pertumbuhan dan perkembangan anak, dalam persiapannya untuk dapat menguasai berbagai gerak bagi keperluan melaksanakan peri kehidupannya sehari-hari. Dalam lingkup Fisiologi, gerak-gerak ini bersifat anaerobik. Di dalamnya belum terdapat unsur **ketepatan** (akurasi). Misalnya: Melompat ke depan tanpa awalan sejauh-jauhnya (*maximal standing broad jump*), Lompat vertikal setinggi-tingginya, melempar sejauh-jauhnya, dan sejenisnya.
- **Ketrampilan gerak dasar** adalah kemampuan mengenai titik sasaran dalam jarak kemampuan gerak dasarnya. Di dalamnya sudah terdapat unsur ketepatan (akurasi). Misalnya: Melompat ke depan untuk menginjak titik sasaran tertentu, misalnya berupa secarik kecil kertas yang diletakkan tidak lebih jauh dari kemampuan

melompatnya ke depan; melempar untuk mengenai titik sasaran yang terletak tidak lebih jauh dari kemampuan melemparnya terjauh.

- **Ketrampilan gerak pembelajaran (khusus)** Ketrampilan gerak pembelajaran (khusus) adalah misalnya ketrampilan gerak pembelajaran cabang olahraga dan/ atau jenis pekerjaan atau tugas gerak tertentu, yang merupakan hasil pembelajaran gerak-gerak yang tidak lazim dilakukan untuk menjalani peri kehidupan sehari-hari. Misalnya ketrampilan gerak pembelajaran cabang olahraga (netting pada cabang olahraga bulutangkis, dsb.) dan/ atau jenis pekerjaan (ketrampilan mengemudi mobil) atau tugas gerak tertentu (menari), yang harus dapat dilakukan seakurat mungkin. Jadi kandungan akurasinya sangat tinggi karena memang akurasi adalah ciri utama dari gerak ketrampilan. (Lihat Bab 21 !).

RINGKASAN

Hirarki pengendalian gerak

1. Tingkat pengendalian gerak tertinggi menentukan tujuan umum dari kegiatan
2. Tingkat menengah menspesifikasi sikap tubuh dan gerakan yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan yang dimaksud, dengan melibatkan informasi sensoris yang menunjukkan posisi tubuh untuk menentukan program gerak.
3. Tingkat pengendalian gerak terbawah menentukan neuron-neuron motoris mana yang akan diaktifkan.
4. Selama berlangsungnya gerak, informasi mengenai apa yang dilakukan otot disampaikan kembali ke pusat-pusat pengendali

motorik, untuk keperluan melakukan koreksi-koreksi terhadap program gerak yang sedang dilakukan.

5. Kegiatan adalah volunter bila kita sadar akan apa yang kita lakukan dan mengapa kita lakukan, atau bila kita mencermati kegiatan itu atau apa tujuannya.
6. Hampir semua kegiatan mempunyai komponen volunter maupun involunter.

Pengaturan lokal neuron-neuron motoris

1. Pada umumnya masukan ke neuron-neuron motoris berasal dari interneuron lokal dan interneuron lokal itu sendiri menerima masukan dari reseptor-reseptor perifer, jalur desendens dan interneuron-interneuron lain.
2. Panjang otot dan perubahan panjang otot dimonitor oleh reseptor regang *muscle spindle*
 - a. Aktivasi dari reseptor-reseptor ini mengawali reflex regang di mana neuron-neuron motoris untuk otot-otot antagonis homolateral dihambat sedangkan otot-otot sinergisnya diaktifkan.
 - b. Ketegangan reseptor regang selama kontraksi otot dipertahankan oleh kontraksi otot-otot intrafusul yang dirangsang melalui serabut-serabut γ (gamma) eferen
 - c. α (alpha) dan γ (gamma) motoneuron sering diaktifkan secara bersamaan.

3. Ketegangan otot extrafusul dimonitor oleh *Golgi tendon organ* yang terdapat dalam tendo, yang disalurkan melalui saraf aferen ke interneuron untuk mengaktifkan sinaps-sinaps inhibitor ke neuron-neuron motoris yang merangsang otot yang sedang berkontraksi dan mengaktifkan sinaps-sinaps excitator dari neuron-neuron motoris antagonis homolateral.
4. Reflex flexi merangsang otot-otot flexor homolateral dan menghambat otot-otot extensor antagonisnya. Reflex extensor menyilang, merangsang otot-otot extensor kontralateral selama berlangsungnya rangsangan terhadap flexor-flexor homolateral.

Pusat-pusat motoris di otak dan jalur desendensnya

1. Lokasi neuron-neuron motoris di otak tertata sesuai dengan bagian-bagian tubuh yang dikendalikan oleh neuron-neuron tersebut.
2. Satu potensial motoris timbul dicortex motoris sebelum terjadinya aktivasi otot. Hal ini didahului oleh potensial siaga yang dibentuk oleh cortex motoris suplementer 800 milidetik sebelum adanya aktivitas listrik di cortex cerebri.
3. Basal ganglia menentukan arah, kekuatan dan kecepatan gerak.
4. Cerebellum mengkoordinasikan sikap dan gerak tubuh, dan berperan penting dalam pembelajaran gerak.
5. Jalur corticospinal berjalan langsung dari cortex sensorimotor ke neuron-neuron motoris di medulla spinalis (dalam hal jalur cortico-bulbaris di batang otak) atau ke interneuron yang berdekatan.
 - A. Secara umum, neuron pada satu sisi otak mengendalikan otot pada sisi yang lain dari tubuh.

- B. Jalur corticospinal mengendalikan pergerakan-pergerakan yang halus dan akurat.
 - C. Beberapa serabut corticospinal mempengaruhi transmisi informasi dalam jalur-jalur aferen.
6. Jalur lain (jalur noncorticospinal) berasal dari batang otak dan berperan dalam mengkoordinasi fungsi kelompok besar otot-otot yang dipergunakan untuk penataan sikap tubuh dan gerak lokomotor.
 7. Terdapat beberapa dupikasi fungsi antara kedua jalur desendens (corticospinal dan noncorticospinal).

LATIHAN

1. Uraikan hirarki pengendalian gerak dalam tata urutan : tingkat tertinggi, menengah dan bawah, program motoris, jalur-jalur desendens dan neuron motoris.
2. Sebutkan ciri-ciri gerak volunter.
3. Mengambil buku dari rak buku melibatkan komponen gerakan volunter dan involunter. Sebutkan 6 komponen kegiatan itu dan sebutkan mana yang volunter dan mana yang involunter.
4. Sebutkan berbagai masukan yang menuju ke interneuron-interneuron yang berfungsi pada pengendalian gerak lokal.
5. Gambarkan *muscle spindle* dalam otot dan tunjukkan yang disebut *spindle*, serabut-serabut otot intrafusal dan extrafusal, reseptor regang, serabut-serabut aferen, serabut-serabut α (alpha) dan γ (gamma) eferen.
6. Gambarkan komponen-komponen reflex patella (rangsangny,

reseptor, jalur aferen, pusat reflex, jalur eferen, efektor dan responsnya).

7. Jelaskan fungsi utama alpha-gamma koaktivasi.
8. Jelaskan perbedaan fungsi antara daerah-daerah cortex cerebri tersebut di bawah ini : cortex sensorimotor, cortex motoris primer, cortex premotor, dan cortex motoris suplementer.
9. Jelaskan perbedaan antara 2 jalur desendens, dari struktur maupun fungsinya.
10. Jelaskan peran basal ganglia dan cerebellum dalam pengendalian gerak.
11. Terangkan peran reflex regang dalam pemeliharaan stabilitas sikap tubuh.
12. Terangkan peran reflex extensor silang dalam pemeliharaan stabilitas sikap tubuh.

--ooo0ooo--

Kepustakaan

Karpovich, P.V. and Sinning, W.E. (1971): *Physiology of Muscular Activity*, Seventh Edition. W.B Saunders Company. Philadelphia – London-Toronto.

Vander, A.J., Sherman, J.H., Luciano, D.S. (1994): *Human Physiology: The Mechanisms of Body Function*, Sixth Ed., McGraw-Hill, Inc.

hal.358-364.



LATIHAN KETERAMPILAN TEKNIK DAN KELELAHAN PADA OLAHRAGA PRESTASI

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

PENDAHULUAN

Efisiensi penggunaan waktu, tenaga dan biaya haruslah menjadi pemikiran dasar bagi setiap perencanaan dan pelaksanaan sesuatu kegiatan. Demikian pula dalam masalah pembinaan olahraga prestasi, khususnya dalam cabang-cabang olahraga yang memerlukan baik kemampuan dasar maupun kemampuan teknik yang tinggi.

Cabang-cabang olahraga yang menuntut kemampuan dasar yang tinggi dan ketrampilan teknik yang juga tinggi seperti misalnya bulutangkis, tenis atau bola volley, dengan sendirinya memerlukan latihan peningkatan kemampuan dasar (latihan fisik) dan latihan peningkatan ketrampilan teknik (latihan teknik) secara bersamaan dalam jangka waktu yang tersedia. Kedua macam latihan itu, terutama latihan fisik akan menyebabkan terjadinya kelelahan. Kelelahan sebagaimana telah diketahui akan mempengaruhi penampilan, khususnya menurunnya penampilan ketrampilan teknik.

Masalah yang perlu dibahas dengan demikian ialah :

1. Bagaimanakah pengaruh kelelahan terhadap hasil latihan ketrampilan teknik ?
2. Dalam hubungan dengan prinsip efisiensi, khususnya efisiensi waktu, bagaimanakah tata urutan latihan fisik dan latihan teknik yang paling menguntungkan dalam kaitannya dengan pengaruh

kelelahan ?

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab ini Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Pengertian keterampilan teknik dan gerakan reflex serta kelelahan.
2. Latihan keterampilan teknik.
3. Proses pembentukan reflex bersyarat.
4. Sasaran yang akan dicapai secara bertahap.
5. Syarat-syarat latihan keterampilan teknik.
6. Hubungan latihan teknik dengan kelelahan.

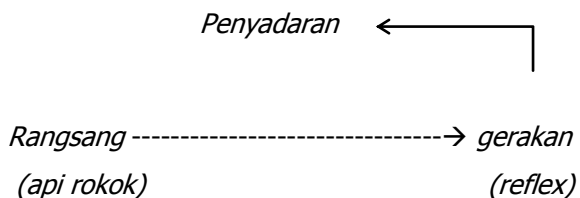
KETRAMPILAN TEKNIK

Ketrampilan teknik yang dimaksudkan disini ialah kemampuan melakukan gerakan-gerakan ketrampilan suatu cabang olahraga dari mulai gerak ketrampilan yang paling sederhana sampai gerak ketrampilan yang tersulit, termasuk gerak-tipu yang menjadi ciri cabang olahraga itu. Dengan demikian maka ketrampilan teknik merupakan hasil dari proses belajar dan berlatih gerak yang secara khusus ditujukan untuk dapat menampilkan mutu tinggi cabang olahraga itu. Oleh karena itu ketrampilan teknik mutu tinggi merupakan kemampuan gerak yang sangat spesifik yang menjadi ciri sesuatu kecabangan olahraga. Demikianlah maka kita akan masuk dalam masalah proses belajar gerak dan memilih gerak.

Sebelum pembicaraan dilanjutkan maka perlu dibahas lebih dahulu

pengertian tentang reflex dan reflex bersyarat.

Suatu gerakan terjadi oleh karena adanya sesuatu rangsang. Bila gerakan itu terjadi tanpa lebih dahulu diketahui apa macam rangsangnyanya maka gerakan semacam itu disebut gerakan reflex. Macam rangsangnyanya baru akan diketahui setelah terjadi gerakan. Contoh: Gerakan lengan orang yang disundut dengan api rokok pada sikunya tanpa sepengetahuannya. Setelah terjadi gerakan baru diketahui rangsangnyanya ialah api rokok.

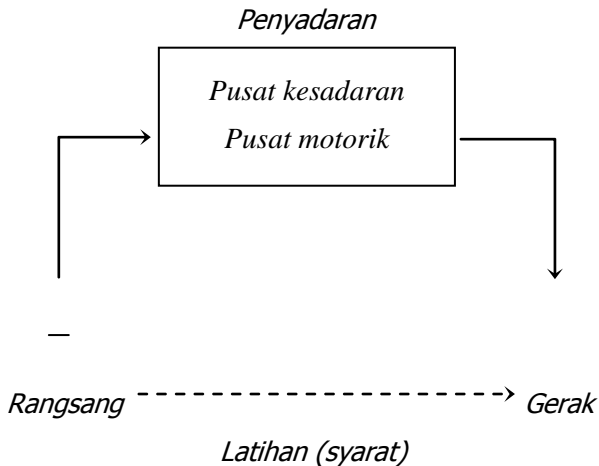


Reflex adalah gerakan involunter (di luar kemauan) yang sangat cepat dan sangat efisien yang hanya melibatkan komponen saraf dan otot (komponen neuro-muskular) yang benar-benar diperlukan untuk gerakan itu.

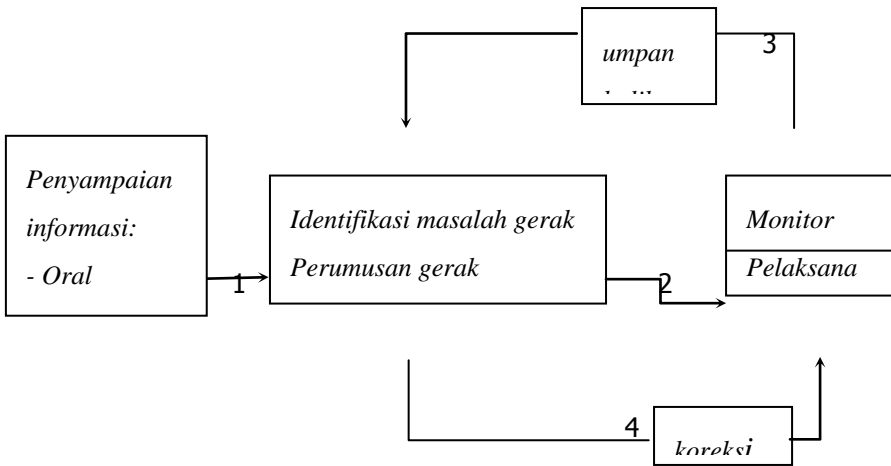
Reflex bersyarat ialah gerakan volunter (disadari) yang efisiensi dan kecepatan terjadinya seperti reflex dan terjadinya gerakan demikian ialah oleh karena telah dipenuhinya syarat tertentu ! Syarat itu ialah latihan !

Latihan ialah upaya sadar yang dilakukan secara berkelanjutan dan sistematis untuk meningkatkan kemampuan fungsional raga yang sesuai dengan tuntutan penampilan cabang olahraga itu, untuk dapat menampilkan mutu tinggi cabang olahraga itu baik pada aspek

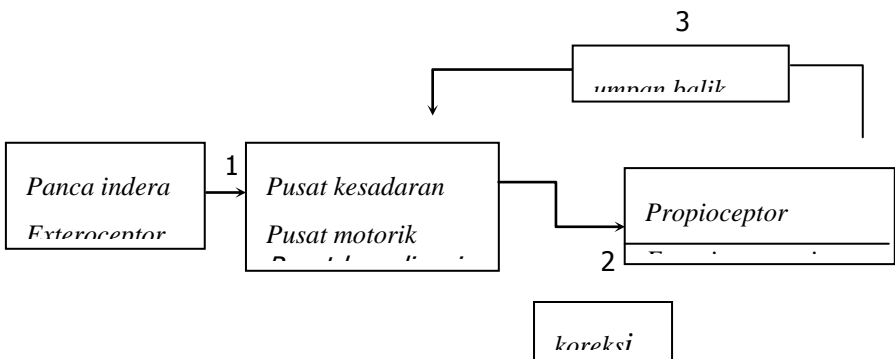
kemampuan dasar (kemampuan fisik) maupun pada aspek kemampuan ketrampilannya (kemampuan teknik). Pembicaraan pada saat ini terbatas hanya mengenai latihan teknik.



Kemampuan mengkoordinasikan fungsi otot baik yang tingkat dasar maupun yang tingkat lanjut, adalah reflex bersyarat. Yang tingkat dasar merupakan reflex bersyarat yang diperoleh dari hasil latihan sejak kecil, misalnya : berdiri, berjalan, berjingkat dan berbagai macam gerakan kelincahan dasar lainnya. Yang tingkat lanjut ialah gerakan-gerakan yang dipelajari dan kemudian dilatih secara khusus untuk sesuatu keperluan. Demikianlah maka reflex bersyarat ialah gerakan yang sangat efisien dan ekonomis seperti suatu reflex yang diperoleh setelah melalui satu syarat tertentu yaitu latihan ! Jadi latihan ketrampilan teknik adalah untuk menghasilkan ketrampilan teknik sesuatu cabang olahraga. Urutan kejadiannya adalah sebagai berikut :



Dalam istilah yang lebih fisiologis maka bagan tersebut di atas menjadi sebagai berikut :





Mula-mula diberi penjelasan tentang gerakan yang harus dipelajari/dilatih baik secara oral (penjelasan), secara visual (contoh gerakan, slides, film), maupun secara taktil (secara sentuhan dengan tangan, dsb). Informasi tersebut diterima oleh pusat kesadaran (cortex sensorik) untuk dilakukan analisa dan identifikasi macam-macam gerakan dasarnya dan urutan rangkaian gerakan-gerakan dasar itu, kemudian dirumuskan menjadi pola gerakan untuk disampaikan ke pusat motorik. Pola gerakan yang sudah dirumuskan itu juga disampaikan ke pusat koordinasi (cerebellum = otak kecil) untuk dikoordinir dalam hal :

1. Otot-otot apa saja yang harus aktif
2. Bagaimana urutan kontraksinya
3. Otot-otot apa saja yang harus berkontraksi bersama-sama
4. Berapa kekuatan kontraksi masing-masing otot
5. Berapa lama kontraksi masing-masing otot.

Pelaksanaan gerakan itu sendiri dilakukan oleh ergosistema primer.

Ketidak-tepatan dalam pelaksanaan 1 s/d 5 tersebut di atas akan menyebabkan gerakan menjadi tidak tepat dan tidak cermat, yang berarti tidak sesuai dengan pola gerakan yang telah dirumuskan oleh pusat sensori-motorik. Pelaksanaan gerakan itu dimonitor melalui proprioceptor yaitu receptor-receptor yang terdapat di dalam otot-otot, urat-urat dan sendi-sendi, untuk disampaikan kembali ke pusat sensori-motorik sebagai umpan balik untuk dapat mengetahui besar penyimpangan gerakan yang telah terjadi terhadap pola gerakan yang

telah dirumuskan. Pusat koordinasi kemudian mengadakan koreksi terhadap pelaksanaan gerakan agar selalu sedekat mungkin dengan rumusan pola gerakan yang telah dibuat. Demikianlah maka gerakan-gerakan yang sedang dipelajari terutama pada saat-saat awal akan selalu melibatkan proses pemikiran (pusat kesadaran) untuk dapat mengetahui besar penyimpangan yang terjadi dan koreksi yang harus dilakukan. Oleh karena itu maka gerakan-gerakan yang sedang dipelajari harus dicoba dan diulang (dilatih) berkali-kali sampai akhirnya menjadi hafal atau dalam istilah Ilmu Faal berubah menjadi reflex bersyarat.

Ciri dasar ketrampilan teknik mutu tinggi ialah **ketepatan** dan kecermatan gerakan dan/atau hasil gerakan. Contohnya: ketepatan dan kecermatan gerakan pada senam, misalnya pada gerakan salto yang harus tepat mendarat pada kaki dalam keseimbangan yang mantap dan ketepatan dan kecermatan hasil gerakan/stroke pada bulutangkis. Dengan demikian maka ketrampilan teknik mutu tinggi ditinjau dari sudut Ilmu Faal tiada lain ialah kemampuan mengkoordinasikan fungsi saraf dan otot (neuro-muskular) tingkat lanjut yang telah mencapai bentuk reflex bersyarat, sehingga menghasilkan gerakan yang sangat ekonomis dan efisien oleh karena hanya akan melibatkan sejumlah satuan otot-saraf yang memang benar-benar diperlukan untuk gerakan itu, pada saat, dalam takaran dan lama-waktu kontraksi yang sangat tepat. Gerakan-gerakan reflex bersyarat demikian harus dikembangkan untuk sebanyak mungkin macam gerakan yang diperlukan bagi cabang olahraga yang bersangkutan. Pada bulutangkis sabagai misal, reflex bersyarat harus dikembangkan pada setiap jenis stroke/pukulan, agar

dapat mengembangkan pola permainan yang sangat bervariasi, khususnya pola respon yang harus sangat bervariasi agar cepat dapat melepaskan diri dari keadaan terdesak. Kemiskinan penguasaan gerakan-gerakan yang telah mencapai tingkat reflex bersyarat menjadikan banyak gerakan yang tidak efisien dan tidak akurat, pola permainan kurang bervariasi, sehingga permainan mudah dibaca oleh lawan. Dengan demikian maka hakekat penampilan mutu tinggi sesuatu cabang olahraga ialah penguasaan sebanyak mungkin gerakan-gerakan cabang olahraga itu pada tingkat reflex bersyarat, yang wujudnya adalah ketepatan dan kecermatan gerakan dan/atau hasil gerakan. Oleh karena itu perlu sekali lagi ditekankan bahwa latihan atau pengembangan ketrampilan teknik berarti mengembangkan kemampuan mengkoordinasikan fungsi saraf-otot, sedang hakekat dari kemampuan mengkoordinasikan fungsi saraf-otot ialah ketepatan dan kecermatan gerakan atau hasil gerakan. Oleh karena itu sasaran pertama (S-1) dari latihan teknik ialah ketepatan dan kecermatan gerakan dan/atau hasil gerakan. Setelah ketepatan dan kecermatan ini dikuasai dengan baik, maka secara berangsur-angsur dimasukkan unsur kecepatan, sehingga sasaran kedua (S-2) dari latihan teknik ialah ketepatan-kecermatan + kecepatan. Sebagai contoh misalnya latihan smesh pada bulutangkis : Smes yang terarah pada posisi-posisi yang sulit adalah jauh lebih efektif dan efisien dari pada yang hanya keras tetapi kurang terarah, apalagi bila di samping terarah, kecepatan lari shuttle cock juga sangat tinggi.

Dengan demikian maka pada latihan smes, pertama-tama haruslah dilatih ketepatan penempatan bola, setelah hal ini dianggap cukup, secara berangsur-angsur kekuatannya ditambah untuk meningkatkan

kecepatan laju shuttle cock sampai mencapai maximal sesuai kekuatan atlet yang bersangkutan pada saat itu. Selanjutnya setelah S2 dikuasai dengan baik, ditambahkan kemudian gerak tipu sehingga sasaran ketiga (S-3) dari latihan teknik ialah ketepatan-kecermatan + kecepatan + gerak tipu. Pengembangan ketrampilan teknik dengan demikian meliputi:

Sasaran I (S-1) : ketepatan-kecermatan

Sasaran II (S-2) : ketepatan-kecermatan + kecepatan

Sasaran III (S-3) : ketepatan-kecermatan + kecepatan + tipuan

Peranan mata dalam gerak tipu adalah sangat besar karena mata mempunyai peran yang sangat besar dalam fungsi koordinasi. Pada orang yang tidak cukup terlatih, untuk dapat mengenai sasaran maka sumbu penglihatan harus diarahkan ke titik sasaran dan hal ini akan mudah dilihat oleh lawan. Pada orang yang sangat terlatih, sasaran dapat dikenai tanpa mengarahkan sumbu penglihatan ke titik sasaran, tetapi cukup asal sasaran masih terlihat dengan sudut mata, atau bahkan dengan "ingatan penglihatan" (*visual memory*). Dengan demikian maka arah sumbu penglihatan dapat membantu mengecoh lawan.

LATIHAN KETRAMPILAN

Ketrampilan (*skill*) untuk memainkan sesuatu cabang olahraga adalah murni hasil pelatihan dan tidak ada hubungannya dengan faktor umur.

Pendapat yang sudah sejak lama beredar mengatakan bahwa anak-anak tidak boleh diberi pelatihan ketrampilan spesifik sesuatu kecabangan olahraga (latihan khusus ketrampilan sesuatu cabang

olahraga), tetapi harus berupa pelatihan yang bersifat multilateral (menyeluruh). Bahwa anak perlu melakukan aktivitas jasmani yang bersifat multilateral, memang sangat benar karena aktivitas demikian sangat diperlukan untuk merangsang pertumbuhan jasmani, rohani dan social yang seimbang dari anak. Tetapi hal itu tidak berarti bahwa anak lalu tidak boleh mendapat pelatihan spesifik sesuatu kecabangan olahraga. Hal tersebut terakhir sesuai dengan pendapat Watson (1992) yang mengatakan bahwa tujuh tahun pertama dari masa kehidupan adalah periode pembelajaran motorik yang intensif, karena bagian terbesar dari kegiatan motorik yang subrutin yang menjadi dasar bagi ketrampilan olahraga di masa mendatang dipelajari dan mengambil tempat pada akhir periode ini. Watson juga mengemukakan bahwa antara umur 5-7 tahun anak mulai membandingkan kemampuan dirinya dengan kemampuan anak-anak lain yang sebaya. Anak juga mulai menyadari adanya penghargaan-penghargaan terhadap aktivitas fisiknya. Lebih lanjut Watson juga mengemukakan bahwa sejak usia 5 tahun, anak mulai mengorganisasi diri ke dalam permainan dengan kompleksitas yang lebih besar yang meliputi kooperasi dan kompetisi. Pendapat Watson tersebut di atas menunjukkan bahwa anak-anak di bawah usia 7 tahun memang sudah dapat diberi pelatihan ketrampilan khusus kecabangan olahraga dan sudah dapat berkompetisi seperti terlihat pada renang kelompok umur dan pesenam-pesenam yang umumnya adalah anak-anak usia dini. Pelatihan untuk penguasaan gerak ketrampilan khusus kecabangan olahraga, khususnya yang memerlukan banyak pembelajaran gerak memang harus dimulai dari masa anak-anak yang merupakan masa emas (golden period) bagi

pembelajaran gerak ketrampilan.

Yessis dan Trubo (1988) mengemukakan bahwa penguasaan ketrampilan sesuatu cabang olahraga untuk dapat sampai ke puncaknya memerlukan waktu yang sangat panjang. Makin banyak pembelajaran gerak yang harus dilakukan, makin banyak waktu diperlukan untuk sampai pada penguasaan ketrampilan tingkat puncak. Bola voli misalnya, untuk dapat sampai pada penguasaan tingkat puncak memerlukan waktu 9-12 tahun yaitu pada pencapaian usia antara 23-27 tahun, yang berarti bahwa awal pelatihan harus sudah dimulai pada usia antara 11-18 tahun (Yessis dan Trubo, 1988). Yessis dan Trubo (1988) juga mengatakan bahwa awal pelatihan bagi renang dan senam adalah usia 7-9 tahun. Pebulutangkis nasional yang mencapai tingkat dunia (Susi Susanti, Rudy Hartono dkk.) mulai berlatih bulutangkis pada usia antara 8-12 tahun (Wawancara dengan Drs.H.M.Tahir Djide, Pelatih Nasional Bulutangkis, 1991).

Dalam hal pelatihan menggunakan peralatan khusus misalnya adanya jaring dan pemakaian alat khusus misalnya raket, maka sangat perlu difikirkan agar seluruh peralatan itu disesuaikan dengan kondisi anatomis dan fisiologis anak, demi keselamatan mereka dan agar ketrampilan yang berkembang dapat menjadi maksimal. Inilah masalah ergonomi dalam olahraga yang sangat perlu mendapat perhatian, khususnya dalam masa-masa pentahapan pembelajaran gerak ketrampilan cabang olahraga. Misalnya anak-anak yang berusia 8-9 tahun tentu tidak pada tempatnya bila diberi pelatihan bermain bola voli dengan jaring yang terpasang setinggi untuk orang dewasa, karena tentu sangat tidak mungkin bagi anak untuk dapat mengembangkan

kemampuan spiking bila tangannya tidak dapat menjangkau bibir net. Demikian pula bola yang dipergunakan harus lebih ringan dari pada yang biasanya dipergunakan oleh orang dewasa.

Bila semua masalah tersebut di atas diperhatikan, maka di samping lebih menjamin keselamatan anak, hal itu juga akan menunjang berkembangnya penelitian olahraga dan industri alat-alat olahraga, yang pada gilirannya akan merupakan satu sumbangan dari olahraga bagi perkembangan perekonomian nasional.

Penelitian yang dilakukan oleh Giriwijoyo (1991) pada cabang olahraga bulutangkis menyimpulkan bahwa ketrampilan yang hakekatnya adalah penguasaan kemampuan mengkoordinasikan gerak untuk menghasilkan akurasi, adalah murni hasil pelatihan dan tidak ada hubungannya dengan faktor umur. Penelitian dilakukan pada tahun 1991 dengan mengambil tiga kelompok naracoba. Kelompok I adalah Pebulutangkis utama Jawa Barat yang waktu itu berada dalam Pemusatan Latihan Daerah (Pelatda) dengan usia rata-rata 17,4 tahun (14-20 tahun), kelompok II adalah Pebulutangkis BM-77 asuhan Drs.H.M.Tahir Djide dengan umur rata-rata 14,47 tahun (11-18 tahun) yang telah menjalani masa pelatihan bulutangkis selama ± 2 tahun, yang berarti mereka mulai berlatih dari usia 9-16 tahun dan kelompok III adalah Mahasiswa Semester V Jurusan Kepelatihan Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan Universitas Pendidikan Indonesia (FPOK-UPI, yang pada tahun 1991 masih bernama FPOK-IKIP Bandung). Sebagai mahasiswa FPOK, kelompok III ini sudah berada dalam lingkungan pelatihan berbagai cabang olahraga termasuk cabang olahraga bulutangkis, selama 2 tahun. Dengan demikian kelompok III ini dapat

disebut sebagai kelompok Olahragawan umum. Dari hasil wawancara dengan Drs.H.M.Tahir Djide (1991) diperoleh informasi bahwa ditinjau dari segi ketrampilannya bermain bulutangkis, maka ketrampilan bermain bulutangkis kelompok I berada sekitar dua kelas di atas kelompok II dan kelompok II sekitar dua kelas pula diatas kelompok III.

Alat ukur yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa uji ketepatan melempar *shuttle cock* kepada sasaran yang telah dibuat berskala 0-10, yang dilakukan dengan 2 cara yaitu uji ketepatan melempar dengan penglihatan sentral dan uji ketepatan melempar dengan penglihatan perifer, kemudian hasilnya diperbandingkan antara ketiga kelompok penelitian tersebut. Penglihatan sentral ialah penglihatan teliti, artinya sumbu mata diarahkan kepada objek yang dilihat dan bayangan objek yang dilihat jatuh pada fovea centralis (macula lutea) dari retina mata yang merupakan reseptor mata untuk penglihatan tajam. Penglihatan perifer (penglihatan tepi) ialah penglihatan dengan sudut pandang, artinya sumbu mata tidak mengarah ke objek yang dipandang tetapi objek masih terlihat dengan sudut pandang mata, jadi bayangan objek yang dilihat jatuh di retina mata diluar fovea centralis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk uji ketepatan melempar dengan penglihatan sentral ternyata tidak ada perbedaan antara ketiga kelompok tersebut di atas. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa semua pelatihan olahraga yang mengarah kepada penguasaan ketrampilan kecabangan (pelatihan yang menuju ke Sasaran I yaitu akurasi) memberikan dampak yang sama terhadap kemampuan koordinasi umum yang dicerminkan dari adanya kesamaan dalam hasil uji ketepatan

melempar dengan penglihatan sentral.

Hasil uji ketepatan melempar dengan penglihatan perifer menunjukkan ada perbedaan signifikan antara ketiga kelompok penelitian dengan urutan kelompok I lebih baik dari pada kelompok II dan kelompok II lebih baik dari pada kelompok III. Uji ketepatan melempar dengan penglihatan perifer ini ternyata menunjukkan kesesuaian dengan kondisi penguasaan ketrampilan bermain bulutangkis yaitu bahwa ketrampilan bermain bulutangkis kelompok I memang nyata (dua kelas) lebih baik dari pada kelompok II dan kelompok II juga nyata lebih baik tingkat ketrampilannya bermain bulutangkis (dua kelas) di atas tingkat kemampuan bermain bulutangkis kelompok III.

Penglihatan perifer bagi Pebulutangkis secara fisiologik memang sangat penting oleh karena adanya rasio yang relative besar antara ukuran *shuttle cock* dengan luas lapangan yang harus dikuasai Pemain dan laju kecepatan terbang *shuttle cock* yang relative sangat cepat (*shuttle cock* tidak boleh jatuh) dibandingkan dengan cabang olahraga sejenis misalnya tenis meja atau tenis lapangan. Pemain bulutangkis dengan penglihatannya, sekaligus harus dapat mengidentifikasi di mana posisi *shuttle cock* dan posisi lawan dalam hubungan dengan posisi jaring dan garis batas lapangan. Oleh karena itu penglihatan perifer dalam hubungannya dengan akurasi dalam permainan bulutangkis menjadi demikian pentingnya dan oleh karena itu Pemain bulutangkis harus berlatih untuk dapat mengenai sasaran tanpa mengarahkan sumbu pengalihan kepada sasaran. Bila hal ini disadari maka pola pelatihan dengan memperhatikan pelatihan akurasi dengan penglihatan perifer dapat dikembangkan menjadi gerak tipu yang ampuh, oleh karena lawan

tidak dapat membaca kemana *shuttle cock* akan diarahkan. Pada pemain-pemain bulutangkis yang belum cukup tinggi tingkat kemampuannya, titik sasaran yang akan dikenai selalu dilihat dengan penglihatan sentral, artinya sumbu mata akan diarahkan ke titik sasaran dan hal ini menyebabkan arah bola menjadi mudah dibaca oleh lawan, untuk kemudian dilakukan pencegahan.

