

**PERAN ILMU ANATOMI DAN FISILOGI OLAHRAGA
DALAM MENINGKATKAN PRESTASI ATLET TENIS MEJA**

OLEH:

dr. Lucky Angkawidjaja R, AIFO

Disampaikan pada Penataran Pelatih Tenis Meja Tingkat Jawa Barat

Bandung, 18 – 20 Desember 2009

PENGDA PTMSI JAWA BARAT 2009

ANATOMI OTOT

Otot merupakan alat gerak aktif karena memiliki kemampuan berkontraksi. Otot memendek jika sedang berkontraksi dan memanjang jika berelaksasi. Kontraksi otot terjadi jika otot sedang melakukan kegiatan, sedangkan relaksasi otot terjadi jika otot sedang beristirahat.

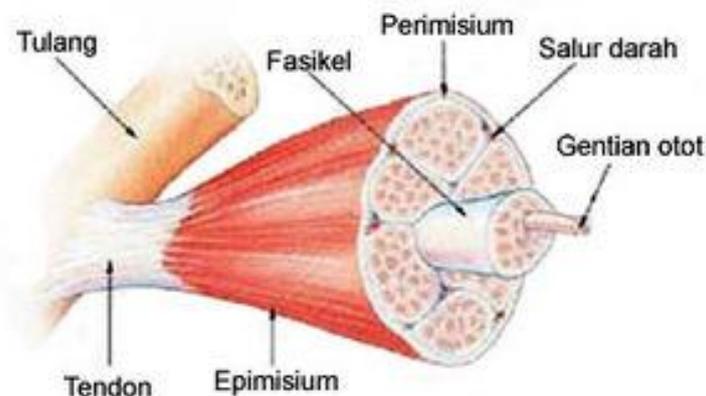
Dengan demikian otot memiliki 3 karakter, yaitu:

- a. **Kontraksibilitas** yaitu kemampuan otot untuk memendek dan lebih pendek dari ukuran semula, hal ini terjadi jika otot sedang melakukan kegiatan.
- b. **Ektensibilitas**, yaitu kemampuan otot untuk memanjang dan lebih panjang dari ukuran semula.
- c. **Elastisitas**, yaitu kemampuan otot untuk kembali pada ukuran semula. Otot tersusun atas dua macam filamen dasar, yaitu filament aktin dan filament miosin. Filamen aktin tipis dan filament miosin tebal. Kedua filamen ini menyusun miofibril. Miofibril menyusun serabut otot dan serabut otot-serabut otot menyusun satu otot.

A. Jenis – Jenis Otot

Berdasarkan bentuk morfologi, sistem kerja dan lokasinya dalam tubuh, otot dibedakan menjadi tiga, yaitu otot lurik, otot polos, dan otot jantung.

1. Otot lurik (Otot Rangka)



Otot lurik disebut juga otot rangka atau otot serat lintang. Otot ini bekerja di bawah kesadaran. Pada otot lurik, fibril-fibrilnya mempunyai jalur-jalur melintang gelap (anisotrop) dan terang (isotrop) yang tersusun berselang-selang. Sel-selnya berbentuk silindris dan mempunyai banyak inti. Otot rangka dapat berkontraksi dengan cepat dan mempunyai periode istirahat berkali-kali. Otot rangka ini memiliki kumpulan serabut yang dibungkus oleh fasia superfisial.

Gabungan otot berbentuk kumparan dan terdiri dari bagian

- (a) **ventrikel (empal)**, merupakan bagian tengah yang menggebung
- (b) **urat otot (tendon)**, merupakan kedua ujung yang mengecil.

Urut otot (tendon) tersusun dari jaringan ikat dan bersifat keras serta liat.

Berdasarkan cara melekatnya pada tulang, tendon dibedakan sebagai berikut ini:

- (a) **Origo** merupakan tendon yang melekat pada tulang yang tidak berubah kedudukannya ketika otot berkontraksi.
- (b) **Inersio** merupakan tendon yang melekat pada tulang yang bergerak ketika otot berkontraksi.