Hasil penelitian di atas juga menyimpulkan bahwa tingkat penguasaan ketrampilan bermain bulutangkis tidak dipengaruhi oleh faktor umur, tetapi murni merupakan faktor pelatihan spesifik (khusus). Mahasiswa FPOK (Kelompok III) yang mempunyai umur rata-rata 22,4 tahun dan menjalani pelatihan berbagai cabang olahraga selama masa 2 tahun tetapi tidak menjalani pelatihan khusus bulutangkis, ternyata mempunyai hasil uji ketepatan melempar dengan penglihatan perifer yang lebih rendah dari pada kelompok II dengan umur rata-rata 14,47 tetapi menjalani pelatihan khusus bulutangkis selama masa yang sama dengan kelompok III yaitu 2 tahun.

KELELAHAN DAN REFLEX BERSYARAT

Kelelahan (fisik) ialah menurunnya kapasitas kerja (fisik) yang disebabkan oleh karena melakukan pekerjaan itu. Menurunnya kapasitas kerja berarti menurunnya kualitas dan kuantitas kerja/ gerakan fisik itu. Bila lingkupnya dipersempit pada kualitas gerakan, maka kelelahan ditunjukkan oleh menurunnya kualitas gerakan. Kualitas/ mutu gerakan disebut tinggi bila pada penampilannya menunjukkan ketepatan dan kecermatan yang tinggi. Sebagaimana telah dikemukakan pada pembicaraan terdahulu, ketepatan dan kecermatan berkaitan dengan

kemampuan mengkoordinasikan fungsi neuro-muskular secara tepat dan telah mencapai tingkat reflex bersyarat. Dengan demikian maka kelelahan akan menyebabkan menurunnya kualitas reflex bersyarat.

Dalam hubungan dengan menurunnya kualitas reflex bersyarat oleh pengaruh kelelahan, Karpovich dan Sinning (1971) dalam bukunya mengemukakan bahwa: kelelahan akan menghapus reflex bersyarat yang baru diperoleh dan menurunkan sebanyak 50% reflex bersyarat yang telah lama dikuasainya. Oleh karena itu dalam melatih sesuatu gerakan untuk menjadikan reflex bersyarat (melatih sesuatu gerak ketrampilan tertentu) ada batas yang tidak boleh dilanggar yaitu pengulangan gerakan itu tidak boleh sampai menyebabkan terjadinya kelelahan pada salah satu atau beberapa otot-otot yang bersangkutan. Hal ini disebabkan oleh karena kelelahan akan menyebabkan hilangnya reflex bersyarat sebagian atau seluruhnya tergantung pada berapa lama reflex bersyarat (ketrampilan teknik) itu telah dimilikinya. Reflex bersyarat yang telah dimiliki sejak lama dan tetap dipelihara/ dilatih akan hilang 50% dengan datangnya kelelahan, sedang reflex bersyarat yang baru dimiliki akan hilang 100% dengan datangnya kelelahan. Inilah apa yang biasa disebut : rusaknya teknik oleh datangnya kelelahan !!!

	Reflex bersyarat	Kelelahan	Hasil	Keterangan
				(ketrampilan teknik)
Lama	100%	-----XXXXX	----> 50%	rusak teknik oleh
Baru	100%	-----XXXXX	----> 0%	kelelahan

Inilah sebabnya mengapa dalam melatih gerak ketrampilan baru,

tidak boleh sampai terjadi kelelahan, oleh karena kelelahan akan menyebabkan terjadinya penyimpangan gerakan dan penyimpangan gerakan ini bukan oleh karena kesalahan dalam mengkoordinasikan fungsi saraf-otot, tetapi oleh karena salah satu atau beberapa otot yang seharusnya berkoordinasi dengan baik, telah gagal menjalankan tugasnya akibat terjadinya kelelahan pada otot itu. Penyimpangan gerakan dimonitor melalui proprioceptor yang akan mengirimkan umpan balik. Tetapi oleh karena kesalahan bukan pada fungsi koordinasi tetapi pada fungsi pelaksanaannya, maka tindakan perbaikan yang terjadi bukan merupakan **koreksi** tetapi **kompensasi**, yaitu untuk memperbaiki penyimpangan yang terjadi terpaksa harus mengaktifkan otot-otot lain yang sebenarnya dalam keadaan tidak lelah tidak perlu otot-otot itu diaktifkan !! Keadaan terpaksa ini terjadi oleh karena **koreksi** tidak dapat dilakukan lagi, disebabkan oleh karena otot-otot pelaksana yang termasuk dalam pola rumusan gerak sudah mengalami kelelahan.

Keadaan terpaksa demikian terjadi bila pada latihan pembentukan ketrampilan teknik sudah terlihat tanda-tanda kelelahan, tetapi masih terus dipaksakan untuk melatih ketrampilan itu. Pelibatan otot-otot yang tidak perlu ini berarti telah mengubah atau bahkan merusak pola rumusan gerak yang telah dibuat oleh pusat sensori-motorik. Pola rumusan gerak ketrampilan yang baru terbentuk, belum terendapkan/tercetak dengan baik di pusat sensori-motorik. Kemudian oleh karena pola rumusan gerak itu belum tercetak/ terendapkan dengan baik telah terlanjur dikacaukan/ dirusak oleh adanya mekanisme kompensasi akibat kelelahan, maka bila esok harinya ia akan mulai latihan lagi, ia harus mulai lagi dengan mengingat-ingat dan menyusun kembali pola rumusan

gerak yang kemarin telah mulai tersusun. Demikianlah maka bila dalam proses belajar gerak apalagi bila gerakan itu sama sekali baru dan merupakan gerakan yang sulit, dipaksakan terus walaupun sudah terlihat tanda-tanda kelelahan, maka terbentuknya reflex bersyarat dari gerakan itu akan sangat lambat atau bahkan sama sekali tidak terbentuk, oleh karena tiap kali terhapus oleh datangnya kelelahan dan tiap kali harus mencari lagi pola rumusan geraknya !!

Pada reflex bersyarat yang telah dimiliki sejak lama, gangguan terhadap pola rumusan gerak tidak sampai menyebabkan pola rumusan gerak itu terhapus oleh karena sudah terendapkan/ tercetak dengan baik di pusat sensori-motor dan terekam dengan baik dibawah alam sadar (dalam lumbung memori). Walaupun demikian kelelahan dapat menurunkan sampai sebanyak 50% ketrampilannya sekalipun sudah sejak lama ketrampilan itu dimilikinya; karena terjadinya kelelahan pada sesuatu komponen neuromuscular, menyebabkan komponen neuromuscular itu tidak mampu merespons tugas yang seharusnya dilakukan. Contoh : kemampuan berjalan adalah reflex bersyarat yang sudah dimiliki bahkan sejak usia yang sangat dini, dan bahkan telah disebut sebagai kemampuan gerak dasar. Pada kelelahan berat orang dapat terjatuh hanya karena ia tersandung atau terinjak olehnya sebutir batu yang tidak lebih besar dari misalnya bola golf. Waktu ia tersandung keseimbangan tubuhnya terganggu; dalam keadaan tidak lelah ia dengan cepat dapat melakukan koreksi terhadap gangguan keseimbangannya (koordinasi fungsi saraf-ototnya). Tetapi dalam keadaan lelah ia tidak mampu melakukan koreksi itu, karena otot-otot yang seharusnya melakukan koreksi telah lelah. Kompensasi selalu lebih lambat

datangnya oleh karena otot-otot yang akan melakukan kompensasi tidak merupakan bagian dari pola rumusan gerak dan dalam pelaksanaannya masih akan selalu melibatkan pusat kesadaran, sehingga orang sudah terlanjur jatuh sebelum kompensasi berhasil diwujudkan !! Oleh karena itu haruslah selalu menjadi prinsip bahwa pada setiap cabang olahraga yang memerlukan ketrampilan teknik (ketepatan-kecermatan/ akurasi) yang sangat tinggi seperti bulutangkis tidak boleh terjadi kelelahan selama penampilannya dalam latihan, apalagi sewaktu bertanding. Untuk itu maka kemampuan dasar (kemampuan fisik) harus ditingkatkan lebih dari sekedar cukup untuk mendukung ketrampilan teknik mutu tinggi itu selama penampilannya, khususnya selama menjalani pertandingan !!!

Adalah satu hal yang merupakan **kontra indikasi** (larangan) menggunakan gerakan yang mengandung unsur ketrampilan atau merupakan bagian dari ketrampilan teknik untuk tujuan pelatihan kemampuan dasar (pelatihan fisik). Contoh : Latihan service pada tenis atau smesh pada bulutangkis sama sekali tidak boleh digunakan untuk meningkatkan kekuatan otot-otot lengan. Latihan service pada tenis maupun smesh pada bulutangkis harus tetap dipergunakan dalam lingkup pelatihan teknik sehingga tetap harus menggunakan kriteria sebagaimana untuk latihan teknik yaitu ketepatan, dan latihan tersebut harus segera dihentikan bila telah terlihat tanda-tanda kelelahan, yaitu menurunnya akurasi!!! Memang pada pelatihan ini kemampuan dasar yaitu kekuatan dan daya tahan otot-otot lengan dan tangan juga akan meningkat, tetapi hal ini adalah hasil ikutan dari pelatihan teknik yang direncanakan, dan pelatihan *serve* dan *smesh* tersebut *sama* sekali tidak

boleh dipakai sebagai cara untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan otot-otot lengan dan tangan.

TATA URUTAN LATIHAN

Jangka waktu yang tersedia untuk mempersiapkan atlit menghadapi suatu pertandingan selalu terbatas, bahkan sering sangat sempit. Oleh karena itu efisiensi penggunaan waktu yang tersedia harus selalu menjadi pemikiran dasar bagi setiap perencanaan dan pelaksanaan latihan. Dalam hubungan dengan hal tersebut, maka setiap jam latihan dari jadual yang direncanakan harus diisi dengan latihan teknik dan latihan fisik, dengan tata urutan yang harus sesuai dengan prinsip dasar kedua macam latihan itu. Prinsip dasar untuk latihan fisik ialah : latihan fisik harus sampai lelah! (pelajari kembali prinsip-prinsip Ilmu Faal untuk latihan fisik). Sedangkan prinsip dasar untuk latihan teknik ialah : latihan teknik tidak boleh sampai lelah ! Dengan demikian, dengan mengingat pada efisiensi penggunaan waktu yang tersedia, maka setiap jam latihan dari jadual yang direncanakan harus diisi dengan kedua macam latihan tersebut dengan tata urutan sbb.:

Setelah dilakukan pemanasan secukupnya, dilanjutkan dengan latihan TEKNIK tidak boleh sampai lelah dan kemudian dilanjutkan lagi dengan latihan FISIK harus sampai lelah dan diakhiri dengan latihan penutup (cooling down) secukupnya.

Oleh karena latihan teknik tidak boleh sampai lelah, maka harus ada kriteria kapan latihan teknik harus dihentikan. Dalam pembicaraan sebelumnya telah diuraikan bahwa ciri ketrampilan teknik mutu tinggi yang terpenting ialah ketepatan dan kecermatan ! Dengan demikian bila

diambil contoh latihan strokes pada bulutangkis, sebagai misal dimulai dengan latihan netting, maka latihan itu harus segera dihentikan bila lintasan shuttle cock semakin menjauhi bibir net ! Kemudian dilanjutkan dengan misalnya latihan smesh ke suatu titik sasaran. Latihan inipun harus segera dihentikan bila arah shuttle cock semakin menjauhi titik sasaran. Kemudian dilanjutkan dengan latihan strokes yang lainnya dst, dst. Setelah selesai dengan semua latihan teknik-teknik bulutangkis, latihan kemudian dilanjutkan dengan latihan fisik harus sampai lelah dan kemudian diakhiri dengan latihan penutup secukupnya.

Pertanyaan yang sering diajukan ialah : Apabila setelah berlatih untuk semua jenis gerak ketrampilan (teknik) sesuatu cabang Olahraga yang tidak boleh sampai lelah, tetapi kemudian dilanjutkan dengan latihan fisik yang harus sampai lelah (adekuat sesuai kebutuhan) dan bahkan boleh sampai muntah, apakah hasil pelatihan gerak ketrampilan yang dilakukan sebelumnya tidak terhapus oleh kelelahan akibat latihan fisik yang dilakukan kemudian? Jawabannya adalah : **Tidak !** Mengapa demikian ? Jawabannya ada dibawah ini !

Latihan pembelajaran ketrampilan gerak menggunakan jalur sistema saraf yang disebut sebagai jalur Pyramidal. Jalur Pyramidal ini bersifat cortical, artinya melibatkan kortex cerebri yaitu cortex sensori-motorik yang membuat dan menyimpan rumusan gerak. Pelatihan ketrampilan gerak tidak boleh sampai lelah, oleh karena kelelahan akan menyebabkan terjadinya respons kompensasi yang akan merusak rumusan gerak yang baru diperoleh.

Latihan kemampuan dasar (latihan fisik) menggunakan jalur sistema saraf yang disebut sebagai jalur extrapyramidal, yang bersifat

subcortical. Jadi tidak melibatkan cortex cerebri, tidak melibatkan cortex sensori-motorik yang merumuskan dan menyimpan rumusan gerak ketrampilan yang baru diperoleh. Oleh karena itu walaupun latihan fisik dilakukan sampai lelah, tidak akan mengganggu rumusan gerak yang tersimpan di cortex sensori-motorik, oleh karena ia memang tidak terlibat dalam pelatihan fisik. Yang tidak boleh dilakukan adalah memberi pelatihan teknik (ketrampilan) pada orang yang sudah lelah oleh pelatihan fisik, karena otot-otot yang sudah lelah tidak dapat merespons tugas koordinasi secara akurat, sehingga latihan teknik bukannya memantapkan rumusan gerak yang sudah ada, tetapi bahkan dapat mengacaukannya !

KESIMPULAN

1. Latihan teknik untuk sesuatu cabang olahraga prestasi adalah proses belajar/ menghafalkan gerakan-gerakan yang sesuai dengan tuntutan cabang olahraga itu.
2. Sasaran latihan teknik adalah :
Ketepatan-kecermatan + kecepatan + gerak tipu, untuk cabang-cabang olahraga permainan dengan lawan. Semua cabang olahraga perlu ketepatan, tetapi tidak semua cabang olahraga perlu kecepatan dan gerak tipu, misalnya salto pada senam.
3. Ditinjau dari sudut Ilmu Faal latihan teknik ialah:
 - melatih koordinasi fungsi saraf-otot (neuro-muskular)
 - membentuk reflex bersyarat yaitu menghasilkan gerakan-gerakan yang cepat dan efisien seperti suatu reflex.Syarat untuk terjadinya gerakan reflex bersyarat ialah latihan dengan

mengulang-ulang sesuatu gerak ketrampilan tertentu sebanyak mungkin (drilling) sampai hafal. Tidak boleh sampai lelah !!!

4. Untuk sesuatu cabang olahraga yang memerlukan gerak tipu dan respons/ reaksi yang cepat seperti misalnya bulutangkis, perlu dimiliki sebanyak mungkin variasi strokes yang mencapai tingkat reflex bersyarat agar dapat mengembangkan pola permainan yang sangat bervariasi sehingga pola permainannya menjadi tidak mudah dibaca oleh lawan.

5. Kelelahan merusak reflex bersyarat :
 - jauhkan kelelahan dengan meningkatkan kemampuan dasar (kemampuan ergosistema)
 - latihan teknik harus diberikan kepada atlit yang masih segar (sebelum lelah)
 - latihan teknik tidak boleh dilakukan sampai lelah !!!

6. Demi efisiensi waktu, maka pada setiap jam latihan dari jadual yang direncanakan sebaiknya diisi dengan latihan teknik (tidak boleh sampai lelah) dan dilanjutkan dengan latihan fisik (sampai lelah/ adekuat sesuai kebutuhan) !!!

LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan gerakan reflex ?
2. Jelaskan bagaimana urutan proses/ kejadian pembentukan reflex bersyarat. (lengkapi dengan bagan) !
3. Sehubungan dengan reflex bersyarat, di bagian otak terdapat pusat apa saja, jelaskan fungsi masing-masing !

4. Apa saja yang dikoordinasikan oleh pusat koordinasi ?
5. Bagaimana pendapat Watson tentang pelatihan spesifik pada anak ?
6. Bagaimana hubungan antara penguasaan ketrampilan teknik cabang olahraga dengan factor umur? Jelaskan!
7. Jelaskan bagaimana hubungan antara akurasi dengan penglihatan sentral dan penglihatan perifer dengan penguasaan ketrampilan bermain bulutangkis!
8. Dalam melatih keterampilan teknik tidak boleh sampai lelah mengapa jelaskan !
9. "Kelelahan merusak teknik", jelaskan ungkapan ini.!

--ooo0ooo—



BAB
22

**KEMUNGKINAN PERBAIKAN SISTEM VENTILASI DALAM
RUANGAN OLAHRAGA TERTUTUP**
(TINJAUAN DARI SUDUT ILMU FAAL)

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

Neng Tine Kartinah

Hamidie Ronald Daniel Ray

PENDAHULUAN

Pada siang hari dalam ruangan olahraga tertutup (in-door) khususnya yang beratap asbes dan tanpa langit-langit (ceiling), terlebih lagi bila sistem ventilasi tidak adekuat, sering terjadi peningkatan suhu

yang berlebihan, sehingga sangat tidak nyaman dan bahkan terasa sangat mengganggu orang-orang yang berada di dalamnya sekalipun ia tidak melakukan olahraga. Keadaan tidak nyaman ini tentu saja dapat berpengaruh buruk terhadap penampilan para Olahragawan. Kondisi tidak nyaman ini sangat dapat dirasakan oleh setiap orang yang berada dalam ruangan itu, seperti yang dapat dirasakan dalam Gedung Olahraga (GOR) tertutup dalam kompleks Olahraga Jl. Padjadjaran Bandung. Keadaan demikian menyebabkan GOR hanya layak dipergunakan pada malam hari, sehingga oleh karenanya pemanfaatan GOR menjadi tidak optimal. Namun, sekalipun olahraga telah diselenggarakan pada malam hari, keadaan tidak nyaman masih akan terjadi manakala jumlah penonton membludak-berjubal memadati seluruh ruangan. Sekalipun ruangan telah dilengkapi dengan sistem pendingin, seperti halnya GOR tertutup bola-voli Kompleks Olahraga Senayan Jakarta, keadaan tidak nyaman masih belum dapat diatasi seperti yang terjadi sewaktu berlangsungnya pertandingan bolavoli Pekan Olahraga Nasional XIV yang lalu.

Keadaan demikian kiranya perlu menjadi bahan pemikiran para ahli yang terkait dengan kepentingan untuk meningkatkan prestasi olahraga, yang dapat disumbang dari berbagai disiplin Ilmu: Arsitektur, Fisika, Ilmu Faal dan Olahraga.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab ini, Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Pentingnya masalah ventilasi bagi pengendalian suhu tubuh dan

penampilan Olahragawan

2. Penerapan hukum-hukum fisika bagi perbaikan sistem ventilasi di ruang olahraga tertutup.

POKOK PERMASALAHAN

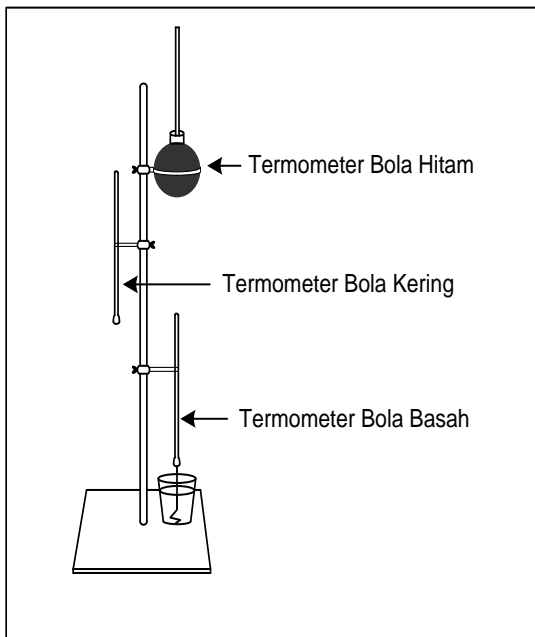
Prestasi Olahraga sangat ditentukan oleh penampilan yang merupakan hasil pelatihan. Tetapi penampilan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, khususnya mereka yang belum beradaptasi atau beraklimatisasi dengan baik terhadap lingkungan kawasan yang bersangkutan. Iklim lingkungan yang faktor utamanya adalah suhu, kelembaban dan ketinggian (altitude), dapat berpengaruh nyata terhadap penampilan olahragawan. Oleh karena itulah maka American College of Sports Medicine (Fox, Bowers and Foss, 1988) berdasarkan index WBGT membagi kondisi suhu dan kelembaban lingkungan dalam empat katagori. Index WBGT ialah bilangan yang menunjukkan derajat peran suhu, kelembaban, tingkat pancaran (radiasi) dan kecepatan angin kawasan lingkungan terhadap tubuh manusia. Index WBGT ditentukan berdasarkan rumus :

$$\text{WBGT } (^{\circ} \text{C}) = 0.7 \text{ wb} + 0.2 \text{ g} + 0.1 \text{ db}$$

wb = suhu bola basah, g = suhu bola hitam, db = suhu bola kering.

Dengan menggunakan index WBGT, maka pengaruh suhu lingkungan, kelembaban dan daya pancaran (radiasi) panas matahari dan bumi terhadap tubuh manusia telah diperhitungkan seluruhnya. Suhu lingkungan ditunjukkan oleh termometer bola kering, daya pancaran panas matahari, bumi dan lingkungan ditunjukkan oleh termometer bola

hitam, sedangkan kelembaban dapat diperhitungkan dari suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola kering dan termometer bola basah, yaitu makin rendah suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola basah dibandingkan terhadap suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola kering, maka makin rendah kelembaban udara di kawasan itu. (Lihat Bab 15 : Aklimatisasi !) Termometer bola basah juga akan menunjukkan suhu yang semakin rendah bila ada aliran angin yang semakin cepat. Perangkat termometer demikian harus ditempatkan pada tempat yang bebas dari lindungan pepohonan atau bangunan, kecuali bila dimaksudkan untuk mengukur index WBGT suatu ruangan.



Gambar Perangkat termometer untuk mengukur index WBGT

Berdasarkan index WBGT maka terdapat empat katagori yang masing-masing disertai dengan tanda benderanya dengan warna tertentu, khususnya pada penyelenggaraan lomba lari jarak jauh agar para Olahragawan dan Pelatuhnya mengetahui dan menjadi waspada terhadap kondisi lingkungan yang sedang dihadapinya, dalam hubungan dengan kemungkinan terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan bagi para Olahragawannya. Keempat index WBGT tersebut menurut American College of Sports Medicine adalah sbb :

Tabel : Index WBGT

Bendera / Status	Index WBGT	Keterangan
1.Merah / Risiko Tinggi	23 – 28° C	Semua pelari harus waspada akan kemungkinan kegawatan panas. Orang yang peka terhadap suhu & kelembaban tinggi sebaiknya tidak lari.
2.Jingga/Risiko sedang	18 – 23° C	Perlu diingat bahwa Index WBGT akan meningkat sesuai perjalanan waktu
3.Hijau / Risiko rendah	Dibawah 18° C	Tetap tidak dapat dijamin bahwa tidak akan terjadi kegawatan panas
4.Putih / Risiko rendah	Dibawah 10° C	Kemungkinan hyperthermia kecil, tetapi dapat terjadi hypothermia.

Dikutip dari : Fox, Bowers, and Foss (1988) , The Physiological Basis of Physical Education and Athletics.

Kondisi WBGT demikian haruslah juga menjadi perhatian dalam hubungan dengan cabang-cabang olahraga yang dilaksanakan di ruang

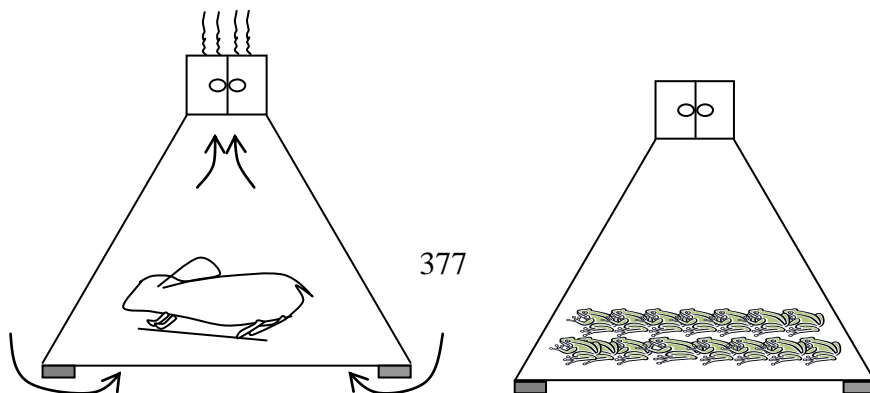
tertutup yang mempunyai intensitas tinggi dan durasi yang kurang-lebih setara dengan lari jarak jauh misalnya bulutangkis, bolabasket, bolavoli dan olahraga lain dengan ciri sejenis.

PERISTIWA BIO-FISIKA

Bila satu satuan volume udara dipanaskan, maka volumenya mengembang, sehingga berat-jenis (BJ)-nya menurun, artinya udara itu menjadi lebih ringan dari pada udara sekitarnya yang lebih dingin dan dengan demikian udara yang lebih panas ini akan bergerak ke atas.

Dalam Laboratorium Ilmu Faal ada percobaan yang disebut Percobaan Anemometer. Anemometer merupakan sebuah kerucut yang pada puncaknya terdapat sebuah tabung kaca yang terletak vertikal dengan baling-baling yang sangat ringan di dalamnya.

Diameter alas kerucut ± 40 cm, sedangkan tabung silinder kaca di bagian atasnya mempunyai diameter $\pm 5-7.5$ cm. Kerucut tidak mempunyai alas dan pada pinggirnya terdapat tiga buah kaki kerucut setinggi 1-1.5 cm, sehingga pinggir bawah kerucut tidak melekat pada meja atau lantai tempat bertumpunya. Anemometer terlihat seperti gambar di bawah ini.



Gambar Anemometer

Percobaan dengan anemometer adalah sbb: Seekor kelinci (mahluk homeotherm) ditimbang berat badannya dan kemudian dimasukkan kedalam sangkar yang terbuat dari kawat kasa. Kemudian ditimbang pula sejumlah katak (mahluk poikilotherm) sehingga berat sejumlah katak sama dengan berat seekor kelinci tersebut di atas. Katak kemudian juga dimasukkan ke dalam sangkar kawat yang serupa dengan yang untuk kelinci. Selanjutnya katak dengan sangkarnya dimasukkan kedalam anemometer untuk beberapa waktu sambil meyakinkan apakah baling-baling anemometer berputar atau tidak. Setelah diyakini bahwa baling-baling anemometer tidak berputar, katak dengan sangkarnya dikeluarkan dan diganti dengan kelinci dalam sangkarnya dan juga diperhatikan apakah baling-baling berputar atau tidak. Ternyata baling-baling berputar dan dihitung berapa putaran per menit. Percobaan berikutnya adalah memasukkan dua ekor kelinci kedalam anemometer dan juga memperhatikan berapa frekuensi putarannya permenit. Ternyata frekuensi putaran dengan dua ekor kelinci lebih cepat

dibandingkan dengan bila hanya ada seekor kelinci dalam sungkup anemometer. Jadi apa yang menyebabkan baling-baling berputar bila kelinci yang berada di dalamnya dan mengapa baling-baling tidak berputar bila katak yang ada di dalamnya ? Katak sebagai mahluk poikilotherm suhu tubuhnya sama dengan suhu lingkungan oleh karena itu tidak ada perubahan suhu udara dalam ruang anemometer. Bila kelinci yang adalah mahluk homeotherm yang berada di dalam anemometer, maka suhu udara di dalam ruang anemometer akan menjadi panas oleh karena terjadinya peristiwa radiasi dan konduksi panas dari tubuh kelinci ke udara lingkungan dalam ruang anemometer. Udara yang lebih panas ini menjadi lebih ringan dan oleh karena itu bergerak ke atas melalui tabung yang berisi baling-baling sehingga karenanya baling-baling berputar. Karena volume sungkup anemometer tidak berubah, maka bila dimasukkan ke dalamnya dua ekor kelinci, maka jumlah udara dalam sungkup anemometer relatif menjadi lebih sedikit, sedangkan jumlah panas yang dihasilkan oleh kelinci menjadi kurang lebih dua kali lebih banyak, dan inilah yang menyebabkan baling-baling jadi berputar lebih cepat, oleh karena suhu udara yang menjadi lebih panas menyebabkan aliran udara yang lebih cepat.

Peristiwa terjadinya aliran udara disebut sebagai konveksi dan hal ini memang sangat diperlukan oleh karena udara bukan konduktor panas yang baik bahkan cenderung menjadi isolator panas, sehingga bila tidak ada konveksi maka pembuangan panas dari kulit ke udara lingkungan melalui konduksi menjadi tidak berlangsung lebih lanjut.

MEKANISME PEMELIHARAAN SUHU TUBUH

Manusia sebagai makhluk homeotherm senantiasa membentuk panas. Efisiensi manusia sebagai mesin adalah 25-30 %, artinya hanya 25-30 % dari seluruh daya (energi) yang dihasilkan yang dipergunakan sebagai daya untuk kerja tubuh. Selebihnya berubah menjadi panas dan inilah yang harus dibuang agar suhu tubuh dapat dipertahankan konstan. Pada waktu berolahraga, pembentukan panas menjadi lebih besar dan oleh karena itu harus diimbangi dengan pembuangan panas yang sesuai.

Seorang laki-laki dewasa muda dengan berat badan 70 kg yang gagal membuang panas, dalam keadaan istirahat, akan mengalami hipertermi yang akan menyebabkan kematian dalam waktu kurang dari enam jam. Pada olahraga, pembentukan panas dapat meningkat menjadi 10-20 kali keadaannya pada istirahat (Pyke & Sutton, dalam *T.B. of Science and Medicine in Sport*, 1992), sehingga kegagalan membuang panas dalam keadaan demikian dapat menyebabkan terjadinya kematian dalam waktu kurang dari 30 menit.

Pembuangan panas terjadi melalui mekanisme : pancaran (radiasi), hantaran (konduksi) dengan atau tanpa konveksi (aliran), dan penguapan (evaporasi) keringat dengan ataupun tanpa konveksi. Efektivitas mekanisme-mekanisme pembuangan panas tersebut sangat dipengaruhi oleh nilai index WBGT serta besar konveksi yang terjadi. Jakarta dengan suhu lingkungan antara 27-33° C dengan kelembaban antara 60-97 % (Ramalan cuaca TVRI) akan mempunyai index WBGT > 28° C, yang merupakan kondisi tidak aman terutama bagi yang belum beraklimatisasi, sehingga jelas sangat tidak menguntungkan bagi penampilan olahraga dengan intensitas tinggi untuk durasi yang panjang (Bulutangkis, bolavoli, bolabasket, lari jarak jauh dsb.). Pada suhu

lingkungan 30° C (termometer bola kering) pembuangan panas tubuh melalui pancaran dan hantaran (dengan atau tanpa konveksi), hanya berperan sebesar 20 %. Dalam keadaan demikian maka cara pembuangan panas yang paling efektif yaitu sebesar 80 %, hanya dapat terjadi melalui penguapan keringat (evaporasi). Namun keadaan akan menjadi semakin kurang menguntungkan dengan semakin berjubalnya Penonton dan kurang efektifnya ventilasi yang sangat diperlukan untuk terjadinya konveksi untuk menunjang evaporasi. Kondisi demikian cenderung meningkatkan suhu lingkungan dan kadar CO₂ dalam ruangan tersebut yang berarti makin memperburuk kondisi lingkungan untuk berlangsungnya olahraga dengan intensitas tinggi dengan durasi panjang yang memang memerlukan banyak O₂ dan akan menghasilkan banyak CO₂.

Dalam ruangan untuk bolavoli in-door Senayan memang terpasang sistem AC pada dinding-dinding bagian atas, tetapi terbukti tidak efektif dengan berjubalnya Penonton.

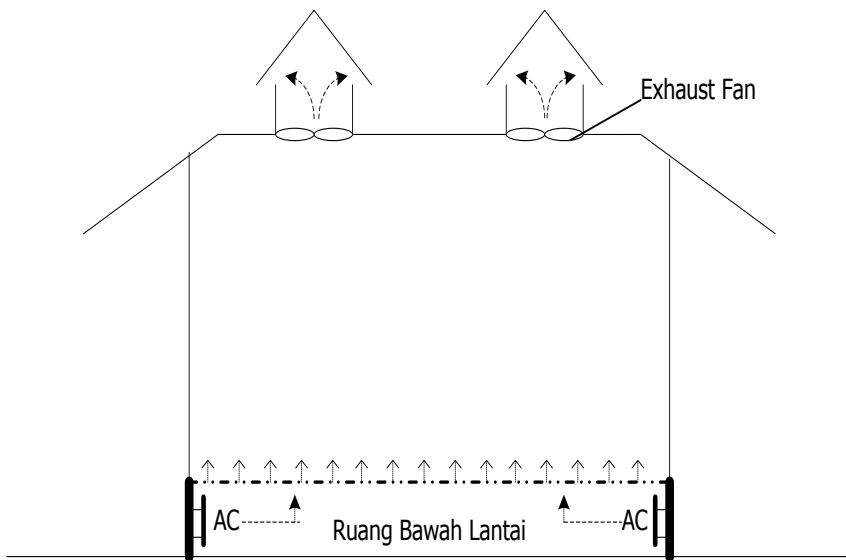
Naskah ini ingin menginformasikan kemungkinan perbaikan sistem ventilasi dengan menerapkan prinsip bio-fisika tersebut di atas, yang diharapkan dapat memberikan dampak perbaikan terhadap index WBGT dan kadar CO₂ dalam ruangan olahraga tertutup dengan ataupun tanpa pemasangan sistem AC.

KEMUNGKINAN PERBAIKAN SISTEM VENTILASI

Uraian di atas mendorong kepada pemikiran bagaimanakah perbaikan system ventilasi ini dapat dirumuskan ?

Dua faktor yang sangat penting yang menentukan besaran index

WBGT didaerah tropis dataran rendah adalah suhu udara lingkungan dan kelembaban. Menurunkan suhu udara lingkungan dapat dilakukan dengan menggunakan sistem pendinginan udara (AC), yang sekaligus juga menata tingkat kelembabannya, karena dengan menurunnya suhu udara lingkungan maka daya tampung udara terhadap uap air juga akan menurun. Masalah selanjutnya adalah bagaimana penjabarannya secara teknis ? Hal tersebut dituangkan dalam pemikiran seperti tersebut di bawah ini yaitu :



Gambar gedung in-door dengan sistem ventilasi yang disarankan.

Diterapkannya sistem ventilasi dengan menggunakan prinsip anemometer dengan exhaust fan di atap gedung, ditambah dengan in-let

udara pada seluruh lantai dasar ruangan (dengan lubang-lubang diameter 1 cm dengan kepadatan 25 lubang / 30 cm²) disertai sistem AC di ruang bawah lantai yang menghembuskan udara sejuk dengan kecepatan aliran udara yang sesuai kebutuhan melalui lubang-lubang lantai dasar gedung olahraga, sehingga index WBGT mencapai nilai yang seideal mungkin serta hendaknya ada Petugas khusus yang bertanggung-jawab mengatur sistem tersebut.

RINGKASAN

1. Pengaruh lingkungan terdiri dari suhu lingkungan, kelembaban, radiasi, dan aliran/ kecepatan angin. Keempat hal tersebut berinteraksi dan menghasilkan satu pengaruh yang dinyatakan oleh indek WBGT, yang pada dasarnya menunjukkan berapa besar derajat kenyamanan lingkungan suatu kawasan.
2. Indek WBGT dihitung dari nilai yang ditunjukkan oleh 3 buah termometer yaitu termometer bola hitam, termometer bola kering dan termometer bola basah. Nilai yang ditunjukan oleh termometer-termometer itu sudah pula meliputi pengaruh aliran angin.
3. Indek WBGT dihitung sebagai berikut:

$$\text{WBGT } (^{\circ} \text{C}) = 0.7 \text{ wb} + 0.2 \text{ g} + 0.1 \text{ db}$$

wb = suhu bola basah, g = suhu bola hitam, db = suhu bola kering.

4. Kategori index WBGT menurut American College of Sports Medicine adalah sbb :
-

Bendera/Status	Index WBGT	Keterangan
a. Merah / risiko tinggi	23-28° C	Semua Pelari harus waspada terhadap kemungkinan terjadinya cedera oleh panas dan orang yang peka terhadap panas atau kelembaban sebaiknya tidak menjadi Peserta.
b. Kuning / risiko sedang	18-23° C	Perlu diingat kemungkinan terjadinya kenaikan index WBGT selama berlangsungnya lomba.
c. Hijau / risiko rendah	< 18° C	Tidak ada jaminan tidak terjadi cedera panas.
d. Putih / risiko rendah	< 10° C	Risiko hipertermia rendah, tetapi dapat terjadi hipotermia.

5. Dalam gedung olahraga indoor di kawasan tropis seperti Indonesia, bila penonton memadati ruangan, dapat berpengaruh buruk terhadap indeks WBGT yang pada gilirannya berpengaruh buruk terhadap penampilan para olahragawan, khususnya untuk cabang-cabang olahraga dengan intensitas tinggi dan durasi panjang misalnya bola basket, bola voli dan bulutangkis. Oleh karena itu perlu ada perbaikan dalam system ventilasi.

6. Dari Hukum Biofisika dapat dikemukakan bahwa :

- o Manusia sebagai mahluk homeotherm membuang kelebihan

panas tubuhnya ke udara lingkungan melalui radiasi, konduksi, konveksi dan evaporasi.

- Udara yang telah menjadi lebih panas dari udara di sekitarnya mengembang dan mengalir ke atas oleh karena berat jenisnya menurun.
- Pendinginan udara lingkungan melalui sistem pendingin (Air conditioned) akan meningkatkan pembuangan panas dari tubuh.

7. Saran perbaikan sistem ventilasi :

- Bangunan ruang olahraga tertutup hendaknya mempunyai ruang bawah lantai yang tertutup yang dilengkapi dengan sistem pendingin.
- Pada lantai bangunan hendaknya dibuat lubang-lubang kecil (diameter ± 1 cm) dengan kepadatan ± 25 lubang / 30 cm^2 pada seluruh lantai khususnya pada lapangan pertandingan.
- Udara sejuk dari ruang bawah lantai yang didinginkan oleh sistem pendingin hendaknya dihembuskan ke atas melalui lubang-lubang pada lantai dasar.
- Atap gedung ruang olahraga tertutup ini hendaknya dilengkapi dengan kipas pembuang (exhaust fan).

Seluruh system hendaknya dapat diatur untuk dapat memenuhi index WBGT yang sesuai dengan kebutuhan atau untuk menjadi sedekat mungkin dengan kondisi ideal dan hendaknya ada Petugas khusus yang bertanggung-jawab mengatur sistem tersebut.

KESIMPULAN

Agar penampilan Olahragawan khususnya yang berintensitas tinggi dan durasi panjang yang dilakukan dalam ruang olahraga tertutup yang dipadati Penonton di negara-negara tropis dapat mencapai maksimal sesuai hasil pelatihannya, perlu dipikirkan perbaikan sistem ventilasi yang memungkinkan terjadinya index WBGT yang sedekat mungkin dengan nilai ideal.

SARAN

Diterapkannya sistem ventilasi dengan menggunakan prinsip anemometer dengan exhaust fan di atap gedung dengan ditambah dengan in-let udara pada seluruh lantai dasar ruangan (dengan lubang-lubang diameter 1 cm dengan kepadatan 25 lubang / 30 cm²) disertai sistem AC di ruang bawah lantai yang menghembuskan udara sejuk dengan kecepatan aliran udara yang sesuai kebutuhan melalui lubang-lubang lantai dasar gedung olahraga sehingga index WBGT mencapai nilai yang seideal mungkin serta hendaknya ada Petugas khusus yang bertanggung-jawab mengatur sistem tersebut.

LATIHAN

1. Di negara tropis, dalam ruang olahraga tertutup, sistem ventilasi yang baik dengan ataupun tanpa sistem pendingin (AC), berdampak pada menurunnya nilai index WBGT ! Terangkan mekanismenya !
2. Sebutkan tiga faktor utama yang menentukan iklim lingkungan dan terangkan dampak dari masing-masing faktor terhadap fungsi-fungsi fisiologi tubuh manusia, khususnya dalam penataan suhu tubuh !

3. Apa yang dimaksud dengan index WBGT dan bagaimana cara menentukan index tersebut ?
4. Terangkan percobaan dengan Anemometer !
5. Terangkan mengapa kelembaban yang rendah, khususnya di negara tropis, dapat meningkatkan pembuangan panas tubuh !
6. Terangkan bagaimana penerapan prinsip anemometer bagi perbaikan sistem ventilasi dalam ruang olahraga tertutup, khususnya di negara tropis ?
7. Apa saran Anda bagi perbaikan sistem ventilasi dan perbaikan index WBGT bagi ruang olahraga tertutup untuk negara-negara tropis ?

KEPUSTAKAAN

1. Bloomfield,J.,Ficker,P.A. and Fitch,K.D. (1992) : Textbook of Science and Medicine in Sport, Blackwell Scientific Publications, pg. 114-122.
2. Fox.E.L., Bowers,E.L. and Foss, M.L. (1988) : The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, W.B.Saunders Co., pg 480-508.
3. Penuntun Praktikum Ilmu Faal FKUI, 1956, tentang Anemometer.



BAB
23

DOPING PADA OLAHRAGA PRESTASI

Lucky Angkawidjaja Roring

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

PENDAHULUAN

Pada olahraga prestasi, istilah doping telah dikenal secara luas. Dengan menggunakan obat, para atlet berharap dapat berprestasi secara "lebih" maksimal. Penggunaan obat (doping) ini sesungguhnya telah dilarang sejak dahulu, sebab atlet tersebut akan menyandang prestasi yang tidak sebenarnya, di samping dapat membahayakan atau merusak kesehatan dirinya sendiri.

Sebagai contoh, Ben Johnson seorang atlet pelari (sprinter) dunia

dari Kanada, telah menggunakan doping stanazolol suatu derivat dari androgen (testosteron) dan pada Olympiade Seoul 1988 mencatat rekor sprint 100 M yang amat sensasional pada waktu itu yaitu dengan mencatat 9.78 detik. Satu tahun sebelumnya yaitu pada tahun 1987 pada kejuaraan dunia Atletik di Roma, Ben Johnson juga mencatat waktu yang amat sensasional yaitu 9.83 detik untuk sprint 100 M, sedangkan pesaingnya yaitu Carl Lewis sprinter dari Amerika Serikat mencatat waktu 9.93 detik; suatu perbedaan waktu yang relatif besar untuk jarak 100 M. Namun oleh karena ia terbukti menggunakan stanazolol, maka rekor dan medalnya dibatalkan. Pada waktu itu masih amat jarang ada sprinter yang dapat menembus waktu di bawah 10 detik, apa lagi menembus dengan waktu yang begitu spektakuler. Begitu pula pada PON XIV di Jakarta terdapat enam orang atlet yang juga terbukti menggunakan doping, yang oleh karena itu juga medalnya dibatalkan.

Doping adalah istilah yang digunakan oleh IOC Medical Commission yang dasarnya adalah dilarangnya pemakaian golongan-golongan berbagai zat farmakologis: *Doping is based on the banning of pharmacological classes of agents*. Ketentuan ini juga mencakup obat-obat baru yang dibuat untuk doping. Untuk substansi/agents turunannya atau yang disebut *related substances*, bila mempunyai aksi farmakologik atau rumus kimia yang mirip (Structure activity and Relationship = SAR), maka obat/zat tersebut akan dimasukkan ke dalam klasifikasi doping.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa/ pembaca diharapkan memahami tentang :

3. Pengertian doping
4. Penggolongan (Klasifikasi) doping
5. Doping manipulatif
6. Bahaya doping
7. Pencegahan doping
8. Pemeriksaan doping.

SEJARAH DOPING

Manusia telah menggunakan doping sejak zaman dahulu, yaitu untuk menambah kekuatan fisik dan meningkatkan keberanian, misalnya pada penduduk Indian di Amerika Tengah dan beberapa suku di Afrika. Mereka menggunakan zat-zat dari tumbuhan liar tertentu, ataupun madu yang digunakan untuk persiapan perjalanan jauh atau berburu. Amfetamin telah digunakan pada perang dunia II untuk melawan rasa kantuk dan lelah.

Istilah *dope* pertama kali dikenal pada tahun 1889, yaitu dalam suatu perlombaan balap kuda di Inggris. Kata *dope* itu sendiri berasal dari suatu suku bangsa di Afrika Tengah. Pada saat itu doping belum menjadi masalah.

Kasus kematian oleh karena doping pertama kali terjadi pada tahun 1886 (pada saat itu belum dikenal istilah doping), yaitu pada olahraga balap sepeda dari kota Bordeaux di Perancis ke Paris yang menempuh jarak sejauh 600 km, seorang pembalap meninggal karena diberi obat yang dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan oleh pelatihnya.

Sejarah penggunaan doping dalam olahraga dimulai kurang lebih sejak abad 19 pada olahraga renang, dan yang paling sering dijumpai

adalah pada olahraga balap sepeda. Pada waktu itu obat-obat yang populer adalah jenis kafein, gula dilarutkan ke dalam ether, minuman beralkohol, nitrogliserin, heroin dan kokain.

Pada tahun 1910 gerakan anti doping pada olahraga mulai timbul setelah seorang Rusia menemukan cara pemeriksaan doping, dan pada saat itu doping mendapat tantangan dari masyarakat karena bahaya yang ditimbulkannya. Setelah mengetahui akan bahayanya maka kampanye pemberantasan doping mulai diadakan. Selanjutnya karena masyarakat mulai mengerti pentingnya pencegahan doping pada atlet, maka pada tahun 1972 diadakan pemeriksaan doping secara resmi pada Olimpiade Musim Dingin di Grenoble. Tetapi meskipun cara pemeriksaan doping maupun bahayanya telah diketahui oleh atlet, hingga saat ini penggunaan doping tetap dilakukan oleh para atlet yang disebabkan karena:

1. Atlet tidak mengerti/tidak mau mengerti akan bahaya doping
2. Keinginan atlet untuk menang dengan cara apapun
3. Rangsangan hadiah bila menang.
4. Atlet merasa yakin bahwa obat yang mereka pergunakan adalah hal baru yang tidak dapat dideteksi dalam air kencingnya.

Kronologi kegiatan yang berhubungan dengan anti-doping :

Th 1960 : Pembalap sepeda Denmark Knut Jensen meninggal pada Olypiade Roma tahun 1960. Pada otopsi ditemukan amphetamin.

1967 : IOC melarang penggunaan bahan-bahan obat yang ditujukan

- untuk meningkatkan prestasi olahraga. Dibentuk Komisi Medis IOC untuk memimpin kegiatan-kegiatan Medis IOC.
- 1968 : Pengawasan doping dimulai pada Olympiade 1968 di Mexico City. Pemeriksaan terutama ditujukan pada pemakaian obat perangsang susunan Saraf Pusat dan Narkotika.
- 1972 : Olahragawan-olahragawan pada Olympiade Munich mendapat pemeriksaan penuh, tujuh atlet, termasuk empat orang pemegang medali terkena peraturan anti doping.
- 1975 : Steroid anabolik dilarang.
- 1976 : Delapan Atlet pada Olympiade Montreal terkena peraturan larangan pemakaian steroid anabolik.
- 1983 : Caffein dan testosteron dimasukkan dalam daftar larangan.
- 1985 : β -blocker, diuretika dan kortikosteroid dimasukkan dalam daftar terlarang.
- 1986 : Doping darah dilarang.
- 1987 : Di luar kompetisi, diberlakukan pemeriksaan doping tanpa pemberitahuan.
- 1988 : Hormon peptida, termasuk HGH (Human Growth Hormone) dilarang.
- 1990 : Erythropoietin dilarang.

(Dikutip dari : Doping : S.P.Haynes dan K.D.Fitch, dalam: Bloomfield, Fricker dan Fitch : Science and Medicine in Sport, hal. 526).

Pada tahun 1993 para pakar mendiskusikan penggunaan doping ditinjau dari segi moral dan etika.

PENGERTIAN DOPING

Di bawah ini terdapat beberapa pengertian mengenai doping yang pada prinsipnya memiliki prinsip yang sama, hanya penyesuaian diri terhadap zaman.

- A. Pada tahun 1963, para pakar mendefinisikan doping adalah penggunaan zat-zat (dalam bentuk apapun) yang asing bagi tubuh atau zat yang fisiologis dalam jumlah yang tidak wajar dan dengan jalan tidak wajar pula, oleh seseorang yang sehat dengan tujuan untuk mendapatkan suatu peningkatan kemampuan buatan secara tidak jujur. Macam usaha psikologik untuk meningkatkan kemampuan dalam olahraga juga harus dianggap suatu doping.
- B. Karena dirasakan sukar untuk membedakan penggunaan doping dan suatu pengobatan dengan menggunakan obat-obat stimulansia, maka ditambahkan pula hal-hal baru dalam definisi tersebut: yaitu bila karena suatu pengobatan terjadi kenaikan suatu kemampuan fisik karena khasiat obat atau karena dosis yang berlebihan, maka pengobatan tersebut dianggap suatu doping.
- C. Pada Kongres Ilmiah Olahraga Internasional yang diadakan di Tokyo pada tahun 1988, definisi doping diubah lagi menjadi: Pemberian atau penggunaan suatu zat asing dalam jumlah yang tidak wajar dan diberikan melalui cara yang tidak wajar dengan maksud khusus, yaitu untuk meningkatkan prestasi secara buatan dan cara ini tidak dibenarkan dalam pertandingan.
- D. Pengertian individu-individu lain yang berhubungan dengan atlet, misalnya pelatih, dokter, manajer tim atau pengasuh-pengasuh lain

mengenai istilah doping berbeda-beda. Mereka mengatakan misalnya apakah minum kopi sebelum bertanding dianggap suatu doping? Atau apakah penyuntikan analgetika (penangkal nyeri) pada sendi yang cedera merupakan suatu doping?

Sejak tanggal 1 Januari 2004 peran IOC dalam pengawasan doping diambil alih oleh suatu lembaga yang dinamakan World Anti-Doping Agency. Lembaga ini bertanggung jawab atas pengawasan penggunaan doping serta mengeluarkan dan memperbaharui daftar doping setiap tahunnya sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

KLASIFIKASI DOPING

Berikut ini adalah daftar obat-obatan serta berbagai cara yang dikelompokkan dalam klasifikasi doping menurut Komisi Medis IOC.

Penggolongan zat serta metode yang dilarang dikelompokkan sebagai berikut di bawah ini:

II. Zat dan metode yang dilarang di dalam pertandingan

A. Zat yang dilarang

1. Stimulan
2. Narkotik
3. Cannabinoid
4. Senyawa Anabolik
 - a. Steroid anabolik androgenik
 - Eksogenus
 - Endogenus

- b. Senyawa anabolik lain
- 5. Hormon Peptida
 - a. Erythropoietin (EPO)
 - b. Growth hormone (HGH) dan Insulin-like growth factor (IGF-1)
 - c. Chorionic Gonadotropin (HCG)
 - d. Pituitary dan synthetic gonadotropin (LH)
 - e. Insulin
 - f. Corticotropin
- 6. Beta-2 agonis
- 7. Senyawa dengan aktifitas anti estrogen (khusus ditujukan bagi pria)
- 8. Masking agent
- 9. Glukokortikoid

B. Metode yang dilarang

- 1. Meningkatkan transfer oksigen
- 2. Manipulasi farmakologi, kimia dan fisika
- 3. Doping gen

III. Zat dan metode yang dilarang di dalam dan di luar pertandingan

A. Zat yang dilarang

- 1. Senyawa anabolik
- 2. Hormon peptida

3. Beta-2 agonis
4. Senyawa dengan aktivitas anti estrogen
5. Masking agent

B. Metode yang dilarang

1. Meningkatkan transfer oksigen
2. manipulasi farmakologi, kimia dan fisika
3. doping gen

IV. Zat yang dilarang pada cabang olahraga tertentu

- A. Alkohol
- B. Penghalang Beta (beta blockers)
- C. Diuretik

V. Zat spesifik

Adalah zat yang sering dipergunakan atlet secara tidak sengaja. Pengelompokan zat serta metode yang dapat digolongkan sebagai doping ini telah digunakan untuk pengawasan penggunaan doping pada Pekan Olahraga Nasional (PON) XVI 2004 di Palembang.

DAMPAK DOPING DAN BAHAYANYA

Stimulansia

Penggunaan obat golongan stimulansia adalah untuk meningkatkan kewaspadaan, mengurangi kelelahan, meningkatkan persaingan dan bertambahnya kemampuan fisik ataupun mental. Penggunaannya pun dapat menghilangkan pertimbangan (judgement), yang mengakibatkan kecelakaan dalam olahraga. Amfetamin dan turunannya mempunyai

reputasi yang buruk (berbahaya) dalam kancah olahraga. Kematian dapat terjadi pada dosis yang rendah yang digunakan pada kondisi puncak (maximum physical activity). Tidak ada pertimbangan medis bila atlet menggunakan amfetamin dalam olahraga.

Simpatomimetik-amin lain, misalnya efedrin akan memacu peredaran darah dan mental (emosional) yang mengakibatkan kenaikan tekanan darah, sakit kepala, denyut nadi bertambah dan tidak teratur, gelisah, dan tremor (gemeteran). Pada dosis rendah, turunannya (pseudoefedrin, fenilpropanol amin, norpseudoefedrin) sering digunakan untuk pengobatan pilek atau hay-fever (demam alergi) yang dapat dibeli secara bebas. Banyak sekali preparat yang tergolong obat-obat stimulans, pada saat ini yang diproduksi, misalnya: amfepramone, nikethamide, pentetrazol, metilpenidat, ethamivan, fenilpropanolamin, strichnin, dan lain-lain.

Zat lain yang tergolong stimulansia adalah kafein. Kafein dimasukkan ke dalam doping oleh karena memiliki efek meningkatkan kemampuan penampilan. Kafein banyak ditemukan dalam berbagai minuman (kopi, cola, cocoa) dan banyak juga terdapat dalam berbagai macam sediaan obat, misalnya obat flu, tonik dan lain-lain. Komisi medis IOC memberikan batasan tertinggi untuk kadar kopi dalam urin adalah 12 mg/liter urine. Apabila kadar kafein melebihi batas tersebut, maka tes dinyatakan positif. Kadar ini setara dengan minum 15 cangkir kopi atau minuman cola. Namun, dalam keadaan yang ekstrim, seperti setelah kelelahan fisik dan dehidrasi dalam cuaca yang panas, jumlah kafein yang lebih rendah dapat memberikan hasil tes positif.

Pemilihan obat bagi asthma cukup merepotkan bagi atlet pada

olahraga prestasi. Obat-obatan asthma termasuk ke dalam golongan B₂ agonis (beta-2 agonis) yang termasuk ke dalam golongan perangsang susunan saraf pusat. Namun bagi penggunaan secara inhalasi dengan menggunakan sediaan aerosol, obat-obatan B₂ agonis diperbolehkan untuk dipergu-nakan. Misalnya orciprenalin, salbutamol, terbutalin, bitolterol dan rimiterol.

Narkotika analgesik

Preparat golongan ini yang tersedia adalah morfin dan turunannya yang digunakan untuk menekan rasa sakit (analgesik). Kebanyakan obat ini menyebabkan efek samping yang merugikan yaitu depresi pernapasan, dan yang paling berbahaya adalah dapat menyebabkan ketergantungan fisik ataupun psikis yang akan mengarah kepada kecanduan.

Contoh obat narkotik lainnya: alfaprodin, aneleridin, pethidin, fenazocin, pentazocin, metadon, codein, trimeperidin, levorfanol, dekstropoksifen, dan lain-lain analog (sejenis), kecuali dekstrometorfan dan folkodin yang tidak dilarang, yang digunakan sebagai antitusif (obat batuk).

Steroid anabolik

Steroid anabolik androgen seperti testosteron dan turunan kimianya yang mempunyai aktivitas seperti steroid, termasuk ke dalam klasifikasi doping. Obat ini sering disalahgunakan oleh para atlet untuk meningkatkan kekuatan dan besarnya otot dan memacu agresifitas. Pemberian steroid anabolik atau hanya dengan pemberian testosteron

tidak akan meningkatkan kekuatan. Pada penggunaan obat ini harus diingat efek samping yang berkaitan dengan fungsi hepar, kulit, kardiovaskuler dan sistem endokrin. Obat ini akan memacu pertumbuhan tumor dan menginduksi gejala-gejala psikiatrik. Pada laki-laki obat ini akan menyebabkan mengecilnya ukuran testis (atrofi testis) dan mengurangi produksi sperma. Pada wanita akan terjadi maskulinisasi, berkurangnya jaringan pada mammae, dan terjadinya gangguan menstruasi. Pada anak-anak akan terjadi gangguan pertumbuhan karena terjadinya penutupan dini dari lempeng pertumbuhan (epiphyse) tulang-tulang panjang.

Contoh obat yang termasuk ke dalam golongan ini adalah: stanazolol, norethandrolon, nandrolon dan sebagainya.

Beta-blocker

Sering disalahgunakan, walaupun pengaruhnya terhadap aktivitas fisik sedikit sekali. Obat ini sering digunakan pada cabang olahraga panahan dan menembak.

Obat-obat yang termasuk ke dalam golongan ini adalah: acetobutolol, propranolol, atenolol, labetolol, metoprolol, nadolol dan lain-lain.

Diuretika

Sebenarnya obat-obat golongan diuretika sangat penting untuk mengeluarkan cairan tubuh dari jaringan pada kondisi patologis. Diuretika sering disalahgunakan untuk tujuan:

1. Mengurangi berat badan dengan cepat pada olahraga yang menggunakan kelas-kelas berdasarkan berat badan,

2. Mengeluarkan "obat" secara cepat dari drug-misused (penyalahgunaan obat), dengan maksud menghindari deteksi obat. Penge-luaran cairan dari tubuh secara cepat tidak dibenarkan secara medis. Resiko kesehatan yang disebabkan oleh penyalah-gunaannya mempunyai efek yang berbahaya.

Menurut IOC Medical Commission obat-obat yang termasuk golongan ini : asetazolamid, amilorid, furosemid, hidroklorotiazid, mannitol, spironolakton, triamteren, chlortalidon, bumetamid dan lainnya serta turunannya.

Hormon-hormon peptida dan analognya

a. Human Chorionic Gonadotropin (HCG)

Pemberian HCG pada laki-laki akan merangsang produksi steroid androgen endogen yang mempunyai ekivalensi dengan pemberian testosteron eksogen.

b. Adrenocorticotropic hormone (ACTH)

Hormon ini telah disalahgunakan dengan maksud meninggikan batas (level) kortikosteroid endogen dalam darah untuk mendapatkan efek euforia dan homeostasis dari kortikosteroid.

c. Human Growth Hormone (HGH)

Hormon ini dapat mengakibatkan timbulnya berbagai efek samping yang berbahaya, misalnya: reaksi alergi, efek diabetongenik dan akromegali bila diberikan dalam dosis tinggi.

d. Erithropoietin (EPO)

Secara alamiah hormon ini diproduksi oleh ginjal dan regulasi produksi sel darah merah. Sintetik EPO telah diproduksi untuk menginduksi perubahan yang mirip dengan doping darah, oleh karena itu EPO dilarang penggunaannya dalam olahraga.

DOPING MANIPULATIF

Selain cara pemberian yang umum, pada doping dikenal pula:

1. Doping Darah (Blood Doping)

Transfusi darah merupakan pemberian darah yang mengandung butir darah merah atau komponen lainnya. Produk ini dapat diperoleh dari individu yang sama (autolog) atau individu yang berbeda (nonautolog). Pada orang normal transfusi ini diberikan pada penderita yang banyak mengeluarkan darah atau anemia. Pada doping darah, pemberian pada atlet mempunyai tujuan yang berbeda. Prosedur yang dilakukan biasanya darah atlet dibuang dan diberikan gantinya. Hal ini tentu saja mempunyai resiko dan melanggar etika medik dan olahraga. Resiko yang akan dialami kemungkinan adalah efek dari transfusi maupun komposisi dari produk darah tersebut. Resiko tersebut dapat berupa: reaksi alergi, reaksi hemolitik akut dengan akibat kerusakan ginjal. Resiko lainnya adalah reaksi transfusi tipe lambat yaitu : demam, jaundice infeksi hepatitis virus, AIDS, overload sirkulasi dan syok metabolik.

Berdasarkan faktor-faktor di atas, maka IOC Medical Commission melarang Blood Doping.

2. Manipulasi Farmakologik, Fisik dan Kimiawi (Pharmacological, Chemical and Physical Manipulation)

IOC Medical Commission melarang penggunaan zat/substansi dengan cara meninggikan integritas dan validitas dari urin dalam kontrol doping. Contoh cara atau metoda yang dilarang adalah substitusi urin, kateterisasi, serta cara atau penghambatan ekskresi renal dengan penggunaan obat-obatan seperti probenesid.

KLASIFIKASI OBAT YANG DILARANG SECARA TERBATAS (CLASSES OF DRUGS SUBJECT TO CERTAIN RESTRICTION)

1. Alkohol

Alkohol tidak dilarang. Alkohol mempunyai efek terhadap pernapasan. Kadar alkohol dalam darah harus diukur atas permintaan Federasi Internasional.

2. Anestesi lokal

Injeksi anestesi lokal diizinkan dengan syarat sebagai berikut:

- a. Bupivakain, lignokain, mepivakain, prokain dan lain-lain dapat digunakan kecuali kokain.
- b. Agen vasokonstriktor (misalnya adrenalin) boleh digunakan dalam hubungannya dengan anestesi lokal atas indikasi medis.
- c. Hanya injeksi lokal atau intra-artikular atas pertimbangan

medis.

- d. Harus ada laporan terperinci mengenai diagnosis, dosis dan cara pemberian, sesegera mungkin dilaporkan secara tertulis ke IOC Medical Commission.

3. Kortikosteroid

Karena mempunyai efek farmakologik sebagai anti-inflamasi, maka obat ini digunakan untuk berbagai macam penyakit. Pemberian secara sistemik akan mempengaruhi produksi kortikosteroid oleh tubuh. Kortikosteroid dapat menyebabkan perubahan "mood" seperti euforia dan efek samping lainnya, kecuali pemberian secara topikal, tidak begitu berpengaruh.

Pemberian kortikosteroid dilarang kecuali:

- a. Untuk penggunaan topikal (anal, aural, dermatologikal, tetapi tidak rektal)
- b. Inhalasi
- c. Intra-artikular atau injeksi lokal.

4. Marijuana

Pada beberapa negara marijuana merupakan zat yang terlarang. Pemeriksaan darah dapat dilakukan atas permintaan Federasi Internasional.

PENCEGAHAN

Setelah mengetahui permasalahan mengenai doping, tentunya kita tidak terfokus terhadap masalah medis saja akan tetapi juga terhadap masalah etika dan politik. Jalan yang ditempuh untuk mengurangi doping adalah:

1. Penyebarluasan pengertian tentang efek buruk doping bagi tubuh
2. Memberikan sanksi-sanksi yang berat bagi pengguna doping.

Di samping itu juga didukung oleh adanya organisasi yang berkompeten dan diusahakan agar prosedur kontrol doping harus betul-betul dapat dipercaya, netral dan jujur, karena hasil pemeriksaan menentukan harga diri seseorang atlet/team atau bahkan bangsa dan negara.

PEMERIKSAAN DOPING

Tidak semua atlet akan diperiksa doping, biasanya untuk para pemenang pertama, kedua dan ketiga serta ditambah seorang atau beberapa atlet yang di ambil secara random (acak) dan mereka yang dicurigai menggunakan doping. Mereka ini semua harus melaporkan diri kepada tim kontrol doping, biasanya selambat-lambatnya 1 (satu) jam setelah pertandingan/perlombaan usai. Bila tidak maka ia akan langsung didiskualifikasi. Hukuman lain yang dapat dikenakan pada atlet adalah denda uang (pada olahraga bayaran) atau diskors selama beberapa waktu tertentu. Sampel yang diperiksa adalah darah dan urin, dengan cara sebagai berikut:

1. Tahap skrining, untuk deteksi dan perkiraan berapa doping yang ada
2. Tahap kedua: untuk identifikasi

Urutan tes biasanya dilakukan sebagai berikut:

- a. Zat tersebut diekstraksi dari larutannya
- b. Skrining dilakukan dengan menggunakan "thin layer" atau gas khromatografi.
- c. Identifikasi dilakukan dengan cara isolasi, dan dianalisis dengan menggunakan khromatografi pula.

- d. Untuk konfirmasi identifikasi tersebut dapat dilakukan dengan cara Mass Spectrometer, Ultraviolet Absorption Spectrometer, Infra Red Spectrometer.
- e. Pemeriksaan anabolik steroid dilakukan dengan cara Radio Immuno Assay dan dilanjutkan dengan Mass Spectrometer.

Pada pengambilan sampel yang hadir adalah: atlet yang diperiksa, pelatih/tim manager/dokter atlet, petugas pengambil sampel, wakil dari federasi internasional cabang olahraga yang bersangkutan dan anggota-anggota komisi kontrol doping. Mereka menandatangani suatu berita acara yang menyatakan bahwa mereka hadir pada saat pengambilan sampel dilaksanakan. Bila hasil tes ternyata positif, maka tim pemeriksa segera memanggil tim manager/ pengasuh atlet yang bersangkutan dan memberitahukannya. Bila setelah perundingan antara mereka dapat disimpulkan adanya penggunaan suatu doping, maka hasil tersebut segera diberitahu dalam waktu 24 jam setelah hasil pertama diumumkan. Kemudian botol yang disimpan di lemari es diambil untuk diperiksa ulang, dan pemeriksaan ini sebaiknya di laboratorium lain, atau bila dilakukan pada laboratorium yang sama tapi dilakukan oleh teknisi/petugas laboratorium lain. Pada pemeriksaan ulang ini maka team manager/pelatih/ dokter atlet yang bersangkutan boleh hadir untuk menyaksikan. Bila memang hasilnya positif, maka atlet atau timnya akan didiskualifikasi. Hukuman lain dapat pula dilakukan oleh federasi internasional cabang olahraga tersebut.

Persoalan yang timbul di sini adalah mengenai hukuman-hukuman yang dijatuhkan oleh IOC dapat berbeda dengan yang terdapat dalam peraturan federasi internasional cabang tersebut.

LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan doping ?
2. Jelaskan mengapa doping dilarang !
3. Jelaskan klasifikasi doping !
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan doping manipulatif ?
5. Jelaskan bahaya doping dengan stimulan !
6. Jelaskan bahaya doping dengan steroid anabolik androgenik !
7. Jelaskan pencegahan doping !
8. Jelaskan pemeriksaan doping !

KEPUSTAKAAN

Bloomfield, J., Ficker, P.A. and Fitch, K.D. (1992) : Textbook of Science and Medicine in Sport, Blackwell Scientific Publications, pg.525-534..

-ooo0ooo-



BAB
24

RESPONS FISIOLOGIK TERHADAP LATIHAN FISIK

Tjetjep Habibudin dan H.Y.S.Santosa Giriwijoyo.

PENDAHULUAN

Respons fisiologik terhadap latihan fisik, melibatkan seluruh komponen Ergosistema dalam tubuh, yang bekerja sama dalam koordinasi yang terintegrasi untuk meningkatkan pembentukan daya (energi), meningkatkan pasokan oxygen dan sumber daya ke otot-otot yang sedang berkontraksi, membuang sisa olahdaya dan panas, serta untuk memelihara keseimbangan air dan elektrolit.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab ini Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Tipe-tipe otot rangka, olahdaya dalam otot rangka pada olahraga
2. Fungsi Ergosistema-II pada olahraga
3. Kelelahan pada otot
4. Pengaruh latihan terhadap struktur dan fungsi Ergosistem-I dan Ergosistema-II.

OTOT RANGKA

Otot rangka meliputi 40-50% berat badan (BB) dan berperan melakukan kontraksi yang diperlukan untuk menggerakkan sendi bagi terlaksananya aktivitas fisik. Hal yang sangat perlu difahami ialah bagaimana urutan peristiwa pada kejadian kontraksi otot, untuk dapat memahami fungsi otot selama melakukan latihan fisik.

Urutan Kejadian Selama Kontraksi dan Relaksasi Otot

1. Aktivasi cortex motoris dan perangsangan neuron motor alfa di cornu anterior medulla spinalis
2. Impuls listrik mencapai sambungan saraf-otot (neuromuscular junction)
3. Perambatan potensial aksi otot sepanjang sarcolemma otot
4. Perangsangan dan kejadian kontraksi
 - perambatan impuls pada sistem tubulus-T
 - pelepasan calsiium dari reticulum sarcoplasma
 - aksi calsiium pada myofibril
5. Terjadinya kontraksi pada myofibril (teori "sliding filament") dan

pengembangan tonus otot

6. Pengambilan kembali calcium oleh reticulum sarcoplasma dan terjadinya relaxasi otot.

Sumber daya siap pakai untuk kontraksi otot adalah adenosine 5' triphosphate (ATP). Aktivasi enzim myosin ATPase selama peristiwa perangsangan-kontraksi otot menyebabkan ATP terhidrolisa. ATP juga diperlukan untuk proses-proses lain di dalam sel otot yang memerlukan daya (energi) misalnya lalu-lintas ion-ion Calcium oleh adanya aktivasi pompa calcium pada reticulum sarcoplasma, dan aktivasi pompa Na-K dalam sarcoplasma. Kontraksi otot hanya dapat terjadi bila tersedia sumber daya potensial ATP di dalam otot. Oleh karena cadangan ATP intramuscular relative kecil (5 mmol/kg), yang akan habis dalam beberapa detik dengan pengerahan kemampuan maximal, maka diperlukan mekanisme olahdaya lain yang harus dapat dengan cepat diaktifkan untuk membentuk kembali (meresintesa) ATP untuk menjamin kelangsungan kontraksi otot yang sedang terjadi. Sumber daya untuk mekanisme itu adalah Phosphocreatine (PC) yang tersedia di dalam otot dalam jumlah yang lebih besar (20 mmol/kg) dan berperan sebagai cadangan sumber senyawa phosphate berdaya tinggi untuk membentuk kembali ATP, setelah ATP dipecah oleh enzim creatine kinase. Sistem ATP-PC (disebut juga sebagai sistem phosfagen) ini pada pengerahan kemampuan maximal hanya dapat memasok daya untuk selama waktu kurang dari 10 detik (Hahn, 1992). ATP dapat dibentuk kembali dari ADP melalui pengaruh enzim adenylat kinase, tetapi bagian terbesar ATP diproduksi dengan menggunakan daya yang dihasilkan melalui proses

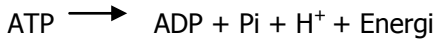
glikolisis anaerobik dan olahdaya aerobik. Sumber daya utama untuk proses oksidasi adalah karbohidrat dan lemak, sedangkan kontribusi asam amino adalah kecil. Perlu diingat kembali bahwa otot hanya dapat berkontraksi dengan menggunakan daya dari ATP; semua sumber daya lain hanya diperuntukkan meresintesa ATP.

Jalur olahdaya manakah yang terutama berperan lebih penting dalam sesuatu kegiatan fisik, hal ini akan ditentukan oleh intensitas dan durasi kegiatan fisik yang dilakukan. Selama latihan dengan intensitas tinggi dan durasi pendek, (sprint dan aktivitas yang bersifat power), pemecahan sumber daya tinggi phosphagen (ATP, PC) dan pemecahan glikogen menjadi laktat, merupakan proses utama pembentuk daya (energi). Latihan statis, khususnya yang menggunakan lebih dari 30-40% kekuatan kontraksi maksimal, pertama-tama juga akan bergantung pada sumber daya ATP, PC dan glikogen karena berkurangnya aliran darah (pembuluh darah terjepit oleh otot yang berkontraksi!) dan dengan demikian juga pasokan oxygen dan nutrisi menjadi berkurang. Selama latihan submaksimal yang panjang (latihan daya tahan), maka tubuh mengandalkan kepada daya yang dihasilkan melalui proses olahdaya oksidatif dari karbohidrat, lemak dan sejumlah kecil asam amino (Felig & Wahren 1975, Gollnick 1985).

Tabel 1

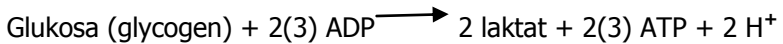
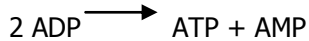
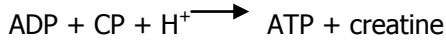
Metabolisme Energi dalam Otot Rangka

Penggunaan ATP

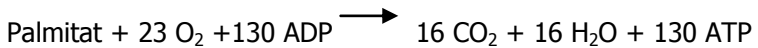
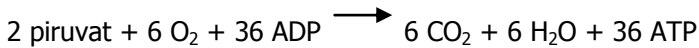


Resintesa ATP

(1) **Anaerobik**



(2) **Aerobik**



Bahasan yang mendapat banyak perhatian dalam Ilmu Faal Olahraga dalam 20-30 tahun akhir-akhir ini, khususnya yang berkaitan dengan fisiologi otot adalah hubungan antara susunan tipe-tipe serabut otot rangka dengan penampilan dalam olahraga.

Tabel 2

Karakteristik Type-type Serabut Otot Rangka pada Manusia

Karakteristik	ST	FTa	FTb
---------------	----	-----	-----

Kontraktile

Ca ²⁺ mengaktifkan ATPase myosin (mmol/min.mg protein)	0,16	0,48*	0,48*
Waktu puncak tonus (ms)	80	30*	30*

Isi substrat

ATP	4,9	5,3	4,9
CP	12,6	14,5	14,8
Glycogen	78	83	89
Trigliserida	7,1	4,2*	4,2*

Aktivitas Enzym

Creatine kinase (mmol/min.g protein)	13,1	16,6*	16,6*
Phosphorylase	2,8	5,8	8,8
Phosphofruktokinase	7,5	13,7	17,5
Citrat Synthase	10,8	8,6	7,5
Hydroxyacyl-CoA dehydrogenase	14,8	11,6	7,1

Kandungan substrat dalam mmol/kg; aktivitas enzym (kecuali dinyatakan secara khusus) adalah dalam mmol/kg.min

*ditentukan pada kelompok serabut FT

Sumber : Saltin & Gollnick (1983) dalam: Maria Zuluaga et al. (1994): Textbook of Sports Physiotherapy, Applied science & practice, pg 3-13.

Serabut otot rangka berdasarkan pada sifat-sifat kontraksi, sifat-sifat

olahdaya (metabolisme) dan morfologinya, dapat dibagi dalam dua kelompok pokok yaitu: *slow twitch* (ST) dan *fast twitch* (FT). Serabut FT dibagi lagi menjadi FTa dan FTb atas dasar kemampuannya dalam proses oksidasi dan glikolisisnya (lihat tabel). Telah pula ditemukan serabut tipe tengah yang mengandung ciri-ciri ST dan FT, yang diyakini merupakan bentuk peralihan dalam proses transformasi tipe serabut. Pada manusia, tipe-tipe serabut ini dapat dibedakan dengan menggunakan teknik histokimia dan biokimia.

Teknik histokimia yang paling umum dipergunakan memanfaatkan perbedaan stabilitas enzim myosin ATPase serabut-serabut otot ST dan FT dalam asam/ basa (lihat tabel hal.382).

Serabut-serabut otot ST mempunyai kapasitas oksidatif dan kerapatan kapiler yang tinggi, tidak mudah lelah dan dipersarafi oleh neuron-neuron motoris kecil. Maka tidaklah mengherankan bila serabut-serabut otot ST memang ditujukan untuk kegiatan intensitas rendah yang panjang. Sebaliknya, serabut-serabut FT mempunyai kapasitas glikolitik yang tinggi (FTb > FTa), dengan kapasitas oksidatif yang rendah (FTa > FTb) dan kelelahan yang mudah terjadi (FTb > FTa) dan dipersarafi dengan neuron-neuron motoris yang besar. Serabut-serabut ini memang disesuaikan untuk keperluan kegiatan fisik dengan intensitas tinggi. Prinsip besar ukuran otot (Henneman 1957) mendeskripsikan pola rekrutmen serabut otot selama latihan dengan berbagai intensitas. Pada awalnya terjadi aktivasi neuron-neuron motoris kecil yang melibatkan serabut ST pada latihan dengan intensitas rendah; pada intensitas yang lebih tinggi, terjadi aktivasi neuron-neuron motoris besar dan dengan demikian maka serabut-serabut FT diaktifkan. Pola umum rekrutmen serabut-serabut

otot ini telah dikonfirmasi oleh penelitian yang menggunakan teknik visualisasi histokimia terhadap intensitas pewarnaan glikogen sebagai index keterlibatan serabut otot sebelum dan sesudah latihan. Selama latihan submaximal yang panjang, lebih dahulu serabut-serabut ST yang terlibat (Vollestrad et al 1984), walaupun pada tahap-tahap akhir dapat terjadi pelibatan serabut-serabut FTa. Tatkala latihan menjadi lebih intensif, secara progresif terjadi pelibatan serabut-serabut FT, sehingga tatkala intensitas latihan mendekati dan kemudian melebihi VO_2 max, maka seluruh tipe serabut ikut diaktifkan (Vollestrad & Blom 1985, Vollestrad et al 1992). Perbedaan keterlibatan tipe-tipe serabut otot dalam berbagai intensitas kegiatan, telah merangsang minat orang untuk mengetahui potensi peran dari berbagai komposisi tipe-tipe serabut otot rangka, apakah pada atlet-atlet yang terlatih secara khusus, hal itu memang menjadi faktor penentu. Sesungguhnya memang telah teramati bahwa otot-otot atlet daya tahan elite terdiri terutama dari serabut-serabut otot ST (70-90%), sedangkan sprinter dan atlet-atlet explosive, relative memiliki lebih banyak serabut-serabut FT (Bergh et al 1978, Costill et al 1975, Saltin & Gollnick 1983). Masalah ini secara umum telah dikaitkan dengan faktor genetik dan oleh pengaruh faktor alam; adanya faktor genetik terlihat dari adanya komposisi tipe serabut otot yang identik pada kembar monozygotik (Komi et al 1977). Akan tetapi hasil observasi yang dilakukan akhir-akhir ini menunjukkan bahwa meningkatnya prosentase serabut-serabut otot ST pada atlet-atlet daya tahan mungkin terbatas pada otot-otot yang dilatih (Tesch & Karlsson 1985), dan fakta mengenai adanya serabut-serabut otot tipe tengah (intermediate) sebagai hasil latihan (Banmann et al 1987, Klitgaard et al 1990, Schantz

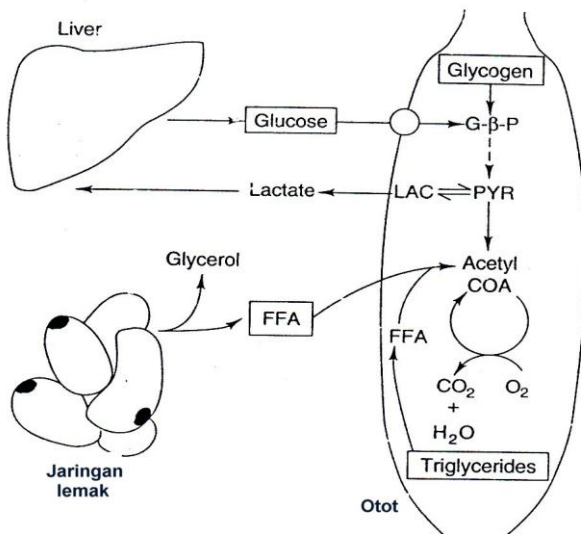
1986) meningkatkan keyakinan bahwa mungkin memang terjadinya modifikasi ciri-ciri serabut otot rangka sebagai hasil dari latihan yang teratur.

Olahdaya (metabolisme) latihan

Di kala melakukan latihan dinamis dengan intensitas tinggi (misalnya sprint lari dan renang, bersepeda dan latihan interval), maka pemecahan senyawa fosfat berdaya tinggi (ATP, PC) dan pemecahan glikogen menjadi asam laktat, adalah jalur-jalur penghasil utama daya (energi) yang diperlukan untuk kerja otot (Hermansen et al 1984). ATP otot dapat berkurang sebanyak 30-50%, tergantung pada intensitas dan durasi latihan, tetapi tidak pernah sampai terkuras habis. Tetapi PC otot dapat berkurang sampai hampir habis setelah latihan yang maksimal. Glikogen otot dapat berkurang sebesar 50-60% setelah sekali saja melakukan latihan dengan intensitas yang maksimal, disertai dengan meningkatnya asam laktat sebesar 10-20 kali. Kelelahan pada latihan demikian sering berkaitan dengan asidosis intramuscular dan juga adanya gangguan keseimbangan elektrolit; pada serabut-serabut otot FT kelelahan juga dapat terjadi oleh karena terkuras-habisnya PC dan glikogen dalam otot. Untuk latihan dalam rentang waktu menit sampai jam, olahdaya oxidative karbohidrat dan lemak merupakan pemasok daya utama bagi pembentukan kembali ATP. Walaupun sudah sejak bertahun-tahun tidak pernah dipikirkan adanya penggunaan protein selama olahraga dengan durasi panjang, tetapi laporan akhir-akhir ini menunjukkan adanya peristiwa oksidasi asam-asam amino selama latihan

(Hood & Terjung 1990). Namun demikian, karbohidrat dan lemak tetap merupakan sumber daya oxidative yang terpenting. Berapa besar porsi masing-masing karbohidrat dan lemak yang digunakan selama latihan, dipengaruhi oleh faktor-faktor misalnya intensitas dan durasi latihan, status latihan dan tata gizinya (lihat gb.) (Felig & Wahren 1975, Gollnick 1985, Hargreaves 1991).

Glikogen otot adalah substrat (bahan nutrisi) penting bagi olahraga berat durasi pendek maupun durasi panjang. Oleh karena kelelahan selama olahraga durasi panjang sering berkaitan dengan terkuras-habis-



Gb.1. Bagan olahdaya karbohidrat dan lemak selama olahraga durasi panjang.

Sumber: Richtrer et al (1981), dalam: Maria Zuluaga et al. (1994): Textbook of Sports

nya glikogen otot, maka pemuatan karbohidrat (*carbohydrate loading*) selama masa persiapan untuk olahraga daya tahan, menjadi sangat penting. Kecepatan penggunaan glikogen otot adalah tertinggi pada tahap-tahap awal olahraga dan berkorelasi secara eksponensial dengan intensitas olahraganya (Vollestrad & Blom 1985). Penataan glikogenolisis dalam otot selama olahraga, memerlukan kerja sama antara faktor-faktor lokal dan faktor hormonal (Hargreaves & Richter 1988). Kontraksi otot, yang memicu terjadinya peningkatan kadar kalsium dan ion fosfat anorganik intramuscular akan merangsang pemecahan glikogen, serta juga akan merangsang pengeluaran adrenalin dari medulla kelenjar adrenal, selama melakukan olahraga berat. Dengan menurunnya kadar glikogen otot oleh olahraga, dan meningkatnya pasokan glukosa yang diangkut oleh darah, maka glukosa darah menjadi sumber karbohidrat yang semakin penting. Ambilan glukosa dari darah oleh otot rangka yang sedang berkontraksi dapat meningkat sebesar 30-40 kali, yaitu dari 0.1 mmol/men pada istirahat menjadi 3-4 mmol/men., tergantung pada intensitas dan durasi latihannya (Katz et al 1986, Wahren 1977). Meningkatnya ambilan glukosa terjadi oleh karena meningkatnya transport aktif glukosa melalui membran sel otot dan menjadi aktifnya enzim-enzim glikolitik dan enzim-enzim oksidatif yang berperan untuk proses pemecahan glukosa (Hargreaves 1990). Pengeluaran glukosa dari hepar juga meningkat (Wahren 1977) sehingga kadar gula darah dapat dipertahankan, atau bahkan sedikit meningkat selama tahap-tahap awal latihan. Hal ini dimulai dengan meningkatnya glikogenolisis hepar, tetapi

dengan berlanjutnya olahraga, glukosa yang dihasilkan dari hepar berasal dari pembentukan molekul-molekul glukosa baru dari bahan bukan karbohidrat (glukoneogenesis) misalnya asam laktat, asam pyruvat, gliserol dan asam-asam amino (Felig & Wahren 1975). Selama olahraga durasi panjang yang berlangsung beberapa jam, pengeluaran glukosa hepar tidak dapat memenuhi ambilannya oleh otot dari darah, sehingga dapat menyebabkan terjadinya hipoglikemia. Makan karbohidrat selama melakukan olahraga durasi panjang, dapat memelihara kadar glukosa darah dan proses oksidasi glukosa dalam jumlah yang banyak, yang menyebabkan meningkatnya daya tahan (Costill & Hargreaves 1992). Asam laktat selain merupakan bahan baku untuk proses glukoneogenesis, ternyata asam laktat juga merupakan substrat untuk proses olahdaya oxidative selama olahraga, khususnya bagi serabut-serabut otot ST (Brooks 1986). Otot rangka yang sedang berkontraksi ternyata juga menggunakan daya yang berasal dari proses β -oksidasi asam-asam lemak bebas yang berasal dari jaringan-jaringan lemak tempat penimbunan trigliserida. Ambilan asam lemak bebas dan penggunaan asam lemak bebas oleh otot ditentukan oleh berapa besar kadarnya dalam darah arteri dan oleh kemampuan otot mengoksidasi asam-asam lemak bebas (kapasitas metabolik otot terhadap lemak). Puncak kadar asam lemak bebas biasanya dicapai setelah latihan selama 3-4 jam, pada ketika itu asam lemak bebas menjadi sumber daya (energi) yang memberikan kontribusi terbesar (Felig & Wahren 1975). Trigliserida dalam otot juga dapat memberi kontribusi terhadap olahdaya selama latihan. Trigliserida otot berperan penting pada awal latihan dan selama latihan dengan intensitas tinggi bila lipolisis dari jaringan lemak

mengalami hambatan (Jones et al 1980, McCartney et al 1986). Sebaliknya, trigliserida plasma diyakini hanya memberi kontribusi sedikit terhadap olahdaya lemak selama olahraga.

SISTEM TRANSPORT OXYGEN

Peningkatan olahdaya (metabolisme) oksidatif yang terjadi selama seluruh tingkatan intensitas olahraga adalah sangat-sangat tergantung pada pasokan O_2 kepada otot yang sedang berkontraksi, dan dengan demikian berarti tergantung pada kapasitas fungsional sistema kardiovaskular dan sistema respirasi. Selama bertahun-tahun perhatian yang besar telah dicurahkan untuk mengetahui faktor fisiologis apa yang menjadi penentu bagi transport oxygen dan penggunaannya selama olahraga, yang memberikan kontribusi terhadap ambilan oxygen maximal (VO_2 max), ukuran yang selama ini telah diterima secara luas sebagai ukuran kebugaran aerobik (kebugaran kardiorespiratori).

Sistema kardiovaskular selama olahraga

Selama olahraga, sistema kardiovaskular diatur untuk melayani sejumlah fungsi-fungsi penting:

1. Meningkatkan aliran darah dan pasokan oxygen kepada otot-otot rangka yang aktif dan kepada otot jantung
2. Mempertahankan tekanan darah rata-rata, untuk menjamin kecukupan aliran darah ke otak
3. Meminimalkan terjadinya hipertermia oleh pengaruh olahraga

dengan mengangkut panas ke kulit yang kemudian dipergunakan untuk menguapkan keringat.

Dengan dimulainya olahraga, maka terjadilah vasodilatasi yang nyata dan cepat pada pembuluh-pembuluh darah dalam otot rangka yang aktif, yang disebabkan oleh karena dibebaskannya metabolit yang bersifat vasoaktif yang berasal dari otot yang berkontraksi. Zat-zat ini terdiri dari ion kalium (K^+), ion hydrogen (H^+), ion-ion laktat dan adenosine, bersamaan dengan terjadinya hiperkapnia (penumpukan CO_2) lokal, hypoxia dan hiperosmolalitas. Meski terjadi penurunan tahanan vaskular yang besar dalam otot rangka, tetapi tekanan darah rata-rata arteri meningkat yang disebabkan oleh meningkatnya curah jantung dan tekanan darah sistolik. Tekanan darah diastolic biasanya dipertahankan pada tingkat istirahat disebabkan oleh adanya vasokonstriksi jaringan pembuluh darah daerah splanchnicus, jaringan pembuluh darah ginjal dan otot-otot yang tidak aktif, namun demikian tekanan diastolik itu dapat juga menurun pada olahraga dengan intensitas tinggi yang disebabkan oleh karena meningkatnya besar aliran darah ke otot-otot yang aktif. Curah jantung meningkat dari 5 liter/menit menjadi 20-25 liter/menit pada olahraga dengan intensitas maximal, dan pada atlit daya tahan bahkan dapat lebih tinggi lagi, yaitu dapat mencapai 40 L/men (Karpovich & Sinning 1971). Peningkatan curah jantung ini terjadi oleh karena meningkatnya frekuensi denyut jantung dan isi sedenyutnya, yang dimediasi oleh dihambatnya aktivitas N. Vagus, aktivasi saraf simpatis jantung dan meningkatnya hormone adrenalin yang beredar, yang disekresikan oleh medulla kelenjar adrenal. Selain itu, aliran darah vena juga meningkat yang disebabkan oleh karena menjadi aktifnya mekanisme pompa vena,

dan oleh adanya perubahan-perubahan tekanan intra thorakal yang terjadi karena pengaruh siklus respirasi. Vaso konstriksi regional yang dimediasi oleh system saraf simpatis, tidak hanya meminimalkan menurunnya tahanan perifer total, tetapi juga menyebabkan pengalihan/pemindahan darah ke vena-vena besar, dan karenanya membantu memelihara pengisian ventrikel. Dengan berlanjutnya olahraga, maka suhu inti tubuh meningkat sebesar 1-2° C yang menyebabkan terjadinya vasodilatasi pembuluh-pembuluh darah kulit. Vasodilatasi pembuluh-pembuluh darah kulit akan sangat meningkat bila suhu lingkungan tinggi. Vasodilatasi pembuluh-pembuluh darah kulit sangat penting untuk pembuangan panas, tetapi disertai adanya kerugian yang disebabkan oleh karena terjadinya pengalihan darah ke perifer, yang berakibat menurunnya tekanan vena central, menurunnya isi sedenyut dan meningkatnya frekuensi denyut jantung. Tetapi pada olahraga-olahraga dengan intensitas yang lebih tinggi, jaringan peredaran darah kulit akan dikonstriksikan oleh rangsangan saraf simpatis apabila keperluan memelihara tekanan darah lebih besar dari pada keperluan membuang panas tubuh. Pengaturan respons kardiovaskular terhadap olahraga, meliputi koordinasi sejumlah faktor neurohumoral. Perintah untuk menata fungsi kardiovaskular, timbul bersamaan dengan aktivasi cortex motoris untuk otot rangka, yang akan mengaktifkan pola aktivitas system kardiovaskular yang sesuai (Mitchell 1990). Kemudian terjadi sejumlah umpan balik dari sejumlah mekanisme-mekanisme reflex yang berasal dari chemoreseptor di dalam otot dan baroreseptor pada arteri (Rowell & O'Leary 1990). Di samping itu, perubahan-perubahan pada volume darah, suhu tubuh dan kandungan O₂ darah arteri juga mempengaruhi aktivitas ini. Beberapa

dari respons-respons ini juga akan dimediasi oleh meningkatnya kadar rennin, angiotensin, vasopressin dan adrenalin yang beredar dalam sirkulasi.

Sistem respirasi selama olahraga

Menyertai respons kardiovaskular terhadap olahraga adalah meningkatnya ventilasi paru untuk menjamin oksigenasi darah arteri dan eliminasi karbon dioksida. Hal ini dapat dipenuhi dengan meningkatkan udara nafas (*tidal volume*) dan frekuensi pernafasan. Keberhasilan sistem respirasi meminimalkan perubahan komposisi darah yang dipicu oleh olahraga, terlihat dari adanya stabilitas yang mantap dari harga PO_2 , PCO_2 , dan pH selama olahraga dengan intensitas rendah dan sedang. Pada tahap-tahap awal peningkatan intensitas olahraga, ventilasi meningkat sebanding dengan meningkatnya konsumsi O_2 (VO_2) dan banyaknya produksi CO_2 (VCO_2). Tetapi ada satu titik, yang di atas titik itu peningkatan ventilasi adalah lebih besar dari pada peningkatan VO_2 . Titik ini sering disebut sebagai titik ambang ventilasi atau titik ambang anaerobik. Diyakini bahwa adanya peningkatan yang tajam dari ventilasi, disebabkan oleh peningkatan VCO_2 , yang berasal dari peristiwa *buffering* asam laktat yang berasal dari otot yang berkontraksi (Wasserman et al 1986). Terdapat banyak silang pendapat dan kontroversi dalam kepustakaan mengenai produksi asam laktat selama olahraga. Meski demikian pengukuran ambang ventilasi terbukti sangat berguna untuk menilai daya tahan atlet (Williams 1990), karena

hal itu memberi gambaran mengenai kemampuan maximal kerja dalam keadaan mantap (*maximal steady state work rate*) selama kerja/ olahraga dengan durasi panjang dan merupakan peramal yang cermat mengenai kemampuan penampilan olahraga daya tahan. Respons pernafasan terhadap olahraga meliputi pengaruh timbal balik antara masukan-masukan neural dan humoral ke pusat pernafasan. Hal ini meliputi kecepatan pembuangan CO₂ dari darah oleh paru, besar aliran impuls desendens yang menyertai aktivasi cortex motoris untuk mengaktifkan otot rangka, umpan balik dari chemoreseptor dan proprioseptor pada otot yang berkontraksi, meningkatnya suhu tubuh, dan perubahan kadar ion H⁺, K⁺ dan adrenalin dalam darah arteri (Dempsey et al 1985, Forster & Pan 1991).

Ambilan oksigen maximal

Transfer oksigen dari udara ke mitochondria dalam otot yang berkontraksi untuk keperluan olahdaya oksidatif, meliputi sejumlah sistem dan proses-proses fisiologi. Walaupun memang sulit untuk dapat menilai setiap langkah yang merupakan bagian dari proses transfer oksigen, tetapi adalah mungkin untuk mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai kapasitas fungsional dari sistem daya (*energy*) aerobik yaitu ambilan oksigen maximal atau VO₂ max. Ambilan oksigen maximal adalah ukuran mengenai kemampuan gabungan dari otot-otot yang berkontraksi untuk mengkonsumsi oksigen bagi keperluannya mengolah sumber energi dengan kemampuan sistema hemo-hidro-limfatik, sistema respirasi dan sistema kardiovaskular untuk mengangkut oksigen ke mitochondria otot. Banyak perhatian dicurahkan terhadap faktor-faktor fisiologis

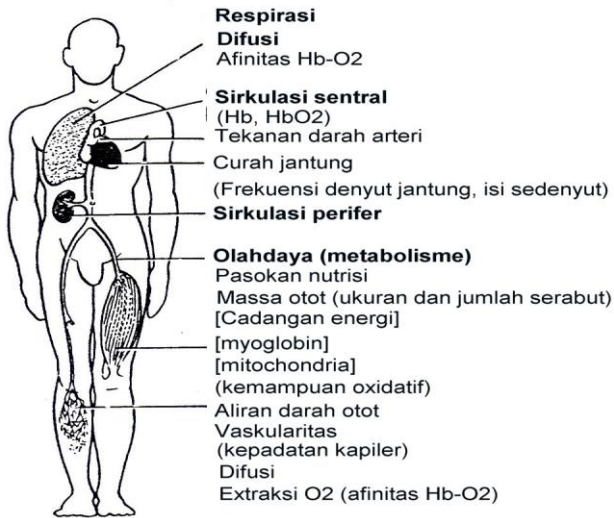
apa yang membatasi VO_2 max (lihat gambar). Wacana biasanya terbagi menjadi dua pandangan:

1. yaitu VO_2 max dibatasi oleh kemampuan maksimal memasok oksigen ke otot (kemampuan maksimal ES-II) atau
2. VO_2 max dibatasi oleh kemampuan maksimal otot untuk menggunakan (mengonsumsi) oksigen (Wagner 1991).

Terdapat kesepakatan umum yang memang cukup beralasan yaitu bahwa faktor pasokan oksigenlah yang menjadi pembatas VO_2 max (Saltin & Rowell 1980, Wagner 1991). Pertanyaan yang kemudian timbul adalah: adakah satu titik dalam sistem transport oksigen yang dapat dituding sebagai faktor pembatas. Di masa lalu, sistema respirasi disangkal menjadi faktor pembatas atas dasar observasi bahwa kejenuhan darah arteri akan oksigen dapat dipertahankan dengan baik selama melakukan olahraga di ketinggian permukaan laut.

Tetapi penelitian terakhir menunjukkan terjadi peristiwa desaturasi darah arteri terhadap oksigen selama olahraga berat pada sejumlah atlet yang sangat terlatih (Powers & Williams 1987). Untuk dapat mencegah desaturasi darah arteri terhadap oksigen ini, maka VO_2 max harus sangat ditingkatkan (Powers et al 1989). Penyebab terjadinya desaturasi ini adalah keterbatasan difusi oksigen dari alveoli ke darah dalam kapiler paru, bukan karena hiperventilasi yang tidak adekuat. Diyakini bahwa pada atlet-atlet ini, adaptasi sistema kardiovaskular menghasilkan peningkatan curah jantung dan peningkatan kecepatan aliran darah dalam paru, sehingga titik lemahnya berarti ada pada proses oxigenisasi darah di paru (Dempsey 1986). Kemungkinan lain ialah bahwa atlet ini memang mempunyai faktor genetik untuk terjadinya kondisi desaturasi

darah arteri terhadap oksigen. Meski demikian, hampir pada semua orang yang sehat, desaturasi darah arteri terhadap oksigen biasanya tidak terjadi, dan dalam keadaan demikian maka sistem respirasi tidak dituding sebagai faktor pembatas. Ahli-ahli lain meyakini bahwa keterbatasan berada di jantung, oleh karena fungsi sistem kardiovaskular telah mencapai limit atas yaitu bila massa otot yang aktif adalah besar (Rowell 1988, Saltin 1985). Di samping itu, kekurangan hemoglobin juga menjadi penghambat tercapainya nilai VO_2 max yang tinggi, dan hal ini dibuktikan dengan apabila kadar hemoglobin dalam darah arteri meningkat yang misalnya disebabkan oleh adanya "doping darah", ternyata menunjukkan adanya peningkatan VO_2 max (Buick et al 1980). Akhir-akhir ini diyakini bahwa pasokan oksigen ke mitochondria dibatasi oleh kemampuan difusi oksigen pada jaringan (Wagner 1991).



Gambar: Faktor-faktor fisiologis yang berpotensi membatasi ambilan oksigen maksimal.

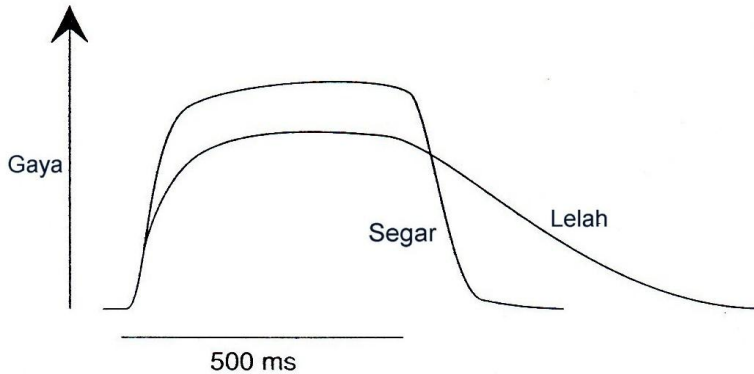
Sumber: Saltin & Rowell (1980), dalam: Maria Zuluaga et al. (1994): Textbook of Sports
 Physiotherapy, Applied science & practice, pg 3-13.

Melihat banyaknya tahapan dalam sistem transport oksigen, maka tidaklah mungkin hanya satu faktor yang membatasi VO₂ max. Agaknya semua komponen dalam jalur transport oksigen akan memainkan perannya dalam menentukan VO₂ max, melalui pengaruhnya terhadap pengangkutan maupun difusinya pada jaringan (Wagner 1991). Pengangkutan oksigen dipengaruhi oleh curah jantung, besar aliran darah dalam otot dan kandungan oksigen dalam darah arteri (yang dipengaruhi oleh kandungan oksigen dalam udara inspirasi, pertukaran gas dalam

paru dan kadar hemoglobin dalam darah arteri), sedangkan difusi oksigen pada jaringan dipengaruhi oleh kecepatan disosiasi (terlepasnya) oksigen dari hemoglobin, difusi oksigen ke eritrosit dan plasma, luas permukaan kapiler dan difusi oksigen ke mitochondria otot yang difasilitasi oleh myoglobin.

KELELAHAN OTOT

Kelelahan otot didefinisikan sebagai kegagalan otot untuk mempertahankan atau menghasilkan kekuatan yang diperlukan (Edwards 1981) atau hilangnya kemampuan otot untuk menghasilkan kekuatan (Vollestad & Sejersted 1988). Tetapi definisi-definisi ini menjadi sempit oleh terhilangkannya beberapa manifestasi kelelahan yang penting, dan tidak mendefinisikan kelelahan selama kerja otot dinamis secara adekuat. Oleh karena *power* memang nyata menurun dengan adanya kelelahan (McCartney et al 1986, de Haan et al 1989), maka **kelelahan** lebih tepat didefinisikan sebagai menurunnya kapasitas otot dalam menghasilkan kekuatan dan kecepatan kontraksi otot. Definisi ini selain mencakup menurunnya kekuatan maksimal kontraksi otot dan kecepatan kontraksinya, juga meliputi menjadi sangat melambatnya relaxasi otot (lihat gambar dibawah).



Gambar: Grafik kontraksi dan relaxasi otot di kala segar dan setelah melakukan kontraksi selama 30 detik yang melelahkan.

Sumber: Cady et al (1989a) dalam : Maria Zuluaga et al. (1994): Textbook of Sports Physiotherapy, Applied science & practice, pg 3-13.

Tidak ada satu mekanisme yang dapat mewakili semua komponen untuk terjadinya kelelahan otot; sesungguhnya hilangnya kekuatan otot dan melambatnya relaxasi bersifat multifaktorial dan mungkin sekali mempunyai basis yang terpisah. Lebih lanjut, mekanisme terjadinya kelelahan otot pada kontraksi submaximal yang lama dapat sangat berbeda dengan mekanisme terjadinya kelelahan pada olahraga dengan intensitas tinggi dalam durasi singkat. Bahasan ini menelaah tempat-tempat dan mekanisme-mekanisme yang mungkin untuk terjadinya kelelahan otot selama olahraga.

Tempat-tempat kelelahan: sentral dan perifer

Manakah yang sesungguhnya menjadi tempat kelelahan, masih bersifat kontroversial, tempat-tempat itu dapat bersifat sentral yaitu

pada proses-proses di susunan saraf pusat dan juga dapat di perifer yaitu pada proses-proses di dalam otot (Asmussen 1978, Bigland-Ritchie 1981). Proses-proses dalam susunan saraf pusat (SSP) diawali dengan pembuatan pola gerak pada cortex motoris, perambatan impuls ke perifer melalui jalur desendens dan perangsangan neuron-neuron motoris alfa, yang diakhirinya menghasilkan rekrutmen motor-motor unit. Kelelahan sentral telah dapat diperlihatkan pada beberapa nara-coba dengan ketidak-mampuannya merekrut seluruh motor unit berkontraksi sepenuhnya dalam melakukan kerja isometrik yang melelahkan (Bigland-Ritchie et al 1978). Tetapi pengaruh ini pada kebanyakan orang dapat ditiadakan dengan pelatihan dan motivasi yang adekuat. Akhir-akhir ini bukti adanya rekrutmen yang tidak menyeluruh (rekrutmen \pm 90%) telah dapat diperlihatkan pada otot-otot flexor articulation cubiti (sendi siku) selama kontraksi isometrik yang melelahkan, yang menunjukkan adanya kelelahan sentral (Gandevia 1992). Tetapi kelelahan sentral hanya berperan kecil dalam menurunkan kekuatan selama kontraksi isometrik.

Jadi walaupun kelelahan sentral memang ada selama **kontraksi isometrik**, tetapi bagian terbesar kelelahan berasal dari tempat-tempat perifer. Penelitian mengenai kelelahan sentral pada **kontraksi dinamis** masih terus berlanjut, dan penelitian akhir-akhir ini meyakini bahwa kelelahan sentral memang memberi kontribusi (Newham et al 1991).

Kemungkinan tempat-tempat kelelahan perifer meliputi: sarcolemma, sistem tubulus T, retikulum sarkoplasma (RS), dan *cross-bridges* dari myosin. Hal ini semua mencerminkan proses-proses yang meliputi perangsangan membran, proses kontraksi dan relaxasasi, dan pemben-

tukan daya (energi) pada proses olahdaya.

Kemungkinan-kemungkinan mekanisme terjadinya kelelahan

Kelelahan disebabkan oleh karena terganggunya homeostasis. Gangguan homeostasis ini disebabkan oleh salah satu atau gabungan dari hal-hal tersebut di bawah ini :

1. Habisnya sumber daya (energi),
2. Tertimbunnya metabolit (sampah olahdaya),
3. Gangguan keseimbangan elektrolit
4. Gangguan mekanisme lekat-lepas myosin-actin.

Keempat hal tersebut di atas menyebabkan terganggunya mekanisme kontraksi dan relaxasasi. Kelelahan memang terkait kepada salah satu dari faktor-faktor tersebut di atas, tetapi hal itu masih sangat tergantung pada intensitas dan durasinya melakukan olahraga.

1. Habisnya sumber daya (energi)

Baik PC maupun glikogen memang dapat habis selama melakukan olahraga. Kelelahan otot yang terjadi secara cepat dan berat adalah pada orang-orang yang melakukan latihan lari sprint maximal, dan kelelahan itu sudah terjadi hanya dalam durasi 30 detik. Pada keadaan itu PC otot menurun sebesar 70%, cadangan glikogen menurun sebesar 30% dan ATP menurun sebesar 40-50% (Cheetam et al 1986, McCartney et al 1986). Adanya penurunan cadangan ATP ini menunjukkan bahwa kecepatan penggunaannya lebih besar dari pada pembentukannya. Penelitian lebih akhir mengenai hal ini dilakukan pada satu serabut otot yang diambil melalui biopsi dari otot vastus lateralis dari m.Quadriceps femoris, yang kemudian dirangsang dengan

rangsang listrik sampai lelah. Ternyata terjadi penurunan ATP sebesar 40-50%, dan dalam hal PC ternyata habis sama sekali pada serabut-serabut otot ST dan FT (Soderlund & Hultman 1991). Dari temuan ini diyakini bahwa kecepatan pembentukan kembali ATP memang terbatas selama olahraga yang sangat intensif. Selama olahraga yang berdurasi lama, cadangan glikogen otot dapat habis sama sekali, terutama pada serabut-serabut otot ST (Vollestad et al 1984). Meski terjadi kehabisan total sumber daya (glikogen) pada peristiwa ini, tetapi cadangan ATP hanya berkurang sebesar 10-20% ketika terjadi kelelahan total (Broberg & Sahlin 1989). Menurunnya cadangan ATP otot yang relatif kecil pada olahraga berdurasi lama ini menunjukkan pentingnya peran glikogen sebagai sumber daya di dalam otot. Karena itu maka peningkatan cadangan glikogen otot (pemuatan karbohidrat otot) memang menunjukkan perbaikan penampilan pada olahraga berdurasi panjang (Bergstrom et al 1967).

2. Tertimbunnya metabolit

Kerja otot yang sangat berat disertai dengan tertimbunnya banyak metabolit yang terdiri dari laktat termasuk ion-ion H^+ , fosfor anorganik (Pi), adenosine diphosphate (ADP), inosine monophosphate (IMP) dan zat-zat intermediate hasil glikolisis. Dari semua ini, pengaruh timbunan laktat dan ion H^+ (asidosis) adalah yang paling banyak dipelajari.

Acidosis

Olahraga berat durasi pendek ditandai dengan peningkatan kadar laktat yang besar dalam otot, yang menyebabkan terjadinya asidosis intraselular yang signifikan (Hermansen & Osnes 1972, Wilson et al

1988). Asidosis ini dikaitkan dengan kelelahan otot melalui berbagai mekanisme, yang meliputi tertekannya jumlah Ca^{2+} yang aktif, meningkatnya ambang aktivasi Ca^{2+} , dan berkurangnya kepekaan serabut-serabut otot terhadap Ca^{2+} (Donaldson & Hermansen 1978, Fabiato & Fabiato 1978). Acidosis juga menyebabkan menurunnya kecepatan maximal kontraksi otot (Metzger & Moss 1987, Cooke et al 1988), yang juga menyebabkan berkurangnya *power* otot terutama pada kontraksi-kontraksi dengan kecepatan tinggi (de Haan et al 1989). Acidosis juga dapat mengganggu proses pembentukan daya karena menurunkan kecepatan glikogenolisis dan glikolisis (Sutton et al 1981, Spriet et al 1989). Hambatan terhadap produksi ATP dalam sel dapat juga mengganggu proses relaksasi otot, karena relaksasi otot juga memerlukan daya (energi). Jadi meningkatnya kadar H^+ (asidosis) intraseluler dapat berpengaruh langsung terhadap melambatnya relaksasi otot pada kelelahan (Cady et al 1989b, Bergstrom & Hultman 1991). Oleh karena itu acidosis dikaitkan dengan menurunnya kekuatan kontraksi otot dan melambatnya relaksasi. Tetapi acidosis bukan penyebab dari seluruh penurunan kekuatan kontraksi otot dan melambatnya relaksasi pada kelelahan. Lagi pula acidosis bukanlah faktor penyebab yang penting untuk kelelahan otot pada olahraga dengan durasi yang panjang, karena dalam hal ini kadar H^+ dalam otot hanya meningkat sedikit (Dawson et al 1978, Denis et al 1989).

Fosfat anorganik (Pi)

Kadar Pi intramuskular dapat menjadi 4-5 kali lebih banyak selama kerja otot intensif (Cady et al 1989b, Wilson et al 1988) dan dapat

secara langsung menyebabkan menurunnya kekuatan kontraksi otot (Cooke et al 1988). Pengaruh menghambat ini mungkin sekali disebabkan oleh meningkatnya kadar ion H_2PO_4^- (diprotonated inorganic phosphate), yang akan diperberat oleh acidosis (Cady et al 1989b, Nosek et al 1987, Wilson et al 1988). Meningkatnya Pi juga sangat erat hubungannya dengan melambatnya kecepatan relaxasi otot pada kelelahan (Bergstrom & Hultman 1991, Cady et al 1989a). Seberapa besar kontribusi peningkatan kadar Pi terhadap kelelahan pada olahraga dengan durasi panjang, belum diteliti.

Adenosine difosfat (ADP)

Kadar ADP otot meningkat selama kerja otot, dalam proporsi yang sebanding dengan menurunnya kekuatan kontraksinya (Dawson et al 1978). Meningkatnya kadar ADP dan menurunnya kadar ATP berarti menurunnya muatan daya (energi) dalam sel otot, yang berarti menurunnya pembentukan daya dari hidrolisis ATP (Sahli et al 1978). Oleh karena ADP dengan cepat disingkirkan oleh enzim creatine phosphokinase, adenylate kinase, glikolisis dan olahdaya oksidatif, maka pada penelitian temuan adanya peningkatan kadar ADP hanya kecil saja. Hal ini menyulitkan untuk menentukan seberapa penting peran ADP dalam proses terjadinya kelelahan. Pembuangan ADP oleh adenylate kinase menghasilkan adenosine monophosphate (AMP), yang kemudian dideaminasi menjadi IMP (inosine monophosphate) dan ammonia. Oleh karena pembuangan IMP dari otot adalah lambat, maka peningkatan IMP pada olahraga mencerminkan peningkatan AMP dan ADP. Peningkatan IMP yang signifikan dilaporkan terjadi pada

olahraga dengan intensitas tinggi (Sahlin et al 1978) dan juga pada olahraga durasi panjang (Broberg & Sahlin 1989). Temuan ini meyakinkan bahwa terjadinya peningkatan ADP yang lambat (*transient*) pada kehabisan tenaga (*exhaustion*), mungkin adalah faktor yang penting bagi berkembangnya kelelahan.

3. Gangguan keseimbangan elektrolit dalam otot

Elektrolit sangat penting untuk fungsi otot yang normal, karena sangat erat hubungannya dengan proses perangsangan pada membran sel otot, serta proses kontraksi dan relaxasi otot. Gangguan terhadap pengaturan kadar elektrolit dalam otot yang biasanya sangat ketat ini telah dikaitkan dengan terjadinya kelelahan (McKenna 1992, Sjogaard 1991). Mengalirnya elektrolit menembus membran sel otot telah diketahui mempunyai implikasi terhadap kelelahan otot melalui dua mekanisme utama yaitu: (1) melalui pengaruhnya terhadap depolarisasi membran sel otot dengan konsekuensinya yaitu menurunnya kepekaan sel otot (Sjogaard et al 1985); dan (2) melalui terjadinya acidosis intraselular (Lindinger et al 1987, Lindinger & Heigenhauser 1988, 1991). Mengalirnya keluar ion K^+ dari sel otot yang sedang berkontraksi yang terjadi pada setiap aksi menyebabkan meningkatnya kadar ion K^+ ekstraselular dan menurunnya kadar ion K^+ intraselular (Hnik et al 1986, Juel 1986, Sjogaard 1985). Perubahan-perubahan ini sangat nyata pada kontraksi yang intensif (Juel 1986) dan menyebabkan terjadinya depolarisasi membran sarcolemma dan membran tubulus-T, yang menyebabkan menurunnya besar amplitudo potensial aksi, dibebaskannya ion Ca^{2+}

yang menyebabkan terjadinya kontraksi otot (Juel 1986, Sjogaard et al 1985). Agaknya mekanisme ini dimediasi melalui membran tubulus-T, yang disebabkan oleh karena volume dan jumlah pompa Na^+/K^+ pada sistem tubulus-T adalah lebih sedikit, serta adanya temuan-temuan perubahan potensial aksi yang tidak konsisten pada kelelahan.

Gangguan terhadap homeostasis kalium juga telah ditemukan pada kelelahan selama olahraga dengan durasi panjang, olahraga submaximal intermiten; dengan ditemukannya penurunan kadar ion K^+ intraselular yang signifikan (Lindinger & Sjogaard 1991). Menurunnya kadar ion K^+ intraselular dan meningkatnya kadar ion laktat dan ion chlorida (Cl^-) juga memberi kontribusi bagi terjadinya acidosis intraselular yang signifikan selama olahraga dengan intensitas yang tinggi (Lindinger & Heigen hauser 1988,1991).

4. Gangguan mekanisme lekat-lepas myosin-actin

Oleh karena peran ion Ca^{2+} yang sangat fundamental bagi terjadinya kontraksi dan relaxasi otot, maka gangguan terhadap pengaturan kadar ion Ca^{2+} dapat mempengaruhi semua aspek dari fungsi kontraktile otot. Kegagalan mekanisme rangsang-kontraksi pada otot rangka sekarang secara luas telah diyakini sebagai sangat berperan dalam proses terjadinya kelelahan (Vollesad & Sejersted 1988, Westerblad et al 1991). Mekanismenya yang mungkin meliputi berkurangnya pembebasan ion Ca^{2+} dari retikulum sarkoplasma (Allen et al 1989, Lanner gren & Westerblad 1989) dan menurunnya kepekaan terhadap ion Ca^{2+} (Allen et al 1989, Donaldson & Hermansen 1978), keduanya erat hubungannya dengan menurunnya kapasitas

pembentukan kekuatan pada kelelahan. Relaksasi otot tergantung pada proses yang memerlukan energi yaitu yang diperlukan untuk melepas perlekatan *cross bridge* pada filamen actin dan pengambilan kembali ion Ca^{2+} oleh retikulum sarkoplasma.

Ternyata kecepatan pengambilan kembali ion Ca^{2+} oleh retikulum sarkoplasma juga berkurang pada otot yang lelah. Oleh karena itu gangguan pada fungsi retikulum sarkoplasma (transport Ca^{2+}) akan juga menjadi penyebab melambatnya relaksasi pada otot yang lelah. Penurunan kecepatan pengambilan kembali ion Ca^{2+} ini dapat mencapai sekitar 50% pada otot yang lelah dan hal ini disertai dengan penurunan yang setara dalam aktivitas Ca^{2+} -ATPase. Pelambatan relaksasi ini terutama terjadi selama kontraksi isometrik pada rangsangan neuron motoris dengan frekuensi rendah yang memungkinkan terjadinya fusi *twitches* (kontraksi-kontraksi tunggal), dan hal itu dapat mengganggu koordinasi otot selama kontraksi-kontraksi balistik yang cepat.

DAMPAK LATIHAN (OLAHRAGA).

Latihan secara umum dapat dibagi dalam tiga katagori yaitu 1) latihan daya tahan, 2) latihan sprint, dan 3) latihan kekuatan, yang hakekatnya merupakan kesinambungan latihan dari rentang latihan daya tahan (aerobik) ke latihan kekuatan (anaerobik). Intensitas kontraksi dan banyaknya (jumlah) kontraksi pada latihan endurance adalah kebalikan dari latihan kekuatan (Baca Bab 12: Fisiologi Pembebanan). Bahasan ini akan memusatkan perhatian kepada dampak latihan daya tahan terhadap adaptasi kardiovaskular, respirasi, otot rangka dan

olahdaya serta hubungannya dengan penampilan latihan.

Stuktur Ultra dan Tipe-tipe Serabut Otot

Walaupun telah sejak lama diyakini bahwa komposisi serabut-serabut otot rangka diatur oleh faktor-faktor genetik, tetapi terdapat semakin banyak penelitian yang menunjukkan dapat terjadi transformasi tipe serabut setelah menjalani latihan yang intensif dan atau berdurasi panjang. Jadi serabut-serabut otot ST yang jumlahnya besar pada atlet daya tahan mungkin sekali merupakan kombinasi dari pengaruh bawaan (genetik) dan tipe peralihan dari serabut otot FT ke ST yang disebabkan oleh latihan. Tabel di bawah ini menggambarkan secara ringkas kemungkinan perubahan tipe otot rangka pada manusia.

Latihan kekuatan menyebabkan terjadinya hipertrofi otot yang jelas dan diperolehnya kekuatan yang lebih besar. Transformasi tipe-tipe serabut tidak tampak jelas pada otot-otot anggota tubuh atas maupun bawah setelah menjalani latihan kekuatan. Hipertrofi otot disebabkan oleh karena membesarnya serabut-serabut FT dan ST tetapi terutama serabut-serabut FT. Oleh karena luas penampang melintang otot berkorelasi dengan kekuatan otot, maka hipertrofi merupakan faktor yang penting untuk meningkatnya kekuatan otot sebagai hasil latihan kekuatan. Tetapi peningkatan kekuatan otot sebagai hasil latihan kekuatan juga bersumber pada faktor-faktor saraf. Hal ini ditandai dengan terjadinya peningkatan kekuatan yang cepat yang terjadi pada awal program latihan kekuatan, yang belum disertai terjadinya hipertrofi otot. Hal ini juga terlihat dari adanya pengaruh *cross-training*, yaitu bahwa peningkatan kekuatan otot tidak hanya terjadi pada otot-otot ekstremitas yang dilatih, tetapi juga pada otot-otot ekstremitas yang tidak

dilatih. Lebih lanjut perolehan peningkatan kekuatan otot juga sangat spesifik tergantung pada cara latihan; misalnya latihan kekuatan secara

Tabel

Distribusi tipe-tipe serabut otot vastus lateralis M.Quadriceps femoris yang ditetapkan secara histokimia, sebelum dan sesudah latihan, dalam suatu penelitian longitudinal tentang *training/ detraining*, dan penelitian yang membandingkan orang-orang yang terlatih dan tidak terlatih

Tipe latihan		Tipe serabut otot		
		I	IIa	IIb
8 minggu latihan daya tahan intensitas tinggi (n =12)	Pre	41	37	19
	Post	43	42*	14*
24 minggu lari lintas alam (n = 7)	Pre	58	26	9
	Post	57	32*	3*
6 minggu latihan daya tahan intensitas tinggi (n = 10)	Pre	50	37	12
	Post	56*	34	10*
15 minggu latihan intensitas tinggi (n = 24)	Pre	41	42	17
	Post	47*	42	11*
11 minggu latihan sprint, setelah 4 minggu latihan lari jarak jauh (n = 24)	Pre	69	20	10
	Post	52*	18	18*
14 minggu tanpa latihan setelah beberapa tahun latihan daya tahan (n = 4)	Pre	53	29	14
	Post	52	30	13
1-2 tahun tanpa latihan setelah bertahun-tahun kompetisi dayung (n = 6)	Pre	65	28	7
	Post	51*	37	11
6 minggu latihan sprint (n = 15)	Pre	57	32	8

	Post	48*	38*	12
Kontrol (n = 69)		54	32	13
Petualang (Orienteers) (n = 8)		68*	24	3*
Kontrol (n = 6)		51	41	7
Pelari jarak jauh (n = 9)		78*	19*	3*
Kontrol (n = 4)		38	31	26
Pelari lintas alam (n = 6)		52	35	12*

* menunjukkan perbedaan terhadap Pre atau kontrol

Sumber: adaptasi dari Baumann et al (1987) dalam: Maria Zuluaga et al. (1994): Textbook of Sports Physiotherapy, Applied science & practice, pg 3-13.

isometrik akan menghasilkan kekuatan isometrik, tetapi kekuatan dinamisnya mungkin tidak berubah, dan sebaliknya. Kekuatan otot tidak jelas berkembang pada latihan daya tahan atau latihan sprint jangka pendek. Tetapi latihan sprint jangka panjang sangat mungkin menyebabkan peningkatan yang besar dalam kekuatan otot walaupun hipertrofi yang nyata pada sprinter elit pada umumnya lebih disebabkan oleh karena latihan kekuatan tambahan. Latihan sprint dapat menyebabkan transformasi pada serabut-serabut FT, tetapi perubahan dari ST ke FT masih tetap belum meyakinkan.

Sistema kardiovaskular

Adaptasi terhadap latihan pada sistema kardiovaskular dapat bersifat sentral maupun perifer. Adaptasi sentral meliputi perubahan-perubahan pada (1) curah-jantung (*cardiac output*), (2) volume darah dan (3)

kapasitas angkut darah arteri terhadap oksigen. Adaptasi perifer meliputi kapilarisasi dan peningkatan aliran darah dalam otot rangka. Arti fungsional perubahan-perubahan ini dapat dievaluasi dengan mengamati masing-masing peran komponen itu dalam meningkatkan VO_2 max dan tampilan daya-tahannya (*endurancinya*) setelah menjalani latihan daya-tahan. Persamaan Fick penting untuk memahami kontribusi faktor-faktor sentral dan perifer terhadap VO_2 max: konsumsi oksigen sama dengan hasil perkalian dari curah-jantung dan selisih kandungan O_2 dalam darah arteri dan vena $\{(VO_2 = Q \times C(a-v)O_2)\}$. Latihan menghasilkan sejumlah adaptasi kardiovaskular sentral dan perifer, dan karenanya meningkatkan pasokan oksigen ke otot rangka.

Adaptasi sentral:

1- Curah jantung

Selama melakukan olahraga maksimal, curah jantung dapat mencapai 30 L per menit atau lebih pada atlet-atlit elit, sedangkan pada pesantai sekitar 20 L per menit, bahkan dapat hanya 15 L per menit pada orang-orang yang oleh karena sesuatu sebab harus menjalani *bed rest*. Perbedaan dalam curah-jantung maksimal ini hampir seluruhnya disebabkan oleh karena perbedaan dalam isi sedenyut (*stroke volume*) maksimalnya, sedangkan frekuensi denyut jantung maksimalnya tidak berubah (Saltin et al 1968). Meningkatnya curah jantung maksimal adalah sesuai dengan panjangnya masa latihan, dan sejajar dengan meningkatnya VO_2 max. Hal ini menunjukkan pentingnya peran adaptasi sentral dalam menentukan besar VO_2 max. Meningkatnya curah jantung maksimal juga mencerminkan isi jantung pada akhir diastole yang lebih

besar, yang disebabkan oleh meningkatnya dimensi jantung pada akhir diastole (Keul et al 1982). Latihan sub-maximal yang teratur, menghasilkan isi sedenyut yang lebih besar dan frekuensi denyut jantung yang lebih rendah (Saltin et al 1968). Latihan aerobik meningkatkan kemampuan fungsional jantung !

Menurunnya frekuensi denyut jantung pada istirahat kemungkinan disebabkan oleh meningkatnya tonus saraf para-simpatis, sedangkan menurunnya frekuensi denyut jantung sewaktu melakukan olahraga sub-maximal (setelah terlatih), kemungkinan disebabkan oleh karena menurunnya rangsangan simpatis.

Adaptasi sistema kardiovaskular pada atlet yang berlatih kekuatan dan *power* menunjukkan bahwa VO_2max .nya adalah rendah, dimensi jantung dan volumenya pada akhir distole berkurang, sedangkan tebal dinding ventrikelnya sangat bertambah (Keul et al 1982). Hal ini menunjukkan adanya fungsi jantung yang harus mengatasi tekanan darah arteri yang tinggi. Adanya tekanan darah yang biasanya tinggi pada atlet-atlet ini khususnya pengangkat berat (*weight lifter*) disebabkan oleh karena tahanan perifer sistem sirkulasi meningkat yang disebabkan oleh karena pada latihan kekuatan komponen kontraksi isometriknya cukup besar (lihat: Bab Latihan otot) sehingga jepitan terhadap sistem sirkulasi perifer cukup signifikan untuk menyebabkan meningkatnya tekanan darah. Hipertrofi dinding ventrikel (kiri) merupakan respons jantung agar kebutuhan sirkulasi perifer yang tidak memadai pada atlit-atlit kekuatan dan *power* dapat diatasi.

Pengaruh latihan sprint terhadap adaptasi sentral sistema kardiovaskular menyebabkan menurunnya frekuensi denyut nadi istirahat dan

frekuensi denyut nadi pada latihan submaximal, disertai dengan meningkatnya isi sedenyut maksimal dan curah jantung maksimal.

2- Volume darah

Volume darah bertambah 6-10% setelah latihan daya tahan (endurance), yang pertama-tama disebabkan oleh meningkatnya volume plasma, tanpa adanya perubahan dalam volume sel darah merah. Hipervolemia ini menyebabkan menurunnya kadar hemoglobin yang sering ditemukan pada atlit, yang dikenal dengan istilah **pseudoanemia olahraga** (*sports pseudoanemia*), dalam hal ini massa eritrosit sesungguhnya memang tidak berkurang. Meningkatnya volume darah ini akan meningkatkan pengisian jantung maksimal dan curah jantung maksimal, yang menjadi kontribusi bagi meningkatnya VO_2 max sebagai hasil latihan daya tahan. Ketiadaan latihan (*detraining*) menyebabkan menurunnya volume darah dan VO_2 max.

3- Aliran darah otot – Kapasitas angkut darah terhadap O_2

Hampir seluruh peningkatan curah-jantung pada olahraga ditujukan untuk otot-otot yang berkontraksi, dengan aliran darah tertingginya sebesar 7 L/menit yang diukur pada latihan dengan menggunakan satu tungkai. Setelah latihan daya tahan, besar aliran darah ke otot-otot yang berkontraksi selama latihan submaximal menurun (Grimby et al 1967, Kiens & Saltin 1986). Meskipun belum dapat diperlihatkan pada manusia, perfusi maksimal otot juga meningkat setelah latihan daya tahan, yang menyebabkan terjadinya peningkatan dalam curah jantung maksimal dan peningkatan yang lebih kecil pada ekstraksi oksigen seluruh tubuh. Jadi

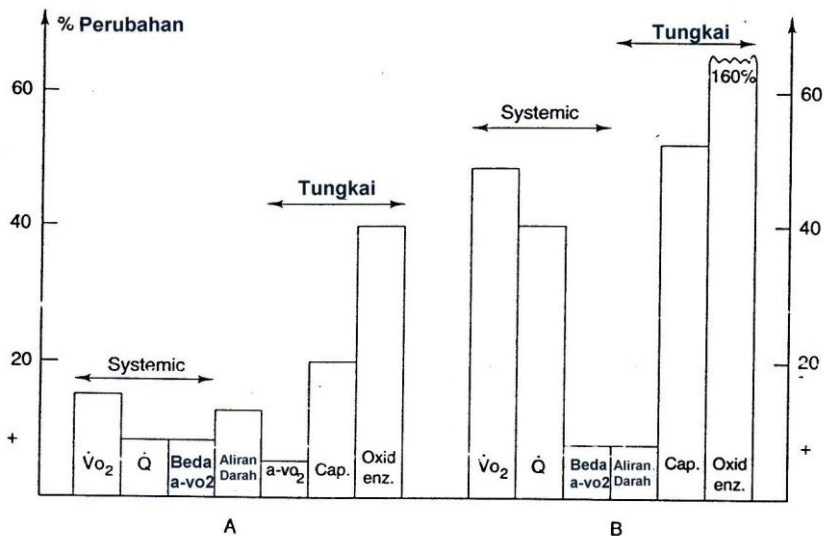
pasokan oksigen terutama dipenuhi dengan meningkatnya curah jantung (meningkatnya besar/ volume aliran darah), sehingga ekstraksi oksigen dari darah dapat diperkecil.

Adaptasi perifer:

Kapilarisasi otot

Kapilarisasi otot meningkat secara dramatis dengan latihan daya tahan. Bila dinyatakan dalam jumlah kapiler per serabut otot, kapilarisasi ini meningkat hampir 50% setelah latihan 8 minggu (lihat gambar histogram di bawah). Mekanisme yang mendasarinya masih belum jelas, tetapi hal itu dapat dikaitkan dengan meningkatnya faktor pertumbuhan fibroblast (*fibroblast growth factor*) dalam otot rangka (Booth & Thommason 1991). Arti fungsional adaptasi ini terletak pada meningkatnya bidang persinggungan antara sirkulasi dan otot. Hal ini mempermudah difusi berbagai zat dari kapiler ke otot serta memperpanjang keberadaan darah dalam otot, sehingga secara efektif meningkatkan ekstraksi oksigen, zat-zat metabolik dari darah ke otot dan juga mempermudah pembuangan sampah olahdaya (metabolisme).

Tetapi meningkatnya ekstraksi oksigen ini tergantung pada meningkatnya kapasitas oksidatif otot rangka. Meskipun dari hasil latihan kekuatan terdapat hipertrofi otot yang jelas, tetapi rasio serabut otot-kapiler darah dan kepadatan kapiler tidak berubah (Lauthi et al 1986). Tetapi latihan sprint pada tikus meningkatkan rasio serabut otot-kapiler darah dan juga jumlah kapilernya (Dimauro et al 1992).



Gambar. Rangkuman perubahan-perubahan fisiologis yang berhubungan peningkatan $\dot{V}O_{2max}$ sedang (A) dan besar (B), yang merupakan respons terhadap latihan fisik.

Sumber: Saltin & Galnick (1983), dalam: Maria Zuluaga et al. (1994): Textbook of Sports Physiotherapy, Applied science & practice, pg 3-13.

Sistem pernafasan

Meskipun organ seperti otot rangka dan myocardium memperlihatkan adanya adaptasi yang nyata terhadap peningkatan kegiatan fisik kronik (berlangsung lama dan teratur), tetapi besar adaptasi sistem pernafasan ini ternyata sangat terbatas. Meskipun atlet yang sangat terlatih dapat memiliki kapasitas vital (VC) dan *forced expired volume* (FEV) yang lebih besar dari pada orang-orang yang tidak terlatih, tetapi

perbedaan ini bersifat genetik. Ventilasi paru pada istirahat tidak berubah oleh latihan, tetapi latihan daya tahan menurunkan ventilasi pada beban kerja yang submaximal. Yang disebabkan terutama oleh karena berkurangnya produksi asam laktat dan CO₂ (Casaburi et al 1987). Pada orang yang tidak terlatih, gas-gas dalam darah arteri dan pHnya dapat terkendali dengan baik selama kerja ringan dan sedang. Pada kerja/olahraga dengan intensitas yang lebih tinggi, PO₂ masih dapat terkendali dengan baik tetapi PCO₂ sangat menurun, yang mungkin sekali akibat terjadinya asidosis sistemik.

Sebaliknya atlet daya tahan yang sangat terlatih (VO₂max > 65 ml.kg⁻¹.men⁻¹) dapat memperlihatkan adanya oksigenisasi darah arteri yang tidak perfek (sempurna) selama olahraga berat. Hal ini dapat dilihat dari melebarnya perbedaan antara PO₂ alveolar terhadap PO₂ arteri. Kapiler darah pada alveoli panjangnya antara 0.5-1 mm dengan diameter ± 10 mikron. Keberadaan darah dalam kapiler untuk pengambilan O₂ dan pembuangan CO₂ ini selama istirahat adalah sangat singkat yaitu dalam waktu kurang dari 1 detik, namun demikian kejenuhan darah akan O₂ mencapai 95.6-100%. Tetapi sewaktu melakukan kerja atau olahraga berat, keberadaan darah dalam kapiler paru menjadi lebih singkat lagi yaitu dalam waktu kurang dari 0.5 detik, sehingga tingkat kejenuhan darah akan O₂ dapat menurun sampai 91% dan bahkan pernah dilaporkan adanya penurunan sampai 82.5% (Karpovich & Sinning 1971). Penelitian lebih mutakhir menunjukkan menurunnya PO₂ arteri dapat mencapai 65 mmHg (PO₂ normal = 104 mm Hg) selama olahraga berat. Hipoxaemia ini diduga akibat dari gabungan berbagai faktor, yang meliputi sangat tingginya aliran darah pulmonal atlet (curah jantung >

25 L.per menit) dan kapasitas kapiler pulmonal yang secara morfologis tidak memadai, yang mengakibatkan menjadi lebih singkatnya keberadaan sel darah merah dalam kapiler alveoli, sehingga tidak tercapainya keseimbangan gas yang adekuat selama darah mengalir melalui kapiler paru (Dempsey et al 1985, Powers & Williams 1987). Dengan demikian sistem pernafasan dapat menjadi kendala bagi penampilan olahraga pada atlet yang sangat terlatih ini, selama melakukan olahraga berat (Demsey 1986).

Adaptasi metabolik otot rangka

Mitochondria dan aktivitas enzim

Salah satu adaptasi perifer yang sangat menonjol sebagai hasil latihan daya tahan adalah menjadi sangat meningkatnya aktivitas enzim mitochondria, yang menunjukkan adanya peningkatan volume mitochondria (Saltin & Golnick 1983). Enzim yang terlibat dalam siklus Krebs, rantai transpor elektron dan beta oksidasi (olahdaya lemak), kesemuanya meningkat oleh latihan daya tahan (lihat gambar histogram di halaman 414). Perubahan-perubahan ini adalah reversibel dan akan terjadi penurunan yang tajam hanya oleh ketiadaan latihan dalam satu minggu (Costil et al 1985, Henriksson & Reitman 1977). Mekanisme molekular yang mendasari peningkatan pengaturan mitochondria oleh latihan, masih belum jelas, tetapi dapat dikaitkan dengan peningkatan 3' 5' cyclic adenosine monophosphate (cAMP), atau perubahan dalam cadangan PC (fosfokreatin) dalam otot-otot yang sedang berkontraksi (Booth & Thomason 1991).

Arti fungsional perubahan-perubahan ini telah secara luas dibahas

dan mungkin sekali menghasilkan: (1) meningkatnya pengendalian (kepekaan) jalur-jalur olahdaya (metabolisme) oksidatif; (2) meningkatnya kecepatan penggunaan O_2 oleh mitochondria (3) berkurangnya gangguan olahdaya pada olahraga; dan (4) meningkatkan penggunaan lemak (Saltin 1984, Saltin & Rowell 1980, Saltin & Gollnick 1983). Cadangan myoglobin dalam otot rangka manusia tidak meningkat dengan latihan daya tahan (Jansson et al 1982), tetapi justru dapat meningkat pada immobilisasi (Jansson et al 1988).

Latihan sprint berkaitan dengan meningkatnya aktivitas phosphofruktokinase (PFK), tetapi hanya sedikit (kalaupun ada) meningkatkan aktivitas enzim oksidatif (Jacobs et al 1987, Roberts et al 1982). Meningkatnya aktivitas PFK inilah yang menyebabkan menjadi lebih cepatnya glikolisis anaerobik dalam otot sebagai hasil dari latihan sprint.

Latihan kekuatan berkaitan dengan menurunnya volume dan kepadatan mitochondria, yang disebabkan oleh sangat meningkatnya volume myofibril (Lauthi et al 1986, MacDougall 1986). Hal ini menyebabkan terjadinya kemampuan aerobik yang rendah pada otot-otot yang dilatih kekuatan.

Olahdaya latihan

Meskipun latihan daya tahan tidak mempengaruhi jumlah ATP dan PC dalam otot, tetapi cadangan glikogen dan lemak meningkat, dan terdapat perbedaan besar dalam pembentukan/penumpukan metabolit ini setelah latihan daya tahan. Setelah menjalani masa latihan daya tahan, latihan pada intensitas (*power output*) tertentu ditandai dengan berkurangnya penurunan fosfagen otot (ATP dan PC) dan juga

berkurangnya penurunan cadangan glikogen otot, disertai dengan timbunan laktat yang lebih sedikit dalam otot maupun dalam darah (Hurley et al 1986, Jansson & Kaijser 1987, Saltin & Karlsson 1971). Perubahan-perubahan ini diyakini sebagai hasil dari meningkatnya volume mitochondria dan kapilarisasi yang terjadi oleh pengaruh latihan daya tahan (Gollnick & Saltin 1982, Saltin & Rowell 1980); tetapi perubahan metabolik ini baru terlihat setelah 5-12 hari latihan, karena selama itu peningkatan mitochondria atau kapilarisasi belum nampak (Green et al 1991b, 1992). Jadi mungkin ada mekanisme-mekanisme lain yang juga berperan menyebabkan perubahan-perubahan dalam olahdaya latihan selain oleh latihan itu sendiri.

Mekanisme-mekanisme ini belum seluruhnya teridentifikasi, tetapi mungkin sekali meliputi perubahan-perubahan dalam jumlah catecholamine yang terdapat dalam sirkulasi (Green et al 1991a). Satu dari adaptasi metabolik yang terpenting setelah latihan daya tahan adalah meningkatnya penggunaan lemak selama olahraga (Hurley et al 1986). Terdapat perbedaan pendapat antara apakah peningkatan oksidasi lemak ini seluruhnya disebabkan oleh karena meningkatnya pemecahan trigliserida otot (Hurley et al 1986, Jansson & Kaijser 1987) atau juga meliputi meningkatnya ambilan FFA (*free fatty acid* = asam lemak bebas) dari peredaran darah (Turcotte et al 1992). Meningkatnya penggunaan lemak selama olahraga memungkinkan terjadinya penghematan cadangan karbohidrat endogen dan menyebabkan meningkatnya daya tahan otot (*muscular endurance*). Tetapi disebabkan oleh karena rendahnya *power* metabolik dari oksidasi lemak (yaitu dampaknya terhadap kecepatan produksi ATP adalah kecil), maka peningkatan

oksidasi lemak tidak berpengaruh terhadap peningkatan $VO_2\text{max}$, artinya untuk meningkatkan kapasitas Aerobik diperlukan kondisi pelatihan yang bersifat *anaerobic endurance* yaitu latihan-latihan *serial (interval) long distance sprint training*.

Latihan sprint tidak mempengaruhi (mengurangi) besar penurunan jumlah ATP dan PC dalam otot, tetapi menyebabkan meningkatnya timbunan laktat dalam otot dan darah selama latihan berat (Nevill et al 1989, Sharp et al 1986).

Pengaturan elektrolit selama olahraga

Pengaruh latihan terhadap pengaturan elektrolit selama olahraga masih banyak belum dieksplorasi, meski elektrolit sangat penting bagi fungsi otot yang normal maupun dalam kelelahan. Pengaturan Kalium ion (K^+) oleh otot rangka dapat diperbaiki dengan latihan daya tahan maupun dengan latihan sprint (McKenna 1991, Lindinger & Sjogaard 1991). Setelah latihan daya tahan, K^+ intraselular dapat meningkat (Knochel et al 1985), pengeluaran K^+ dari otot yang berkontraksi menurun (Kiens & Saltin 1986), dan K^+ plasma pada intensitas kerja (*power output*) tertentu adalah lebih rendah (Fosha – Dolezal & Fedde 1989). Kadar pompa Na^+/K^+ pada otot rangka tikus yang dilatih daya tahan meningkat (Kjeldsen et al 1986), tetapi hal itu tidak terjadi pada manusia setelah melakukan latihan daya tahan dengan intensitas yang rendah (Kjeldsen et al 1990). Kadar pompa Na^+/K^+ adalah lebih tinggi dalam otot-otot pria tua yang dilatih secara kronis dibandingkan dengan kelompok kontrol (Klitgaard et al 1989). Setelah berlatih sprint, kadar pompa Na^+/K^+ dalam otot rangka meningkat 16%, disertai menurunnya

peningkatan K^+ plasma selama olahraga *intermittent* yang maximal (McKenna et al 1993). Oleh karena kehilangan K^+ dari otot terjadi pada otot yang lelah, perbaikan kadar K^+ menjadi penting bagi perbaikan penampilan olahraga, dan hal ini terlihat setelah orang menjalani pelatihan daya tahan maupun sprint. Adanya peningkatan yang jelas dari kadar H^+ pada sprint yang intensif, menjadi berkurang atau tidak terjadi perubahan setelah menjalani pelatihan sprint, meski terjadi peningkatan laktat yang besar dalam otot (Nevill et al 1989, Sharp et al 1986). Perbaikan pengaturan kadar ion H^+ dalam otot ini memberi kontribusi terhadap menurunnya kejadian kelelahan setelah pelatihan sprint, dan mungkin sekali bukan disebabkan oleh meningkatnya kapasitas buffer otot (in vitro), melainkan disebabkan oleh karena menjadi baiknya mekanisme pertukaran ion pada sarkolema (Nevill et al 1989, McKenna 1991, Sharp et al 1986).

LATIHAN

1. Ceriterakan urutan kejadian kontraksi dan relaxasi otot !
2. Apa yang dimaksud dengan ATP. Terangkan peran ATP dalam otot !
3. Apa yang dimaksud dengan sumber daya tinggi phosphagen ? Terangkan tata-hubungan fungsional ATP danPC !
4. Terangkan penggunaan daya untuk olahraga dengan intensitas tinggi durasi pendek !
5. Terangkan penggunaan daya untuk latihan statis yang menggunakan kekuatan kontraksi 30-40%! Adakah perbedaan dengan penggunaan daya untuk olahraga dengan intensitas tinggi durasi pendek ?

6. apa penyebab terjadinya perbedaan/ persamaan itu?
7. Terangkan ada berapa tipe serabut otot rangka, dan terangkan ciri-ciri ketiganya, serta contoh-contoh fungsinya dalam kejadian olahraga !
8. Terangkan pola rekrutmen tipe-tipe serabut otot pada aktivitas fisik dengan intensitas rendah dan pada aktivitas fisik dengan intensitas tinggi !
9. Jelaskan peranan sistema kardio-vaskular dalam melayani sejumlah fungsi-fungsi penting dalam tubuh !
10. Jelaskan faktor-faktor fisiologi apa saja yang membatasi VO_2 max !
11. Jelaskan apa itu kelelahan dan sebutkan tempat-tempat kelelahan serta faktor-faktor apa yang memungkinkan terjadinya kelelahan !

Sumber khusus:

McKenna, M.J., & Hargreaves, M. (1994): Physiological responses to exercise, dalam *Textbook of Sports Physiotherapy, Applied science & practice*, Edited by Maria Zuluaga et al., pg 3-13.

Karpovich, P.V. and Sinning, W.E. (1971): *Physiology of Muscular Activity*, Seventh Edition. W.B Saunders Company. Philadelphia – London-Toronto.

Hahn,A.G. (1992): Physiology of Training, dalam Bloomfield,J., Ficker,P.A. and Fitch,K.D. (1992) : *Textbook of Science and Medicine in Sport*, Blackwell Scientific Publications.



**BAB
25**

**SENAM AEROBIK
Menurut Sudut Pandang Ilmu Faal Olahraga**

Y.S. Santosa Giriwijoyo

Surdiniaty Ugelta

1. PENDAHULUAN

Senam Aerobik masuk ke dalam kelompok Olahraga Aerobik. Olahraga Aerobik adalah Olahraga Kesehatan yang terpenting. Hal demikian disebabkan oleh karena Olahraga Aerobik dapat mencapai sasaran utama Olahraga Kesehatan yaitu pemeliharaan dan atau peningkatan kapasitas aerobik bagi orang awam pada umumnya. Kapasitas aerobik merupakan cerminan yang paling akurat mengenai kondisi kesehatan dinamis orang yang bersangkutan. Oleh karena itu sangat perlu difahami apa Olahraga Kesehatan, bagaimana ciri Olahraga Aerobik, dan bagaimana tata-laksananya menurut kaidah Ilmu Faal Olahraga.

SASARAN BELAJAR

Setelah mempelajari Bab 25 ini Mahasiswa/ Pembaca diharapkan memahami tentang :

1. Olahraga Kesehatan Senam Aerobik
2. Tujuan latihan pemanasan
3. Tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik Sasaran I
4. Tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik Sasaran II
5. Tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik Sasaran III
6. Tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik Sasaran I, Sasaran II dan Sasaran III dengan cara sekali-jalan (secara kontinum).
7. Tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik *Low impact*
8. Tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik *High impact*
9. Tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik untuk penurunan berat badan.
10. Tujuan latihan pendinginan.

Olahraga Kesehatan.

Olahraga Kesehatan adalah olahraga untuk tujuan pemeliharaan dan/ atau peningkatan derajat kesehatan, khususnya kesehatan dinamis. Dari sudut pandang Ilmu Faal Olahraga, salah satu ciri utama Olahraga

Kesehatan adalah intensitasnya tidak boleh maksimal, selalu harus submaksimal. Olahraga Kesehatan bukan Olahraga Prestasi. Olahraga Kesehatan adalah bagian dari upaya kesehatan yang bersifat preventif-promotif, yaitu mencegah menurunnya derajat kesehatan dan bahkan mengusahakan peningkatannya.

Ciri kesehatan yang paling mudah ditengarai dengan pengamatan luar adalah dari kemampuannya mengatasi suatu intensitas (beban) olahraga dan durasi (lama-waktu) gerak atau olahraga yang dapat dilakukan. Orang yang dapat bergerak dengan intensitas atau beban yang lebih berat tentu lebih sehat dari pada yang lebih lemah. Orang yang dapat bergerak dengan durasi yang lebih panjang tentu lebih sehat dari pada orang yang lekas lelah.

Peserta Olahraga Kesehatan mempunyai kondisi kesehatan, tingkat usia, kemampuan bergerak (*motor ability*), kemampuan mengikuti gerak (*motor educability*) dan kondisi sosial-ekonomi yang sangat beragam. Akan tetapi Olahraga Kesehatan harus dapat menampung sebanyak mungkin peserta, apapun kondisinya. Oleh karena itu Olahraga Kesehatan harus memenuhi ciri umum yaitu : MASSAL (dapat menampung jumlah besar peserta), gerakan-gerakannya harus sederhana sehingga MUDAH diikuti, tidak memerlukan peralatan-peralatan khusus sehingga menjadi MURAH, penyelenggaraannya dapat dilakukan secara MERIAH sehingga tidak membosankan, namun memenuhi kaidah Ilmu Faal Olahraga sehingga MANFAATnya benar-benar dapat dirasakan oleh seluruh Peserta, dan dengan mengikuti kaidah Ilmu Faal Olahraga itu pula maka pelaksanaannya dapat dilakukan secara AMAN. Intensitas yang submaksimal merupakan faktor keamanan.

Kaidah Ilmu Faal Olahraga menentukan bahwa intensitas olahraga kesehatan harus SUBMAXIMAL dan sebaiknya HOMOGEN, dengan demikian maka penentuan dan pengaturan DOSIS olahraga kesehatan menjadi lebih mudah dan dapat lebih akurat. Dosis olahraga ditentukan oleh dua faktor yaitu Intensitas dan Durasi. Intensitas dan durasi Olahraga Kesehatan harus ADEKUAT yaitu sesuai dengan tingkat sasaran olahraga kesehatan yang dikehendaki. Bila Olahraga Kesehatan ditujukan untuk pemeliharaan dan/atau peningkatan Derajat Kesehatan Dinamis atau lebih sering disebut sebagai Olahraga untuk Kebugaran Jasmani, maka durasi latihan inti tidak boleh kurang dari 10 menit tanpa-henti (non-stop). Akan tetapi bila juga ditujukan untuk menurunkan berat badan, maka durasinya tidak boleh kurang dari 30 menit. Oleh karena itu pelaksanaan Olahraga Kesehatan dengan durasi antara 45-60 menit tanpa henti, sudah sangat memenuhi kebutuhan. Pencapaian intensitas dan durasi yang adekuat harus selalu secara bertahap (lihat Bab Olahraga Kesehatan).

Sangat perlu pula difahami tingkat-tingkat sasaran olahraga kesehatan khususnya dalam hubungan dengan tingkat-tingkat derajat sehat dinamisnya masing-masing peserta. Dengan memahami hal ini maka penyelenggaraan Olahraga Kesehatan dapat dilaksanakan dengan sekali-jalan, tidak perlu dengan mengelompokkan para peserta atas dasar umur dan/ atau kondisi kesehatannya. Para Peserta harus senantiasa diingatkan terlebih dahulu agar mengambil porsi sesuai dengan kemampuannya masing-masing pada saat itu.

Olahraga Kesehatan mempunyai tiga tingkatan sasaran, yaitu:

- Sasaran I : Sasaran Minimal, yaitu memelihara kemampuan gerak yang masih ada, sambil mengusahakan memperluas rentangan gerak yang dimiliki saat ini, melalui latihan peregangan dan pelepasan pada seluruh persendian.
- Sasaran II : Sasaran Antara, yaitu meningkatkan kekuatan dan daya tahan otot untuk dapat meningkatkan kemampuan geraknya lebih lanjut. Penerapan prinsip Pliometrik adalah sangat tepat untuk keperluan ini.
- Sasaran III : Sasaran Utama, yaitu memelihara dan/ atau meningkatkan Kapasitas Aero-bic.

Bagi kepentingan kehidupan sehari-hari, peningkatan kekuatan dan daya tahan otot yang berlebihan tidaklah penting, yang lebih penting adalah meningkatkan kekuatan dan daya tahan otot untuk dapat memenuhi kebutuhan pekerjaan sehari-hari, sehingga pekerjaan senantiasa dapat dirasakan sebagai ringan dan santai.

Olahraga Aerobik

Olahraga Aerobik adalah olahraga yang banyak membutuhkan udara (O_2). Kebutuhan O_2 menjadi banyak bila jumlah otot yang terlibat dalam olahraga menjadi banyak. Kebutuhan O_2 akan menjadi semakin banyak lagi bila masing-masing otot yang terlibat dalam olahraga tersebut berkontraksi semakin kuat. Semakin banyak otot yang terlibat dan semakin kuat masing-masing otot berkontraksi maka berarti semakin berat atau semakin tinggi intensitas olahraga yang sedang dilakukan. Demikianlah maka banyaknya O_2 yang dibutuhkan berhubungan dengan

intensitas olahraga yang sedang dilakukan.

Untuk terjadinya kontraksi otot guna mewujudkan kerja atau olahraga dibutuhkan daya (energi). Daya ini diperoleh melalui proses olahdaya (metabolisme). Di dalam tubuh terdapat dua mekanisme olahdaya yaitu olahdaya anaerobik dan olahdaya aerobik. Olahdaya anaerobik tanpa menggunakan O_2 , menghasilkan daya yang langsung dipergunakan untuk terjadinya kontraksi otot. Sedang olahdaya aerobik menggunakan O_2 dan daya yang dihasilkannya dipergunakan untuk memulihkan kondisi di dalam tubuh (otot), akibat proses olahdaya anaerobik. Makin tinggi intensitas olahraga yang dilakukan, maka makin banyak pula tuntutan akan O_2 yang harus disediakan. Apabila kemampuan menyediakan O_2 tidak dapat memenuhi tuntutannya, maka kelelahan akan timbul dan olahraga akan segera terhenti. Dengan demikian olahdaya aerobik berperan menjaga kelangsungan olahraga atau kerja jasmani yang sedang dilakukan.

Dalam hubungan dengan olahdaya anaerobik, yang berarti intensitas atau berat olahraga yang sedang dilakukan dan olahdaya aerobik yang berarti durasi (lama-waktu) olahraga tersebut dapat dilangsungkan, terdapat hubungan timbal-balik sebagai berikut:

Olahraga berat (intensitas tinggi) tidak mungkin dapat dipertahankan untuk durasi yang panjang, sebaliknya olahraga dengan durasi yang panjang tidak mungkin dengan intensitas yang tinggi.

Pernyataan tersebut di atas dapat pula diterjemahkan sebagai berikut :

Olahraga anaerobik (intensitas tinggi) tidak mungkin dapat dipertahankan untuk durasi yang panjang, sebaliknya olahraga aerobic

(dengan durasi panjang) tidak mungkin dengan intensitas yang tinggi.

Berdasarkan adanya olahdaya anaerobik (yang berhubungan dengan intensitas) dan olahdaya aerobik (yang berhubungan dengan durasi), maka sesuai dengan konsep repetisi maksimal, terdapat pembagian jenis olahraga sebagai berikut:

- 1- Olahraga anaerobik (dominan) adalah olahraga dengan intensitas yang setinggi-tingginya yang dapat dipertahankan dengan durasi maksimal dua menit.
- 2- Olahraga campuran anaerobik-aerobik adalah olahraga dengan intensitas yang setinggi-tingginya yang dapat dipertahankan untuk durasi minimal dua menit dan maksimal delapan menit.
3. Olahraga aerobik (dominan) adalah olahraga dengan intensitas yang setinggi-tingginya yang dapat dipertahankan dengan durasi minimal delapan menit.

Dengan demikian olahraga aerobic adalah olahraga dengan intensitas yang setinggi-tingginya untuk jangka waktu sedikit-dikitnya delapan menit. Intensitas yang setinggi-tingginya berarti intensitas maksimal untuk durasi yang bersangkutan. Intensitas maksimal mengandung resiko ancaman bahaya yang lebih besar terhadap keselamatan pelaku olahraga yang bersangkutan. Inilah sebabnya mengapa olahraga kesehatan tidak boleh mencapai intensitas yang maksimal. Akan tetapi Olahraga Kesehatan harus mencapai intensitas (minimal) yang adekuat. Bila intensitas minimalnya tidak adekuat, maka dampak olahraga kesehatan menjadi sangat minim atau bahkan tidak ada. Dengan intensitasnya yang adekuat dan submaksimal yaitu antara

65 – 80 % dari intensitas maksimal, maka olahraga kesehatan dapat dilakukan dengan durasi yang lebih panjang. Intensitas demikian ditentukan dan diatur sendiri oleh masing-masing peserta, jadi memang bersifat subjektif. Secara objektif, intensitas ini dimonitor dari denyut nadi latihan. Denyut nadi ini harus mencapai denyut nadi latihan yang adekuat dan submaksimal seperti dimaksudkan di atas, yaitu mencapai nilai 65 – 80 % dari denyut nadi maksimal sesuai umur, yang dihitung dari rumus $220 - \text{umur}$ yang bersangkutan dalam tahun (Cooper, 1994). Denyut nadi latihan diambil pada arteria superfisial (arteria dekat dengan permukaan) misalnya arteri carotis communis di daerah leher atau arteri radialis di daerah pergelangan tangan. Denyut nadi ini diambil sewaktu melakukan olahraga atau dalam waktu tidak lebih dari 10 detik sejak saat olahraga dihentikan.

Bentuk Olahraga Kesehatan (Or-Kes) bermacam-macam, tergantung pada tingkat sasaran yang hendak dicapai. Bila para Peserta telah mampu mengikuti Olahraga Kesehatan Sasaran III (Olahraga Aerobic) dengan dosis yang adekuat yaitu intensitas mencapai denyut nadi antara 65 – 80 % dari denyut nadi maksimal dan durasi mencapai minimal 10 menit, maka Or-Kes Sasaran II dan Or-Kes Sasaran I dapat dijangkau dengan sekali-jalan, tetapi tidak pada urutan sebaliknya. Olahraga Kesehatan Aerobik termaksud di atas misalnya ialah: berjalan sampai dengan *jogging*, bersepeda, berenang dan Senam Aerobik. Dari berbagai bentuk Olahraga Kesehatan Aerobik tersebut di atas, yang paling tepat untuk menjangkau Sasaran I, Sasaran II dan Sasaran III dengan sekali-jalan adalah senam aerobik. Untuk itu perlu difahami bagaimana cara menata-laksana Senam Aerobic untuk mencapai tujuan

tersebut di atas.

SENAM AEROBIK

Senam Aerobik adalah Olahraga Kesehatan bertingkat sasaran III (Olahraga Aerobic) yang wujudnya adalah gerakan-gerakan Senam. Oleh karena itu Senam Aerobik sebagai Olahraga Kesehatan harus memenuhi syarat pertama dan utama yaitu Olahraga Aerobik dan syarat kedua yaitu berbentuk gerakan-gerakan Senam.

Semua Olahraga Kesehatan harus tertib dalam tata-laksananya demi keselamatan para pesertanya, yaitu (sebaiknya lebih dahulu diawali dengan berdoa menurut cara masing-masing) selalu harus dengan urutan sbb.: **Pemanasan, Latihan Inti dan Latihan Penutupan** (dan sebaiknya juga diakhiri dengan doa Penutup). Perlu diingat kembali bahwa Peserta Olahraga Kesehatan mempunyai kondisi diri yang sangat beragam khususnya dalam aspek fisik, seperti telah dikemukakan di bagian yang terdahulu. Oleh karena itu tata-laksana Olahraga Kesehatan khususnya Senam Aerobic sebaiknya adalah sebagai berikut :

1. **Latihan Pemanasan:** diisi dengan gerakan-gerakan Olahraga Kesehatan Sasaran I dengan durasi minimal 10 menit (durasi minimal olahraga aerobik).
2. **Latihan Inti :** Terdiri dari latihan Senam ***Aerobic Low Impact*** dan latihan Senam ***Aerobic High Impact***. Pada hakekatnya ***Low Impact*** adalah latihan senam aerobik dengan intensitas yang lebih rendah, sedangkan ***High Impact*** adalah latihan senam aerobik dengan intensitas yang lebih tinggi.

3. Latihan Penutup : Gerakan-gerakan pada latihan ini seperti pada pemanasan. Tujuannya adalah *Auto-massage* yaitu memijat terhadap diri sendiri, dengan mengaktifkan mekanisme pompa vena agar kondisi *homeostasis* dalam tubuh secepatnya pulih kembali.

Latihan *Low Impact*

Latihan ini hendaknya mengacu kepada pencapaian Olahraga Kesehatan Sasaran II yaitu, dengan pelatihan otot atau kelompok otot-otot tertentu secara bergiliran dengan menerapkan prinsip latihan pliometrik, sehingga seluruh otot mendapatkan gilirannya.

Durasi minimal 10 menit untuk tujuan memelihara tingkat Kebugaran yang sudah ada. Bila juga ditujukan untuk menurunkan berat badan, maka durasi minimalnya tidak boleh kurang dari 30 menit. Gerakan-gerakannya terdiri dari satu macam gerakan yang diulang-ulang dan atau gabungan dari berbagai gerakan. Gabungan gerakan ini sebaiknya tidak lebih dari rangkaian tiga macam gerakan (ciri MUDAH) agar sebanyak mungkin peserta dapat mengikuti gerakan-gerakan itu dengan benar, sehingga dapat mencapai intensitas yang adekuat. Bila gerakannya terlampau sulit, maka para peserta tidak akan dapat mengikuti gerakan-gerakan Instruktur dengan baik dan benar sehingga tidak akan mencapai intensitas yang adekuat.

Latihan *High Impact*

Latihan ini harus diikuti secara cermat pada mereka yang (masih kuat dan) ingin meningkatkan kapasitas aerobiknya (tingkat kebugarannya). Gerakan-gerakannya hendaknya lebih sederhana tetapi

melibatkan sejumlah besar otot secara simultan yang meliputi sekitar 40% otot-otot tubuh, yaitu dengan lebih banyak mengaktifkan otot-otot tungkai. Latihan *high impact* sebaiknya mengacu kepada target durasi minimal 10 menit yang merupakan durasi minimal pelatihan aerobik. Oleh karena itu intensitasnya tidak boleh terlalu tinggi agar durasi 10 menit tetap dapat dicapai; tetapi intensitas itu tetap harus adekuat yaitu dalam kondisi overload. Artinya intensitasnya harus lebih besar dari VO_2 max yang dimiliki saat itu (baca Bab Tata hubungan Olahdaya anaerobik dan Olahdaya aerobik). Sebaiknya sebelum masuk ke latihan *high impact*, Peserta diberi istirahat dulu sambil diumumkan bahwa *high impact* adalah berat, sehingga hanya mereka yang masih kuat yang boleh mengikuti, dan itupun tidak boleh terlalu memaksakan diri, artinya setiap saat boleh mengurangi intensitasnya walaupun belum mencapai durasi 10 menit; tetapi tetap harus terus bergerak untuk mencegah terjadinya *orthostasis* (berkumpulnya darah di bagian bawah tubuh, yang disebabkan oleh karena menjadi tidak berfungsinya mekanisme pompa vena), yang dapat menyebabkan Peserta yang bersangkutan pingsang.

Demikianlah tujuan dan tata-laksana Senam Aerobik dari sudut pandang Ilmu Faal Olahraga. Bagaimana bentuk-bentuk gerakan yang akan disajikan perlu dirumuskan secara akurat oleh para Ilmuwan Olahraga Senam Aerobik, agar Senam Aerobik dalam pelaksanaannya benar-benar sesuai dengan kaidah-kaidah Ilmu Faal Olahraga sehingga dapat mencapai tujuan Olahraga Kesehatan dengan baik dan efisien.

PROGRAM PENURUNAN BERAT BADAN

Berat badan merupakan hasil keseimbangan antara pemasukan daya

(energi) melalui penataan gizi dan pengeluaran daya melalui aktivitas jasmani/olahraga. Apabila pemasukan lebih besar dari pada pengeluarannya maka berat badan akan bertambah; dalam hal sebaliknya maka berat badan akan menurun. Berat badan harus dipertahankan tetap berada diseperti nilai idaman. Terdapat berbagai cara untuk menilai berat badan idaman. Yang disajikan di sini ialah cara penentuan melalui Index Massa Tubuh (IMT) yang diperhitungkan dengan rumus: Berat badan (BB) dalam kilogram (kg) dibagi dengan pangkat dua Tinggi Badan (TB^2) dalam meter (m). (Lihat tabel di bawah ini).

Pada saat ini, kegemukan (Obesitas) sudah dimasukkan ke dalam kelompok penyakit non-infeksi karena erat kaitannya dengan kejadian Diabetes Mellitus (DM), hiperkolesterolemia, hipertensi dan penyakit-penyakit kardio-vaskular yang lebih fatal misalnya serangan jantung dan stroke. Artinya obesitas mempunyai potensi yang cukup signifikan untuk terjadinya penyakit-penyakit tersebut di atas, karena obesitas memang merupakan faktor risiko minor untuk terjadinya penyakit-penyakit tersebut di atas (Baca Bab 4, Olahraga dan Olahraga Kesehatan).

Bagaimana hubungan antara program penurunan berat badan dengan durasi Olahraga Kesehatan ? Marilah kita bahas bersama.

Pada saat awal-awal orang melakukan aktivitas jasmaniah (olahraga) maka sumber daya (energi) yang dipergunakan adalah Karbohidrat (KH), oleh karena pada saat-saat awal melakukan olahraga, daya dihasilkan secara anaerobik yang disebabkan oleh karena rangsangan dari Ergosistema I (Anaerobik) terhadap Ergosistema II (Aerobik) belum adekuat dan dengan demikian maka dukungan fungsional ES-II terhadap ES-I belum dapat dipenuhi. Dengan berjalannya waktu maka kontribusi

daya dari KH semakin menurun, sedangkan sebaliknya kontribusi daya dari lemak semakin meningkat. Titik keseimbangan antara penggunaan kedua sumber daya tersebut terdapat kurang lebih pada menit ke 30, artinya setelah 30 menit maka kontribusi KH dan lemak dalam menghasilkan daya adalah seimbang. Dengan berlanjutnya waktu maka penggunaan KH semakin menurun, sedangkan penggunaan lemak semakin meningkat, sehingga selanjutnya penggunaan daya didominasi oleh lemak. Hal demikian akan terus dipertahankan selama olahraga dipertahankan pada intensitas (beban) normal (*normal load*, yaitu dengan intensitas $< VO_2 \text{ max}$). Bila intensitas olahraga menjadi *over load* ($> VO_2 \text{ max}$), maka tambahan beban olahraga ini akan dipasok dengan daya yang berasal dari olahdaya yang bersifat anaerobik, yang hanya dapat dilakukan dengan menggunakan sumber daya KH. Hal ini terjadi misalnya pada sprint akhir lari jarak jauh misalnya pada lari maraton. Tetapi sprint akhir demikian (yang menggunakan daya anaerobik) hanya dapat terjadi bila di dalam otot masih tersedia KH (glikogen otot). Bila glikogen otot tidak tersedia (sudah terkuras habis), maka sprint akhir tidak mungkin dapat dilaksanakan, artinya Atlet tidak mungkin menambah kecepatan larinya. Oleh karena itu pada Pelari-pelari jarak jauh pemuatan KH (*carbohydrate loading*) sangat penting dan harus dilaksanakan secermat mungkin. Oleh karena itu pula, untuk menghemat KH di dalam otot, pelari jarak jauh (dalam hal ini pelari maraton) harus selalu berlari pada intensitas *normal load* (intensitas di bawah nilai $VO_2 \text{ max}$), tetapi harus sedekat mungkin terhadap intensitas *crest load* (intensitas senilai $VO_2 \text{ max}$), dan baru pada sprint akhir (yang dimulai pada satu titik tertentu yang sudah diketahui jaraknya terhadap garis

finish) Atlet berlari dengan intensitas (kecepatan) maximal absolut.

Perlu diketahui bahwa dalam Ilmu Faal Olahraga terdapat 2 (dua) pengertian kemampuan maximal:

1. Kemampuan maximal absolut (intensitas maximal absolut) yaitu kemampuan tertinggi yang dapat dikembangkan oleh Atlet yang bersangkutan sesuai dengan kapasitas anaerobik yang dimilikinya (kemampuan melaksanakan tugas fisik secara *over-load* maximal) .
2. Kemampuan maximal relatif (intensitas maximal relatif terhadap VO_2 max yang dimilikinya) yaitu intensitas tertinggi yang masih dapat dipertahankan secara aerobik (kemampuan melaksanakan tugas fisik dengan cara *true steady state* = keadaan mantap sesungguhnya yang maximal).

Sumber daya (energi/ kalori) terpenting untuk kerja jasmaniah adalah KH (dan lemak). Kelebihan asupan kalori dari kedua sumber inilah yang terutama menjadi penyebab meningkatnya berat badan (BB). Di dalam tubuh, KH yang lebih dari kebutuhannya untuk kerja fisik akan diubah menjadi lemak dan disimpan di jaringan lemak, yang menyebabkan bertambahnya BB. Oleh karena itu dalam menata gizi untuk program penurunan BB asupan kedua sumber kalori ini harus dikurangi, dengan tetap menjaga keseimbangan kebutuhan komponen-komponen gizi lainnya. (Baca Nutrisi dan sumber Energi di buku Kesehatan Olahraga).

Penurunan BB dengan kombinasi penataan gizi dan olahraga merupakan cara penurunan BB yang sangat Fisiologis, karena disamping terjadi penurunan BB juga disertai dengan meningkatnya derajat Kebugaran Jasmani. Agar tidak terjadi gangguan homeostasis yang

berarti terganggunya kesehatan, maka target penurunan BB sebaiknya tidak lebih dari satu kilogram/ minggu.

Tabel untuk menentukan Index Masa Tubuh

Grafik yang menunjukkan penggunaan Karbohidrat dan Lemak pada program penurunan berat badan dan pada Pelari maraton

LATIHAN

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Olahraga Kesehatan Senam Aerobik !
2. Jelaskan tujuan latihan pemanasan !
3. Jelaskan tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik Sasaran I !
4. Jelaskan tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik Sasaran II !
5. Jelaskan tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik Sasaran III !
6. Jelaskan tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik Sasaran I, Sasaran II dan Sasaran III dengan cara sekali-jalan (secara kontinum) !

7. Jelaskan tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik *Low impact* !
8. Jelaskan tujuan dan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik *High impact* !
9. Jelaskan tata laksana Olahraga Kesehatan Senam Aerobik untuk penurunan berat badan !
10. Jelaskan tujuan latihan pendinginan.

Bandung, Okt 2006.

DAFTAR KEPUSTAKAAN UMUM

Astrand, P. O. and Rodahl, K.: *Textbook of Work Physiology, Physiological Bases of Exercise*, Third Ed., McGraw Hill Int. Ed., 1986, pg. 486-568.

Boedhi Darmojo dan H.Hadi Martono (1999): *Buku Ajar Geriatri*, Balai Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.

Bloomfield, J., Fricker, P.A. and Fitch, K.D.: *Textbook of Science and Medicine in Sport*, Blackwell Scientific Publication, 1992, pg. 114-122.

Buku Pedoman Pembinaan Kesehatan usia lanjut, Dit.Bina Kesehatan Keluarga, Dit.Jen. Pembinaan Kesehatan Masyarakat, Dep.Kes. RI., 1990. Buku I dan II.

Carbon, R.J. (1992) *The Female Athlete*, dalam *Textbook of Science and Medicine in Sport* Edited by J. Bloomfield, P.A. Fricker, K.D. Fitch, Blackwell Scientific Publications.

Cooper, K.H., M.D. (1994): *Antioxidant Revolution*, Thomas Nelson Publishers, Nashville-Atlanta-London-Vancouver, pg. 45-118.

Dede Kusmana: *Prestasi Kerja dan Olahraga pada Geriatri*, Bag II. Forum Olahraga, November 1988, no 3.

Doba, N. and Hinohara, S.: *Rehabilitation of the patient with acute myocardial infarction.*, Progress in Clinical Medicine 4. 1983.

Fox, E.L. (1979): *Sport Physiology*, W.B.Saunders Company, Philadelphia-London-Toronto.

Fox, E.L., Bowers, R.W. dan Foss, M.L. (1988): *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, W.B.Saunders Co., 4th Ed.

Giriwijoyo, Y.S.Santosa (1985): *Sistema Kerja (ergosistema) dan Analisa Penampilan Olahraga*. Makalah untuk diskusi panel : "Reorientasi Konsep-konsep Olahraga dan Penerapannya pada PON XII" FPOK-IKIP Bandung.

Giriwijoyo, Y.S. Santosa (1988): Tinjauan Ilmu Faal tentang Latihan Otot – Majalah Forum Olahraga No. 4 Desember 1988.

Giriwijoyo, Y.S.S.: *Olahraga dan Kesehatan dan Olahraga Kesehatan*.

Ceramah pada Klub Jantung Sehat ITB, 26 Sep 1987 dan Simposium : *Penyakit pembuluh darah koroner dan pembuluh darah otak serta penanggulangannya*. Pekan Ilmiah FKUP 1988/1989 9 Februari 1989.

Giriwijoyo, Y.S. Santosa (1992): *Ilmu Faal Olahraga*. Bahan kuliah untuk mahasiswa FPOK IKIP Bandung.

Giriwijoyo, H.Y.S.Santosa (1997): *Pelatihan "Tenaga Dalam" (Pelatihan anaerobik-hipoksik) pada Olahraga Prestasi*, disajikan pada Konferensi Nasional Pendidikan Jasmani dan Olahraga, Bandung 22-23 September 1997.

Giriwijoyo, Y.S.S. (2000): *Olahraga Kesehatan*, Bahan perkuliahan Mahasiswa FPOK-UPI.

Giriwijoyo, Y.S.S. dkk (2002): Laporan Penelitian: Pelatihan "Tenaga Dalam" melalui Senam Pagi Indonesia seri D dan pengaruhnya terhadap Fungsi Statis, Fungsi Dinamis Anaerobik dan Kapasitas Aerobik, FPOK-UPI.

Goodyear, L.J. dan Smith, R.J. (1994): *Exercise and Diabetes*, Chapter 26 dalam Joslin's Diabetes Mellitus, 13th Ed., Edited by : C.R.Kahn, M.D. and G.C. Weir, M.D., Lea & Febiger.

Guyton, A.C. (1961): *Function of The Human Body*, W.B.Saunders Co.
Asia Ed. pg. 30.

Guyton, A.C., (1971): *Function of the Human Body*, W.B Saunders
Company, Piladelphia – London – Tokyo.

Halliwel, B. & Guittridge,J.M.C.: *Free Radicals in Biology and Medicine*,
Clarendon Press – Oxford, 2nd Ed. 1991.

Haskell, W.L.: *Physical Activity and Health : Need to Define the required
Stimulus*. Cardiovascular Trends, 8, September 1985.

Herbert, A.V. and Terry, J.H. (1994): *Physiology of Exercise*. First Edition,
WCB. Inc. Dubuque IOWA.

Henry, C.McGill Jr.: *The Cardiovascular pathology of Smoking*.
Supplement to American Heart Journal, January 1988, vol 115,
No 1, Part 2.

Hogshead, N. dan Couzens, G.S. (1991): *Asthma and Exercise* , Henry
Holt and Co., 1st Owl Book Ed.

Hole, J.W., Jr.: *Human Anatomy and Physiology*, Fourth Ed., Wm.C.Brown
Publisher, Dubuque, Iowa, 1987, pg. 70.

Karpovich, P.V. and Sinning, W.E. (1971): *Physiology of Muscular Activity*, Seventh Edition. W.B Saunders Company. Philadelphia – London-Toronto, pg. 65.

Kaplan, N.M. (1982): *Introduction : Coronary Heart Disease Risk Factors and Antihypertensive Drug Selection*, J. of Cardiovascular Pharmacology, Vol 4 (Suppl.2), Raven Press, New York.

Kerin O'Dea (1987): *Interaction of Genetic and Lifestyle factors in the Pathogenesis of Diseases of Affluence as exemplified by Type 2 Diabetes*. Proceeding of Menzies Symposium : Nutrition and Health in the Tropics, 57th Anzaas Congress Townsville, August 26, 27.

Lilik Hendrajaya (2001): Magnetisasi Tubuh Manusia dalam Latihan Pernafasan

McKenna, M.J., & Hargreaves, M. (1994): Physiological responses to exercise, dalam *Textbook of Sports Physiotherapy, Applied science & practice*, Edited by Maria Zuluaga et al., pg 3-13.

Mancia, G.: Opening Remarks : *The need to manage risk factors of Coronary Heart Disease*. Supplement to American Heart J. Jan. 1988, vol. 115, No. 1, Part 2.

Maryanto, Anshari, H.E.S., Giriwijoyo, Y.S.S., (1993): *Seni Bela Diri Tenaga Dalam Satria Nusantara*, WiraRipta Program, Cetakan IV, Bandung.

McGill, Jr., H.C.(1987): *The Cardiovascular pathology of smoking*. Supplement to American Heart Journal, The C.V.Mosby Co., St.Louis, MD 63146 USA).

Oberman, A.: *Exercise and the Primary Prevention of Cardiovascular Disease*, Cardiovascular Trends, 8, September 1985.

Pollock M.L, (1985): *Health and Fitness through Physical Activity*, McMillan Publishing Co, New York, London.

Robergs, R.A. and Scott,O.R. (1997) : *Exercise and Aging*, dalam Exercise Physiology, Mosby.

Sani, A.: *Rehabilitasi Penderita Penyakit Jantung Koroner*, Dexa Media No 3, Vol. 1, November 1988.

Siitonen, O. : *More Exercise for the Diabetics ?* Annals of Clinical Research 20 : 71-74, 1988.

Vander, A.J., Sherman, J.H., Luciano, D.S. (1994): *Human Physiology: The Mechanisms of Body Function, Sixth Ed., McGraw-Hill, Inc.*

Yessis, M. and Trubo,R. (1988): *Rahasia Kebugaran dan Pelatihan Olahraga Soviet*, Edisi Bahasa Indonesia, Penerbit ITB,1993.

SELESAI !!!!! Okt-2006.

BUKU

ILMU FAAL OLAHRAGA

(FISIOLOGI OLAHRAGA)

(*SPORTS PHYSIOLOGY*)

**Fungsi Tubuh Manusia pada Olahraga
untuk Kesehatan dan untuk Prestasi**

Editor

475

Drs. dr. H.Y.S. Santosa Giriwijoyo

Dokter, Ahli ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga, Mantan Guru Besar dalam Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga pada Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan Universitas Pendidikan Indonesia

Edisi 7, 2007.

Kontributor :

1. Prof. Drs. dr. H.Y.S. Santosa Giriwijoyo
(Drs Physiol., Drs Med., Dokter, Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga, Guru Besar Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga).
2. Drs. Djoko Martono
(Sarjana Pendidikan Jasmani, Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga).
3. Drs. H. Muchtamadji M. Ali, MS.
(Sarjana Pendidikan Jasmani, Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga, Magister Sain Ilmu Kedokteran Dasar).
3. Drs. Cecep Habibudin, M.Pd.

(Sarjana Pendidikan Jasmani, Magister Pendidikan Olahraga).

4. Dra. Surdiniati Ugelta, M.Kes.

(Sarjana Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Magister Kesehatan Olahraga).

5. Dr. dr. Neng Tine Kartinah, M.Kes.

(Dra Med., Dokter, Magister Kesehatan Olahraga, Doktor Ilmu Kedokteran).

6. Dra.Lilis Komariyah, M.Pd.

(Sarjana Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Magister Pendidikan Olahraga).

7. Dr. Hamidie Ronald Daniel Ray (Drs Med., Dokter).

8. Dr. Lucky Angkawidjaja Roring (Drs Med., Dokter).

9. Dr. Aditya Wahyudi (Drs Med., Dokter).

Ilustrator

Didin Budiman, S.Pd.

(Sarjana Pendidikan Olahraga dan Kesehatan).

Desain sampul

Para Pembaca Yth.
Bila Anda berkenan kepada Buku ini, silakan hubungi
sdr.Eko Sumartoyo
di Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan UPI
Jl.PHH.Mustopa 200
Bandung - 40125
Telp – Fax 022-7271709
Hp 08156269303.

Mohon dengan hormat
untuk
tidak memfoto kopi

Bandung, Maret 2005

Editor

(H.Y.S.Santosa Giriwijoyo)

PENDAHULUAN

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

Ilmu Faal, khususnya Ilmu Faal Olahraga menjanjikan hasil karya besar bagi pelatih yang tahu cara menerapkannya dalam membina dan mencapai prestasi tinggi dalam olahraga, oleh karena melatih tiada lain ialah meningkatkan kemampuan fungsional raga yang berarti menerapkan Ilmu Faal Olahraga dalam proses pelatihan.

Fakta dalam Ilmu Faal dan teori yang berkembang dari padanya perlu mendapat pemahaman dan penghayatan yang mendalam khususnya oleh para pelatih olahraga prestasi, agar tidak terjadi kesalahan pada penerapannya dalam membina olahraga prestasi. Kegagalan dalam memahami teori-teori Ilmu Faal Olahraga akan menghasilkan konsep-konsep yang salah yang akan diikuti oleh kesalahan dan bahkan mungkin ke-*fatal*-an dalam menerapkannya, yang dapat mengundang bahaya. Hasilnya tentu saja bukan karya besar

tetapi kegagalan dan frustrasi besar.

Melatih cabang olahraga prestasi adalah meningkatkan kemampuan fungsional raga yang sesuai dengan tuntutan penampilan cabang olahraga itu sampai ke tingkat yang "maximal", baik pada aspek kemampuan dasar maupun pada aspek kemampuan tekniknya.

Meningkatkan kemampuan fungsional hanya dapat dilakukan dengan benar, baik, efisien dan aman bila pelatih memiliki pengetahuan tentang mekanisme kerja dan mekanisme respons organ-organ tubuh terhadap latihan pembebanan dan latihan keterampilan.

Pelatih juga harus selalu mempunyai bekal data kemampuan fungsional yang harus dicapai serta harus selalu mencatat data kemajuan atlet-atlet asuhannya. Dengan hal-hal tersebut, maka ramalan tentang perolehan medali benar-benar telah didasarkan atas data ilmiah. Mendapatkan data atlet lawan memang sulit, tetapi data atlet Indonesia yang telah mencapai tingkat dunia harus diperoleh dan dapat dipakai sebagai sasaran minimal atlet-atlet saat ini agar dapat "berbicara" dalam forum internasional.

Dalam pelaksanaan pelatihan, setiap instruksi latihan yang akan dijalankan oleh para atlet untuk mencapai suatu tujuan harus jelas dasar Ilmu Faalnya agar benar-benar dapat mencapai tujuan yang diharapkan dan menjadi motivasi bagi atlet yang bersangkutan. Sesungguhnya Ilmu Faal Olahraga adalah dasar ilmu Pelatihan, sehingga tanpa pengetahuan Ilmu Faal Olahraga maka pelaksanaan pelatihannya menjadi tidak ilmiah.

TUJUAN

Setelah selesai mempelajari buku ini, pembaca/ mahasiswa diharapkan mengetahui perubahan fungsi alat-alat tubuh manusia yang bersifat sementara maupun yang bersifat menetap, baik saat istirahat maupun saat aktif bekerja atau berolahraga. Di samping itu juga diharapkan memahami teori-teori dan konsep-konsep Ilmu Faal Olahraga yang diperlukan, agar dapat menerapkannya secara benar dan baik dalam tugasnya sebagai Olahragawan, guru PENJASKES atau sebagai pelatih olahraga prestasi.

RUANG LINGKUP

Buku ini membahas pengertian Ilmu Faal Olahraga, Kesehatan, Olahraga Kesehatan, Ergosistema, Olahdaya anaerobik dan aerobik, Oksidasi dan antioksidan, Analisis penampilan olahraga mutu tinggi, Ketahanan dan kelelahan, Cara/alasan bagaimana latihan fisik dan latihan teknik dilakukan, bagaimana tata-urutannya, Gangguan pada otot, Aklimatisasi, Pengaturan suhu tubuh, Kekurangan garam dan cairan tubuh.

DAFTAR ISI

	Hal
Prakata dari Prof.dr.H.Soedjatmo Soemowerdoyo,Alm.	
Kata Pengantar	
Pendahuluan	
Bab 1 : Pengantar Ilmu Faal Olahraga	1
- Struktur Organisasi Biologik	
- Sistematika Anatomik	
- Sistematika Fisiologik	
Bab 2 : Kesehatan	7
- Sehat dan Kesehatan	
- Pembinaan Kesehatan	
- Bagan Pembinaan Kesehatan	
Bab 3 : Kebugaran Jasmani	17
- Anatomical Fitness	

	- Physiological Fitness	
	- Tes Kebugaran Jasmani	
Bab 4	: Olahraga dan Olahraga Kesehatan	30
	- Olahraga	
	- Olahraga Kesehatan	
	- Sasaran Olahraga Kesehatan	
	- Dosis Olahraga	
	- Indikator untuk menilai Intensitas Aktivitas Fisik	
	- Hasil Olahraga Kesehatan Aerobik	
Bab 5	: Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Sekolah	77
	- Sekolah sebagai Lembaga Pendidikan	
	- Sasaran Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Sekolah	
	- Mengapa perlu Olahraga	
	- Keterkaitan Kesehatan, Pendidikan Jasmani dan Olahraga	
	- Kondisi Pendidikan Jasmani dan Olahraga saat ini	
	- Kesimpulan dan Saran	
Bab 6	: Ergosistema	98
	- Komponen Kebugaran Jasmani	
Bab 7	: Olahdaya (Metabolisme)	108
	- Olahdaya Anaerobik dan Aerobik	
	- Hubungan fungsional ES-I (anaerobik) dengan ES-II(aerobik)	
Bab 8	: Oksidan dan Antioksidan	125

- Radikal bebas (oksidan)
- Kebutuhan antioksidan
- Sisi gelap Oksigen
- Pertahanan tubuh terhadap radikal bebas
- Pengelompokan orang berdasarkan aktivitas fisik
- Mekanisme pembentukan oksidan selama olahraga
- Mengukur radikal bebas selama olahraga
- Intensitas Olahraga Kesehatan
- Manfaat Antioksidan
- Latihan Kekuatan
- *Over trained*

Bab 9 : Analisis Penampilan Olahraga 144

- Penampilan Total Maksimal

Bab 10 : Latihan Pendahuluan dan Latihan Penutup pada Olahraga 153

- Latihan Pendahuluan ("Pemanasan") :
 - Tahap pertama
 - Tahap kedua
 - Tahap ketiga
 - Tahap keempat.
- Latihan Penutup ("Pendinginan")

Bab 11 : Latihan Kondisi Fisik (Latihan Kemampuan Dasar) 162

- A. Latihan Ergosistema Primer :
 1. Latihan Kelentukan/ Flexibilitas
 - Anulospiral
 - Flower Spray

- Golgi Tendon Organ
- Metoda latihan Peregangan :
 - Dinamis
 - Statis
 - Pasif
 - PNF
- 2. Latihan Otot :
 - Kontraksi otot
 - Mekanisme peningkatan kemampuan fungsional otot
- 3. Perubahan Anatomi, Kimiawi dan Fisiologi otot.

B. Latihan Ergosistema Sekunder

- | | | | |
|-----|----|--|-----|
| Bab | 12 | : Fisiologi Pembebanan | 189 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Hubungan berat beban dengan kemampuan mengangkat ulang - Pembentukan daya (Energi) dalam otot - Fakta yang berhubungan dengan latihan otot - Latihan kekuatan dan daya tahan statis - Latihan daya tahan dinamis | |
| Bab | 13 | : Ketahanan dan Kelelahan : | 209 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Batas Kemampuan Maximal - Pelatihan Fisik : <ul style="list-style-type: none"> - Kondisi Pelatihan - Tujuan Pelatihan : | |

	- Pelatihan aerobik local	
	- Pelatihan aerobik sistemik	
	- Pelatihan anaerobik local	
	- Pelatihan anaerobik sistemik	
	- Intensitas Pelatihan	
	- Ketahanan dan Kelelahan	
	- Pelatihan Tenaga Dalam	
Bab 14	: Gangguan pada otot :	230
	- Pegal-otot sesudah latihan	
	- Kejang otot - Kejang otot perut	
Bab 15	: Aklimatisasi :	238
	- Pengertian	
	- Suhu tubuh dan produksi panas.	
Bab 16	: Pembuangan panas tubuh pada Olahraga	249
	- Cara pembuangan panas tubuh.	
Bab 17	: Pemeliharaan Homeostasis - Keseimbangan air dan elektrolit pada Olahraga	254
	- Produksi keringat	
	- Kegawatan Panas :	
	1. Pingsang panas (Heat syncope)	
	2. Kejang panas (Heat cramps)	
	3. Kelelahan panas (Heat exhaustion)	
	4. Kegawatan panas.	
Bab 18	: Fisiologi Massage	268
	- Kelelahan	

	- Fisiologi Massage	
Bab 19	: <i>Hydro-massage</i> air panas dan air dingin	276
	- <i>Hydro-massage</i>	
	- Penyederhanaan prinsip <i>Hydro-massage</i>	
Bab 20	: Pembelajaran Gerak Ketrampilan : Perencanaan dan Pengendalian Gerak Volunter	287
	- Hirarki pengendalian Gerak	
	- Gerak volunter dan involunter	
	- Pengendali gerak tingkat terbawah	
	- Pengendali gerak tingkat menengah	
Bab 21	: Latihan Ketrampilan teknik dan kelelahan pada Olahraga Prestasi :	320
	- Ketrampilan Teknik	
	- Latihan Ketrampilan	
	- Kelelahan dan Reflex bersyarat	
	- Tata-urutan Latihan	
Bab 22	: Kemungkinan Perbaikan Sistem Ventilasi Ruangan Olahraga tertutup	343
	- Pokok permasalahan	
	- Peristiwa Bio-fisika	
	- Mekanisme Pemeliharaan Suhu Tubuh	
Bab 23	: Doping pada Olahraga Prestasi	359
	- Sejarah Doping	
	- Pengertian Doping	
	- Klasifikasi Doping	

	- Dampak Doping dan bahayanya	
	- Doping Manipulatif	
	- Klasifikasi Obat yang dilarang secara terbatas	
	- Pencegahan	
	- Pemeriksaan Doping	
Bab 24	: Respons Fisiologik Terhadap Latihan Fisik	378
Bab 25	: Senam Aerobik menurut sudut pandang Ilmu Faal Olahraga	420
Daftar Kepustakaan		437

PRAKATA UNTUK “ILMU FAAL OLAHRAGA”

Karangan: Y.S.Santosa Giriwijoyo

(Prakata dari Prof.dr.Soedjatmo Soemowardojo, Alm, di awal terbitnya buku ini).

Ilmu Faal Olahraga, seperti yang diuraikan Sdr.Y.S.Santosa Giriwijoyo, diharapkan dapat menjadi acuan dan petunjuk bagi semua pihak yang berkecimpung dalam Olahraga secara langsung maupun tidak langsung. Bagi Olahragawan, pembina olahraga, pemikir teori Ilmu Faal maupun awam yang mempunyai perhatian terhadap proses hidup dan kehidupan.

Lebih-lebih bila dikaitkan dengan pembangunan manusia seutuhnya dan masyarakat Indonesia pada umumnya, acuan ini berharap dapat menjadi panduan dalam mengambil langkah-langkah yang tepat dan sepadan, mengingat pendekatan secara ilmiah merupakan tuntutan jaman modern dan canggih.

Ilmu Faal Olahraga telah disusun dalam 2 (dua) judul yang masing-masing berdiri sendiri, yaitu: 1) Olahraga, Kesehatan, dan Olahraga Kesehatan; 2) Ilmu Faal Olahraga dan Penerapannya pada Pembinaan Olahraga Prestasi, yang dibagi dalam 3 (tiga) bagian:

- Ergosistema dan Analisa Penampilan Olahraga
- Latihan Kondisi Fisik
- Latihan Ketrampilan Teknik dan Kelelahan Pada Olahraga Prestasi.

Pokok perhatian berkisar pada pengertian dan persepsi bahwa Ilmu Faal Olahraga merupakan suatu proses perpaduan antara Ilmu Dasar Kehidupan manusia dengan terapannya dalam apa yang dikenal sebagai Olahraga, salah satu perwujudan kegiatan fisik manusia yang oleh umum dikenal sebagai “kerja”. Di dalam kerja itu, adanya keseimbangan di dalam maupun di antara segi-segi biologis, kimia, fisika dan mental merupakan prasarat yang tidak boleh ditawar-tawar, sehingga dituntut adanya pengetahuan yang sepadan.

Kesemuanya itu bertujuan untuk dapat memberikan pegangan dan acuan

yang tepat dan terarah dalam upaya mendapatkan kondisi sehat yang dikenal sebagai keadaan yang secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi keberadaan fisik tubuh, sebagai tempat bersemayamnya jiwa, seperti yang diungkapkan oleh pepatah, bahwa dalam tubuh yang sehat terdapat jiwa yang sehat, atau "Mens Sana in Corpore Sano".

Sehat yang dikembangkan dalam Ilmu Faal Olahraga ini berkisar antara normalnya fungsi alat-alat tubuh pada waktu istirahat (sehat statis) dan pada waktu kerja/ olahraga (sehat dinamis), sehingga tercapailah kualitas sehat yang diperlukan berbagai tingkatan produktivitas manusia, berkisar dari keadaan santai hingga ke keadaan pencapaian prestasi tertinggi dalam Olahraga Prestasi.

Selanjutnya inherent dengan pengertian sehat terdapat apa yang dikenal sebagai "kebugaran" jasmani yang menggambarkan kerjasama dan interaksi antara alat-alat pelaksana gerak dan alat-alat kelangsungan gerak yang terwujud dalam kelentukan, kekuatan dan daya tahan otot, serta koordinasi otot dalam ketahanan fisik fungsional. Kesemuanya ini memerlukan energi biologis yang dibentuk dan disalurkan secara aerob dan anaerob, yang sudah barang tentu menuntut pengenalan dan pengetahuan yang sepadan.

Diharapkan dari uraian-uraian dalam Ilmu Faal Olahraga ini dapat diambil hikmahnya, sehingga pembinaan dan peningkatan prestasi Olahraga khususnya dan kesehatan serta kebugaran jasmani umumnya dapat turut menyumbang tercapainya manusia Indonesia seutuhnya, dalam artian fisik, mental dan spiritual seperti diharapkan oleh dan untuk pembangunan Nusa dan Bangsa selanjutnya.

Bandung, Januari 1992

Prof.H.Soedjatmo Soemowerdojo *)

*) Prof. H.Soedjatmo Soemowerdojo, Alm. (1924-2001) adalah Guru Besar tetap

pada Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran dan Dosen/ Guru Besar tidak tetap Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga pada lembaga yang sekarang bernama Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan Universitas Pendidikan Indonesia. Beliau adalah Dosen Luar Biasa sejak Lembaga itu masih bernama Akademi Pendidikan Djasmani (APD) yang bernaung di bawah Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, yang kemudian menjadi Fakultas Pendidikan Djasmani Universitas Padjadjaran, berubah menjadi Sekolah Tinggi Olahraga langsung di bawah naungan Dept. Olahraga, kemudian berubah lagi menjadi Fakultas Keguruan Ilmu Keolahragaan di bawah naungan IKIP Bandung dan terakhir menjadi FPOK-UPI.

KATA PENGANTAR

Buku ini dimaksudkan agar dapat dipergunakan oleh mahasiswa Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan (FPOK) dan Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK), maupun para Alumninya, Pelatih olahraga prestasi, Dokter pada Klub-klub Olahraga Kecabangan (Dokter pada cabang Olahraga Karate, Cabang Olahraga Tae Kwon Do, Cabang Olahraga Pencak-silat, dll.), dan dokter lain yang berminat pada olahraga, untuk mempermudah pemahamannya terhadap Ilmu Faal Olahraga dan untuk memperlancar proses pemahaman selanjutnya, serta untuk meningkatkan mutu pemahamannya.

Tentu saja buku ini juga akan sangat bermanfaat bagi pelatih olahraga kesehatan (Klub Olahraga Jantung Sehat, Klub Olahraga Penderita Asma, Klub Olahraga Penderita Diabetes, Klub-klub Olahraga Pernafasan, dan Klub-klub Olahraga Tenaga Dalam), serta guru-guru Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Lembaga-lembaga Pendidikan umum maupun di Pondok-pondok Pesantren.

Dalam buku ini dikemukakan beberapa konsep baru khususnya mengenai Konsep Kesehatan ditinjau dari sudut Ilmu Faal dan bagaimana olahraga dapat meningkatkan kesehatan; konsep Kebugaran Jasmani yang sangat sistematis dan mudah dimengerti, serta bagaimana hubungan olahraga dengan kesehatan dan kebugaran jasmani.

Konsep yang sangat mendasar yang menjadi dasar pembicaraan dalam buku ini adalah pengertian tentang raga/jasmani sebagai sistem (untuk) kerja atau Ergosistema. Selanjutnya diuraikan pula hubungan antara Sistem Kerja dengan olahdaya (metabolisme) serta pengertian

olahraga Anaerobik, olahraga Aerobik dan masalah olahraga kesehatan.

Dibahas pula masalah-masalah pelatihan yang lebih khusus, yaitu pelatihan kemampuan dasar (fisik) dan pelatihan ketrampilan teknik cabang olahraga, serta bagaimana tata-urutan pelatihan kemampuan dasar dan pelatihan teknik, khususnya dalam hubungan dengan terjadinya kelelahan. Juga dibahas Latihan Pendahuluan ditinjau dari sudut pandang Ilmu Faal Olahraga, Fisiologi Pembebanan, Aklimatisasi, Kegawatan Panas dll.

Pengertian yang lebih mendasar tentang konsep-konsep Ilmu Faal Olahraga akan sangat membantu para instruktur olahraga kesehatan dan pelatih olahraga prestasi dalam meningkatkan derajat sehat dinamis para anggotanya dan prestasi olahraga atlet-atlet yang dibinanya, karena derajat sehat dinamis dan prestasi olahraga akan meningkat secara aman dan efisien setelah melalui masa pelatihan yang FISIOLOGIS.

Sajian Ilmu Faal Olahraga dalam buku ini bersifat makro, oleh karena memang ditujukan terutama bagi penerapannya di lapangan. Sajian yang bersifat mikro yaitu bahasan-bahasan yang bersifat seluler dan molekuler serta perubahan-perubahan seluler dan molekuler yang terjadi dalam kaitannya dengan olahraga, telah pula disajikan dalam buku ini, walaupun mungkin masih belum mendalam.

Buku ini pertama kali terbit pada tahun 1992 bagi lingkungan terbatas yaitu bagi mahasiswa-mahasiswa Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan IKIP Bandung (sekarang Universitas Pendidikan Indonesia – UPI), kemudian mengalami perbaikan dan penambahan pada tahun 2003, 2004 dan 2005, dengan harapan dapat mencakup pengetahuan yang lebih luas dan bermanfaat bagi lebih banyak Pembaca. Namun,

walaupun telah diusahakan dengan memperhatikan berbagai kebutuhan segenap Pembaca, khususnya mengenai materi isinya, kekurangan akan masih selalu ada. Oleh karena itu saran-saran serta kritik guna perbaikannya akan diterima dengan senang hati.

Semoga buku ini dapat menyumbangkan manfaat bagi Olahraga kita! Amin !

Bandung, Januari 2007

A/n Para Penulis

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo

1. Perangkat Pelaksana gerak, disebut sebagai Ergosistema primer (ES-I) atau Sistema kerja primer (SK-I) terdiri dari:
 - sistem skelet
 - sistem muskular
 - sistem nervorum
2. Perangkat Pendukung gerak, disebut sebagai Ergosistema sekunder (ES-II) atau Sistema kerja sekunder (SK-II) terdiri dari:
 - sistem hemo-hidro-limfatik
 - sistem respirasi
 - sistem kardiovaskular
3. Perangkat Pemulih/Pemelihara, disebut sebagai Ergosistema tersier (ES-III) atau Sistema kerja tersier (SK-III) terdiri dari:
 - sistem digestivus
 - sistem termoregulasi
 - sistem ekskresi
 - sistem reproduksi.

Sistem endokrin berfungsi sebagai regulator internal yang bersifat humoral (melalui cairan jaringan) dan fungsinya tersebar pada ketiga Ergosistema tersebut di atas baik pada waktu istirahat maupun pada waktu aktif. Sedangkan sistem sensoris berfungsi sebagai komunikator

Serabut

Otot rangka

(Extrafusal).

α aferen

Persarafan γ

Serabut tendon

Serabut

Serabut

(Trakt. Reticularis)

Golgi

α eferen

γ eferen

Tulang

Otot

Reseptor

Organ tendon

Regang

Golgi

(+ pembuangan melalui sirkulasi)

Serabut otot intrafusal

Kutub proximal

Daerah equatorial

Kutub distal

Serabut α eferen

Serabut α aferen

Serabut γ eferen

Serabut γ aferen

Ujung anulospiral

Kapsul

Ujung *Flower Spray*

Ujung γ eferen

Serabut

Otot rangka

(Extrafusal).

α aferen	Persarafan γ	Serabut tendon	Serabut	Serabut
	(Trakt. Reticularis)	Golgi	α eferen	γ eferen

Tulang	Otot	Reseptor	Organ tendon
		Regang	Golgi

Frek. Kontraksi otot	Anaerobik	Aerobik
	Intensitas	Durasi

Start	Finish	DN = 140/men	DN = 160/men	Anaerobik	Anaerobik	Aerobik
-------	--------	--------------	--------------	-----------	-----------	---------

Aerobik	Durasi	Durasi
---------	--------	--------

Kelembaban Relatif dari termometer bola basah dan bola kering (Skala Celsius) Bola basah t° C; bola kering t'° C)*

Contoh (t) Bola Kering = 27° C

(t') Bola basah = 20° C

$t-t' = 7^{\circ}$ C

Kelembaban relatif = 52%

Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) dari Suhu dan Kelembaban Relatif

Suhu ($^{\circ}$ C)

Kelembaban Relatif (%)

Catatan: Tabel ini disusun dari suatu rumus aproksimasi yang hanya menggunakan suhu dan kelembaban. Rumus ini sah untuk cahaya matahari penuh dan angin ringan.

Interneuron	Motor neuron	Sinaps excitator	Sinaps inhibitor	Reseptor tendo
Reseptor Kulit	Reseptor sendi	Jalur desendens	level-level spinal lain	
Jalur desendens	Cortex motoris Suplemer			

dasarnya

i ii iii iv v vi vii viii ix x xi xii xiii xiv xv

BUKU

ILMU FAAL OLAHRAGA

(FISIOLOGI OLAHRAGA)

**Fungsi Tubuh Manusia pada Olahraga
untuk Kesehatan dan untuk Prestasi**

Editor

Prof. Drs. dr. H.Y.S. Santosa Giriwijoyo

(Dokter, Guru Besar, Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga)

500

dan

Drs.H.Muchtamadji M. Ali, MS.

(Sarjana Pendidikan Jasmani, Magister Sain Ilmu Kedokteran Dasar, Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga)

Edisi ke 6, 2006.

Kontributor :

1. Prof. Drs. dr. H.Y.S. Santosa Giriwijoyo
(Drs Physiol., Drs Med., Dokter, Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga, Guru Besar Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga).
2. Drs. Djoko Martono
(Sarjana Pendidikan Jasmani, Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga).
3. Drs. H. Muchtamadji M. Ali, MS.
(Sarjana Pendidikan Jasmani, Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal Olahraga,

Magister Sain Ilmu Kedokteran Dasar).

3. Drs. Cecep Habibudin, M.Pd.
(Sarjana Pendidikan Jasmani, Magister Pendidikan Olahraga).
4. Dra. Surdiniati Ugelta, M.Kes.
(Sarjana PendidikanOlahraga dan Kesehatan, Magister Kesehatan Olahraga).
5. Dr. dr. Neng Tine Kartinah, M.Kes.
(Dra Med., Dokter, Magister Kesehatan Olahraga, Doktor Ilmu Kedokteran).
6. Dra.Lilis Komariyah, M.Pd.
(Sarjana Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Magister Pendidikan Olahraga).
7. Dr. Hamidie Ronald Daniel Ray (Drs Med., Dokter).
8. Dr. Lucky Angkawidjaja Roring (Drs Med., Dokter).
9. Dr. Aditya Wahyudi (Drs Med., Dokter).

Ilustrator

Didin Budiman, S.Pd.

(Sarjana Pendidikan Olahraga dan Kesehatan).

Desain sampul

Suwito

Kesehatan, Pendidikan Jasmani dan (Pembelajaran) Olahraga Pada Anak (Usia) Sekolah Dasar

**Meningkatkan kualitas hidup siswa masa kini, dan
mempersiapkan mutu sumber daya manusia, dan atlet elite
masa depan**

Oleh :

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo,
Drs Physiol., Drs Med., Dokter, Prof. Emeritus,
Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal olahraga

**Jurusan Kepeleatihan Olahraga
Fakultas Pendidikan Olahraga dan
Kesehatan
Universitas Pendidikan Indonesia
2008**

**Kesehatan, Pendidikan
Jasmani dan (Pembelajaran)
Olahraga**

Di (Usia) Sekolah (Dasar)

Meningkatkan kualitas hidup siswa masa kini, dan mempersiapkan mutu sumber daya manusia, dan atlet elite masa depan

Oleh :

H.Y.S.Santosa Giriwijoyo,

Drs Physiol., Drs Med., Dokter, Prof. Emeritus,

Ahli Ilmu Faal dan Ilmu Faal olahraga

Anak (usia Sekolah Dasar) adalah :

- **kenyataan masa kini dan**
 - **harapan masa depan,**
- perlu dibina pertumbuhan dan perkembangannya.**

Lembaga Pendidikan : Lembaga formal pembinaan anak masa kini dan masa depan, untuk menghasilkan:

- Siswa sehat dan unggul masa kini
- Sumber Daya Manusia (SDM) bermutu masa depan
- Atlet elite masa depan. Diperlukan waktu 8-12 tahun untuk dapat menjadi Atlet elite bagi anak yang terus dan terus berolahraga dengan tekun.

Masa pertumbuhan dan perkembangan anak:

- masa pembentukan Pengetahuan dan Kecerdasan (Domain Kognitif)
- masa internalisasi nilai-nilai moral, sosial dan kultural (Domain Afektif)
- masa pembelajaran gerak ketrampilan dasar (keolahragaaan) dan pembentukan pola perilaku (Domain Psikomotorik).

Konsep dasar Pembinaan SDM adalah:

Pembinaan SDM dpt dilakukan melalui pendekatan utama kepada:

- aspek Jasmani, aspek rohani, maupun aspek sosial. Kesemuanya ditujukan untuk mencapai hasil akhir yang sama yaitu **Sejahtera Paripurna** yang berarti meningkatnya kemandirian dalam peri kehidupan **bio-psiko-sosiologis** = Meningkatnya kemandirian dalam peri kehidupan **jasmani-rohani-sosial** (kemampuan mandiri) yang berarti meningkatnya kualitas hidup.

Sejahtera Paripurna yang merupakan konsep Sehat Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), mengemukakan bahwa sehat adalah: Sejahtera Jasmani, Rohani dan Sosial, bukan hanya bebas dari Penyakit, Cacat ataupun Kelemahan. Oleh karena itu Sehat adalah: **modal dasar** segala aktivitas kehidupan.

Sehat dan Kesehatan.

Sehat adalah : **kebutuhan dasar** bagi kehidupan, oleh karena itu harus dipelihara, bahkan ditingkatkan. Cara terpenting, termurah dan fisiologis untuk memelihara dan meningkatkan derajat kesehatan adalah dengan memberlakukan : **Olahraga (Kesehatan)**. Seluruh Siswa perlu Olahraga baik sebagai konsumsi yaitu mendapatkan manfaat langsung dari melakukan kegiatan Olahraga, maupun sebagai media bagi Pendidikan.

Pendidikan Jasmani dan Olahraga (Penjas-Or) di sekolah:

Penjas-Or di sekolah adalah bagian dari kurikulum standar Lembaga Pendidikan Dasar dan Menengah. **Hanya Penjas-Or yang dapat menyentuh secara massif dan simultan ketiga aspek sehatnya WHO**, jadi betapa penting peran Penjas-Or dalam pembinaan anak.

Sayang Penjas-Or **masih sering dilecehkan**; misalnya menjelang ujian, Penjas-Or dihapus! Dengan **alasan**: agar para siswa "tidak terganggu" **dalam belajarnya(!)**. Hal ini harus dipersepsi sebagai tantangan bagi Guru-guru **Penjas-Or. Benarkah penyajian Proses Belajar-Mengajar (PBM) Penjas-Or mengganggu PBM yang lain?** Bila benar demikian apa penyebabnya? Diagnosa dan terapi terhadap masalah ini perlu benar-benar dicermati untuk menjaga wibawa dan existensi Penjas-Or yang memang kita yakini Sangat penting bagi

pembinaan anak demi masa kini maupun masa depan bangsa.

Mengapa perlu Olahraga.

- **Olahraga = gerak raga yang teratur dan terencana** untuk keperluan berbagai tujuan (pendidikan, kesehatan, rekreasi, prestasi)
- **Gerak** = ciri kehidupan. Tiada hidup tanpa gerak. Apa guna hidup bila tak mampu bergerak.
- Memelihara gerak = mempertahankan hidup,
- Meningkatkan kemampuan gerak = meningkatkan kualitas hidup.
- **Bergeraklah untuk lebih hidup, jangan hanya bergerak karena masih hidup.**
- Olahraga = kebutuhan hidup:
 - merangsang pertumbuhan dan perkembangan jasmani, rohani dan sosial
 - merangsang kecerdasan intelektual
 - menyetatkan dan mencegah penyakit non-infeksi

Konsep Dasar Olahraga (Kesehatan)

intra kurikuler di SD:

- **Padat gerak, menekankan kepada pengembangan dan kemampuan menguasai koordinasi gerak**
- **Menggembirakan (bebas stress),**

- **Singkat dan adekuat (durasi 10-30 menit tanpa henti, intensitas 65-80% DNM),**
- **Massaal, mudah, murah, meriah, manfaat dan aman !**
- Semua siswa hrs berpartisipasi aktif, tidak ada siswa yang hanya menjadi penonton
- **Menyehatkan masa kini dan mempersiapkan SDM bermutu bagi masa depan**
- **Membekali kemampuan koordinasi gerak utk menjadi Atlet elite masa depan**
- **Untuk usia SD** tidak perlu ada pemisahan jenis kelamin (Watson,1992),
- Olahraga Kesehatan: intensitas (takaran) sedang, bukan olahraga berat !

Bagan konsep Pembelajaran Olahraga pada anak usia Sekolah (Dasar):



Kemamp.koordinasi: → Or ← Kemamp. dasar:

→ Pembelajaran:

→ Pelatihan:

*** KETRAMPILAN GERAK :**

*** KESEHATAN :**

- Akurasi gerak/keindahan gerak:

- Anaerobik & aerobik:

• berirama: Tari, Senam aerobik, dsb

-Sehat dinamis

- kompleks: Senam irama, p.silat, karate, dsb -Kebugaran Jasmani
- Pembekalan mjd Atli elit masa depan.
(Pengayaan kemampuan koordinasi gerak)
- Intensitas disesuaikan utk tujuan Or-Kes → **Kesehatan.**

Dari bagan konsep Pembelajaran Olahraga tersebut di atas, terlihat bahwa Olahraga terdiri dari dua Kutub Kemampuan yaitu **Kemampuan Koordinasi** (yang dalam Ilmu Kepelatihan sering disebut dengan istilah Kemampuan Teknik) dan **Kemampuan Dasar** (yang dalam Ilmu Kepelatihan sering disebut dengan istilah Kemampuan Fisik). Pembelajaran **Olahraga** berkaitan dengan masalah kemampuan koordinasi yang melibatkan kotak memori secara fungsional, artinya setiap melakukan gerak yang merupakan bagian dari gerak ketrampilan kecabangan Olahraga selalu melibatkan kotak memori. Hal inilah yang menyebabkan penguasaan gerak ketrampilan kecabangan bersifat persisten. Contoh: Anak yang pada usia 6 tahun telah dapat berenang dan bersepeda, ketika usianya mencapai 60 tahun ia masih dapat berenang dan bersepeda.

Pembelajaran Olahraga: Pokok permasalahan dalam **PEMBELAJARAN** Olahraga khususnya pada anak adalah pengayaan perbendaharaan ketrampilan gerak dasar (kemampuan koordinasi) yang akan tersimpan dalam kotak memori, oleh karena itu pembelajaran ketrampilan gerak dasar harus bersifat pengalaman dan pengayaan, karena akan tersimpan menjadi kekayaan gerak (dalam kotak memori)

untuk keperluan pembelajaran ketrampilan gerak kecabangan olahraga di masa depan, atau untuk dipergunakan lagi dimasa dekat yang akan datang. Dalam lingkup pembelajaran ini, seluruh siswa harus ikut aktif mencoba melakukan gerak tersebut, tidak boleh ada siswa yang hanya menjadi Penonton, karena hanya dengan melakukan gerak itu ia akan mendapatkan pengalaman gerak secara langsung, yang akan masuk ke kotak memori. Pembelajaran dalam rangka meningkatkan perbendaharaan kemampuan koordinasi gerak dalam kotak memori ini sama sekali tidak ada kaitannya dengan masalah kemampuan fisik (Kebugaran Jasmani), artinya asal anak bisa dan telah melakukan gerak itu maka ia telah mendapatkan pengalaman melakukan gerak itu dan hal itu terekam dalam kotak memorinya. **Pembelajaran olahraga** dalam sajian intra kurikuler hendaknya dilakukan dengan intensitas yang adekuat (denyut nadi mencapai 60-85% DNM), sehingga sekaligus menjadi **Pelatihan** untuk memelihara / meningkatkan derajat **sehat dinamis/ kebugaran jasmani**.

Pelatihan Olahraga berkaitan dengan masalah peningkatan dan pemeliharaan kemampuan (fungsional) Dasar, dan sama sekali tidak melibatkan masalah memori. **Kemampuan dasar** dalam tata istilah Ilmu Kepelatihan sering disebut sebagai kemampuan fisik, yang terdiri dari kemampuan anaerobik dan kemampuan aerobik. Peningkatan kedua macam kemampuan fungsional dasar ini tidak dapat disimpan dalam kotak memori, karena **pelatihan** memang **bukan pembelajaran**. Oleh karena itu kemampuan fungsional dasar yang telah diperoleh (contoh: kemampuan anaerobik misalnya kekuatan otot dan kemampuan aerobik

misalnya mampu bekerja lama dan tidak mudah menjadi lelah) harus selalu dipelihara dengan melakukan latihan rutine, tanpa pemeliharaan rutine itu maka peningkatan kemampuan fungsional dasar yang telah diperoleh akan dengan cepat hilang dan kita akan dengan cepat kembali menjadi orang yang tidak terlatih! **Pelatihan** kemampuan dasar tidak masuk ke kotak memori, artinya tidak dapat disimpan dan harus senantiasa dipelihara agar senantiasa sesuai dengan kebutuhan masa kini. Artinya sehat dinamis / kebugaran jasmani harus senantiasa dipelihara agar sesuai dengan kebutuhan masa kini. Sehat Dinamis hanya dapat diperoleh bila ada kemauan mendinamiskan diri sendiri. Hukumnya = makan : Siapa yang makan, dia yang kenyang ! Siapa yang mengolah-raganya, dia yang sehat ! Tidak diolah berarti siap dibungkus ! Klub Olahraga Kesehatan (Or-Kes) = Lembaga Pelayanan Kesehatan (Dinamis) di lapangan.

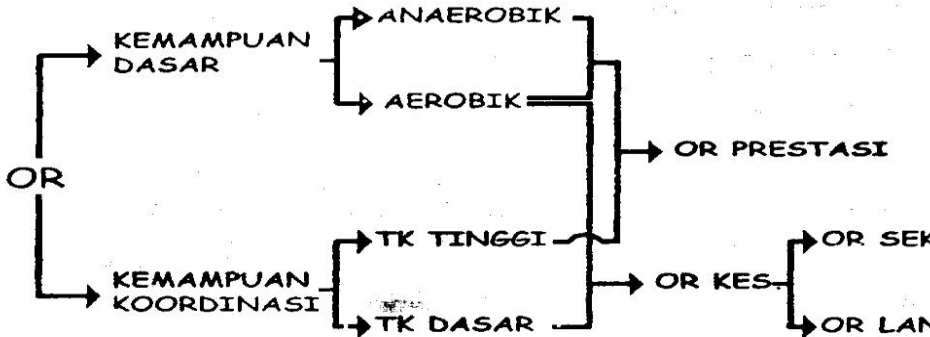
Lembaga Pendidikan Umum Dasar harus berfungsi sbg Lembaga Pelayanan Kesehatan lapangan, dalam rangka program pokok yaitu **Meningkatkan kualitas hidup anak (siswa) masa kini, maupun mutu sumber daya manusia masa depan dan atlet elite masa depan.**

Takaran Or-Kes ibarat makan:

- berhenti makan menjelang kenyang
- tidak makan dapat menjadi sakit
- kelebihan makan mengundang penyakit.

Jadi berolahragalah secukupnya (adekuat), jangan tidak berolahraga karena kalau tidak berolahraga mudah menjadi sakit, sebaliknya kalau berolahraga berlebihan dapat menyebabkan sakit !

KONSEP OLAHRAGA



Makna dan Misi Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Lembaga Pendidikan.

Lembaga Pendidikan adalah Lembaga formal pembinaan mutu sumber daya manusia terpenting. Lembaga ini membina anak (siswa) menjadi sumber daya manusia yang unggul dalam aspek jasmani, rohani dan sosial melalui berbagai bentuk media pendidikan dan keilmuan yang sesuai. Acuan tertinggi mutu SDM adalah rumusan SEHAT WHO yaitu SDM yang Sejahtera jasmani, rohani dan sosial, bukan hanya bebas dari penyakit, cacat ataupun kelemahan. Sehat WHO adalah konsep sehat sempurna yaitu sehat yang menjadi cita-cita, tujuan atau acuan pembinaan mutu SDM.

Pendidikan Jasmani adalah **kegiatan jasmani** yang disajikan sebagai bagian dari kegiatan kurikuler, yang dipergunakan sebagai media bagi proses **pendidikan**. Pendidikan adalah proses mengembangkan:

- Domain kognitif yaitu kemampuan penalaran, pengayaan Pengetahuan / keilmuan
- Domain afektif :
 - Sikap rohaniah meliputi: aspek mental, intelektual dan spiritual,
 - Sikap sosial yang sesuai dengan pengetahuan baru yang telah diperolehnya, yang sesuai dengan norma sosial kehidupan masyarakat, yang diperoleh melalui Pendidikan Jasmani. Pendidikan jasmani adalah **pendidikan** melalui pendekatan ke aspek sejahtera Jasmani, sejahtera Rohani dan sejahtera Sosial melalui kegiatan jasmani, untuk menghasilkan manusia-manusia yang **santun, bukan bobotoh (*supporters*) olahraga yang merusak.**
- Domain psikomotor = perilaku sehari-hari yang sesuai dengan pengetahuan baru dan pola sikap baru yang telah diperolehnya melalui pengalaman dan peran sertanya dalam proses Pendidikan Jasmani dan Olahraga.

Olahraga (Intra Kurikuler) adalah **kegiatan jasmani** untuk **Pembelajaran dan Pelatihan** jasmani yaitu kegiatan jasmani

untuk **memperkaya dan meningkatkan kemampuan dan ketrampilan gerak dasar**. Merupakan pendekatan ke aspek sejahtera jasmani atau sehat jasmani (sehat dinamis) yaitu sehat dikala bergerak untuk dapat memenuhi segala tuntutan gerak kehidupan sehari-hari anak dalam tugasnya sebagai **siswa**; yaitu memiliki tingkat Kebugaran Jasmani yang adekuat (memadai) dan untuk **mempersiapkan** anak menjadi **Atlet** masa depan. Olahraga intra kurikuler adalah Olahraga massaal, **BUKAN olahraga kecabangan** .

Olahraga massaal: olahraga yang (dapat) dilakukan sejumlah besar orang secara bersamaan / beramai-ramai yaitu **olahraga yang dilakukan oleh masyarakat luas** secara beramai-ramai, baik secara spontan maupun secara terorganisasi; hakekatnya adalah **olahraga kesehatan**: karena tujuan utamanya yaitu memelihara dan/atau meningkatkan derajat sehat (dinamis), di samping dapat pula untuk tujuan rekreasi dan sosialisasi. **Olahraga masyarakat atau olahraga kesehatan dapat mewujudkan kebersamaan dan kesetaraan dalam berolahraga** oleh karena tidak ada tuntutan ketrampilan kecabangan olahraga tertentu sehingga semua orang merasa bisa dan setara. Dengan demikian maka olahraga kesehatan (Or-Kes) atau olahraga masyarakat (Or-Masy) di damping merupakan bentuk pendekatan ke aspek sejahtera jasmani juga ke aspek sejahtera rohani dan terutama ke aspek sejahtera sosial (sehat sosial = kebugaran sosial).



Pendidikan Jasmani dan Olahraga intra

Kurikuler:

- **Membina mutu sumber daya manusia (anak) seutuhnya** untuk masa kini maupun untuk masa depan, untuk mendapatkan manusia yang sehat / bugar seutuhnya atau sejahtera seutuhnya yaitu sejahtera jasmani, rohani dan sosial sesuai rumusan sehat WHO.
- **Anak yang berolahraga dan terus berolahraga dalam cabang Olahraga pilihannya (extra kurikuler), adalah atlet elite masa depan.** Oleh karena itu para Pembina Olahraga Anak dan khususnya para Guru Penjas-Or di Sekolah, **tidak boleh membuat anak menjadi frustrasi dalam berolahraga!**

Pendidikan rohani dan Sosial melalui **Olahraga**: berpedoman pada Falsafah dasar Negara Pancasila:

- Ketuhanan yang M.E.
- Kemanusiaan yg adil & beradab
- Persatuan Indonesia
- Kerakyatan – musyawarah
- Keadilan sosial.
 - meningkatkan volume dan kualitas kehidupan beragama

- berdoa sebelum belajar/ berolahraga, tunjukkan betapa terbatasnya kemampuan manusia
- Menghormati sesama manusia, lawan bermain = kawan bermain (*fair play*), percaya diri tetapi rendah hati
 - Tidak menimbulkan kerusakan di muka bumi / melestarikan lingkungan alam yang berarti mengamankan kehidupan.
 - Menyegarkan kehidupan, mencerdaskan kemampuan intelektual dan menghilangkan stress melalui Olahraga.
 - Olahraga (Kesehatan) → materi pokok olahraga intra kurikuler:
 - Kesejahteraan jasmaniah - derajat Kesehatan dinamis - mendukung setiap aktivitas (siswa) dalam peri kehidupannya sehari-hari
 - Olahraga bagi seluruh kelas → Rasa kebersamaan dan kesetaraan → Kesejahteraan Rohaniah dan Sosial
 - Anak yang berolahraga adalah Atlet elite bagi masa depan → tidak boleh ada kebencian anak terhadap Or. → tanggung-jawab Guru Penjas-Or.

Keterkaitan Kesehatan, Pendidikan Jasmani dan Olahraga.

*** Sehat dan Kesehatan.**

- **Sehat:** dasar bagi segala kemampuan jasmani, rohani maupun sosial.
- **Acuan Sehat:** adalah Rumusan **Organisasi Kesehatan Dunia (Sehat Paripurna).**
- Memelihara dan meningkatkan kesehatan: cara yang terpenting, termurah dan fisiologis adalah melalui Olahraga (kesehatan).

*** Pendidikan Jasmani dan Olahraga :**

- Pendidikan Jasmani: pendidikan dengan media kegiatan Jasmani.
- Olahraga: pelatihan Jasmani
- Pendidikan Jasmani dan Olahraga (Penjas-Or) intra kurikuler = Pendidikan dan Pelatihan Jasmani menuju sejahtera paripurna (Jasmani, Rohani dan Sosial) = peningkatan mutu sumber daya manusia (Siswa) masa kini dan masa depan.

*** Gerak - Olahraga :**

- Gerak = ciri kehidupan.
- Memelihara gerak = mempertahankan hidup.
- Meningkatkan kemampuan gerak = meningkatkan kualitas hidup.
- Olahraga = serangkaian gerak raga yang teratur dan terencana untuk meningkatkan kemampuan gerak →

meningkatkan kualitas hidup.

- Olahraga merangsang pertumbuhan dan perkembangan jasmani, rohani dan sosial menuju sejahtera paripurna.
- Hanya orang yang mau bergerak-berolahraga yang akan mendapatkan manfaat dari Olahraga.

* **Olahraga Kesehatan :**

- Intensitasnya sedang, setingkat di atas intensitas aktivitas fisik dalam kehidupan sehari-hari, jadi **bukan olahraga berat**
- Titik berat Or-Kes: **Peningkatan dan penguatan kemampuan koordinasi gerak** dg intensitas yang dapat memelihara dan / atau meningkatkan **derajat Kesehatan**, untuk **kebutuhan masa kini** dan mempersiapkan anak menjadi **Atlet masa depan**.
- Meningkatkan derajat kesehatan dinamis – sehat dengan kemampuan gerak yang dapat memenuhi kebutuhan gerak sehari-hari dalam tugasnya sebagai siswa.
- Bersifat padat gerak, bebas stress, singkat (cukup 10-30 menit tanpa henti), mudah, murah, meriah massaal, fisiologis (manfaat & aman).
- Massaal :
 - Ajang silaturahmi → Sejahtera Rohani dan Sosial
 - Ajang pencerahan stress → Sejahtera Rohani
 - Ajang komunikasi sosial → Sejahtera Sosial

Ketiga hal diatas merupakan pendukung untuk menuju Sehatnya WHO → Sejahtera Paripurna.

- **Sehat dinamis** dan kemampuan **koordinasi gerak** (dapat memperagakan berbagai gerak secara **akurat = lincah**) = **landasan bagi pelatihan Olahraga Prestasi.**

*** Kondisi Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Sekolah Dasar saat ini.**

- Waktu = 3 x 45 menit/minggu
- Sarana – prasarana sangat terbatas
- Kurikulum Penjas-Or lebih berorientasi kepada Olahraga Kecabangan :
 1. Cenderung individual dan cenderung mengacu pencapaian prestasi
 2. Olahraga prestasi mahal dalam hal :
 - o Sarana – prasarana
 - o Waktu, perlu masa pelatihan yang panjang
 - o Tenaga dan biaya.

Demi kehormatan (Guru) Penjas-Or intra kurikuler:

- Reposisi → pikir ulang apa perlunya Penjas-Or di SD?

- Reorientasi → pikir ulang arah pembinaan Penjas-Or bagi Siswa SD?
- Reaktualisasi → pikir ulang apakah Penjas-Or di SD sudah sesuai kebutuhan nyata?
- Revitalisasi → pikir ulang bagaimana cara melaksanakan dan menggalakkan pelaksanaan Penjas-Or di SD untuk mencapai tujuan **masa kini dan masa depan!**

Apapun Garis Besar Program Pengajaran(GBPP)nya, pelaksanaannya di lapangan selalu dapat disesuaikan dengan semua hasil pikir-ulang tersebut diatas. Memang diperlukan kreativitas dan inovasi pada pelaksanaannya di lapangan!

Kesimpulan

Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Sekolah Dasar (intra kurikuler) harus berlandaskan pada olahraga massaal/kesehatan dengan titik berat latihan jasmani untuk meningkatkan derajat sehat dinamis dan kemampuan koordinasi motorik yang lebih baik, agar para siswa selama masa belajar memiliki kualitas hidup/Kebugaran Jasmani yang memenuhi kebutuhan masa kini dan dapat diharapkan menjadi atlet elite dan sumber daya manusia yang bermutu di masa depan.

Saran

3. Reposisi : pikir ulang apa perlunya Penjas-Or di SD?

Penjas-Or perlu dikembalikan pada posisi dasar fungsinya yaitu :

- Penggunaan Olahraga/Kegiatan Jasmani sebagai media Pendidikan
- Penggunaan Olahraga sebagai alat pelatihan untuk memelihara dan meningkatkan derajat sehat dinamis menuju kondisi Sejahtera paripurna siswa masa kini dan pembekalan anak untuk menjadi Atlet elite dan SDM bermutu bagi masa depan.

4. Reorientasi : pikir ulang arah pembinaan Penjas-Or bagi Siswa SD?

Penjas-Or sebagai program kurikuler perlu ditinjau kembali:

5. Relevansinya dengan kebutuhan siswa / santri
6. Manfaat yang diharapkan
7. Kondisi nyata persekolahan :

Jatah waktu / jam pelajaran per minggu

Sarana – prasarana yang tersedia.

8. Reaktualisasi : pikir ulang apakah Penjas-Or di SD sudah sesuai kebutuhan nyata?

Penjas-Or di Sekolah dan Pondok Pesantren perlu menekankan kembali (reaktualisasi) kepada konsep dasar Olahraga untuk tujuan **Pendidikan dan Kesehatan** untuk masa kini dan **Pendidikan dan Penguasaan kemampuan koordinasi gerak**

untuk pembekalan menjadi **Atlit elite** dan **SDM bermutu** di masa depan. Jatah waktu pertemuan 3 x 45 menit/minggu, dapat disajikan untuk 3 x pertemuan/minggu @ 45 menit.

4. Revitalisasi : pikir ulang bagaimana cara melaksanakan dan menggalakkan pelaksanaan Penjas-Or di SD untuk mencapai tujuan masa kini dan masa depan?

Penjas-Or di Sekolah dan Pondok Pesantren harus bersifat massaal dan disajikan dengan iklim yang menggembirakan siswa, sehingga semua siswa merasa butuh berolahraga dan selalu ingin berpartisipasi secara aktif, karena Penjas-Or sebagai bagian dari paket kurikuler tidak membolehkan adanya siswa yang hanya menjadi Penonton, kecuali yang sakit.

5. Kualitas Petugas

Keberhasilan misi di tingkat lapangan sangat ditentukan oleh kualitas Petugas (dalam hal ini guru Penjas-Or) serta pemahamannya mengenai makna Penjas-Or di Sekolah Dasar, ketulusan dan kesungguhan dalam pengabdianya, serta kreativitas dan inovasinya dalam pembelajaran Penjas-Or.

6. Kebutuhan

Penjas-Or di Sekolah Dasar dan Pondok Pesantren harus dirasakan sebagai kebutuhan oleh siswa/santri, sehingga mereka akan merasa dirugikan manakala mata pelajaran Penjas-Or

ditiadakan.

9. Olahraga prestasi

Olahraga kecabangan yang bersifat prestatif perlu dikembangkan namun sebagai materi ekstra kurikuler, sebagai **pilihan** untuk menyalurkan bakat dan minat siswa/santri terhadap sesuatu cabang Olahraga.

Kepustakaan

Cooper, K.H. (1994) : Antioxidant Revolution, Thomas Nelson Publishers, Nashville-Atlanta-London-Vancouver.

Giriwijoyo, Y.S.S. (1992) : Ilmu Faal Olahraga, Buku perkuliahan Mahasiswa FPOK-IKIP Bandung.

Giriwijoyo, H.Y.S.S. dan H.Muchtamadji M.Ali (1997) : Makalah : Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Sekolah, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, IKIP Bandung.

Giriwijoyo, H.Y.S.S. (2000) : Olahraga Kesehatan, Bahan perkuliahan Mahasiswa FPOK-UPI.

Giriwijoyo, H.Y.S.S. (2001) : Makalah : Pendidikan Jasmani dan Olahraga, kontribusinya terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Peserta Didik, Ma'had Al-Zaytun, Haurgeulis, Indramayu, Jawa Barat.

Watson, A.S. (1992): Children in Sports, dalam Textbook of Science and Medicine in Sport Edited by J.Bloomfield, P.A.Fricker and K.D.Fitch; Blackwell Scientific Publications.

7. Giriwijoyo,H.Y.S.S. dan Komariyah,L (2007): Makalah : Pendidikan Jasmani dan Olahraga di Lembaga Pendidikan, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan Universitas Pendidikan Indonesia, 2007.

Doc. Penjas-Or SD Tr.

Bandung, 10 Maret 2008.