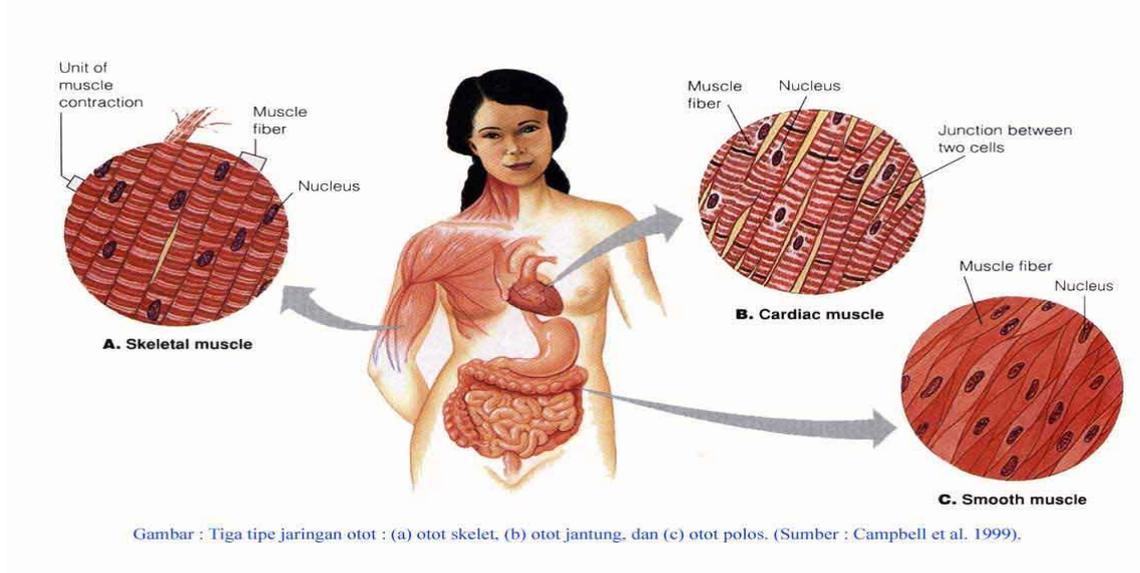
Otot yang dilatih terus menerus akan membesar atau mengalami hipertrofi, Sebaliknya jika otot tidak digunakan (tidak ada aktivitas) akan menjadi kisut atau mengalami atrofi.

2. Otot Polos

Otot polos disebut juga otot tak sadar atau otot alat dalam (otot viseral). Otot polos tersusun dari sel – sel yang berbentuk kumparan halus. Masing – masing sel memiliki satu inti yang letaknya di tengah. Kontraksi otot polos tidak menurut kehendak, tetapi dipersarafi oleh saraf otonom. **Otot polos terdapat pada alat-alat dalam tubuh, misalnya pada:**

1. Dinding saluran pencernaan

2. Saluran-saluran pernapasan
3. Pembuluh darah
4. Saluran kencing dan kelamin



3. Otot Jantung

Otot jantung mempunyai struktur yang sama dengan otot lurik hanya saja serabut-serabutnya bercabang-cabang dan saling beranyaman serta dipersarafi oleh saraf otonom. Letak inti sel di tengah. Dengan demikian, otot jantung disebut juga otot lurik yang bekerja tidak menurut kehendak.

B. Fungsi Otot

Otot dapat berkontraksi karena adanya rangsangan. Umumnya otot berkontraksi bukan karena satu rangsangan, melainkan karena suatu rangkaian rangsangan berurutan. Rangsangan kedua memperkuat rangsangan pertama dan rangsangan ketiga memperkuat rangsangan kedua. Dengan demikian terjadilah ketegangan atau tonus yang maksimum. Tonus yang maksimum terus-menerus disebut tetanus.

C. Sifat Kerja Otot

Sifat kerja otot dibedakan atas antagonis dan sinergis seperti berikut ini:

a. Antagonis

Antagonis adalah kerja otot yang kontraksinya menimbulkan efek gerak berlawanan, contohnya adalah:

1. **Ekstensor(meluruskan) dan fleksor (membengkokkan)**, misalnya otot trisep dan otot bisep.
2. **Abduktor (menjauhi badan) dan adductor (mendekati badan)** misalnya gerak tangan sejajar bahu dan sikap sempurna.
3. **Depresor (ke bawah) dan adduktor (ke atas)**, misalnya gerak kepala merunduk dan menengadah.
4. **Supinator (menengadah) dan pronator (menelungkup)**, misalnya gerak telapak tangan menengadah dan gerak telapak tangan menelungkup.

b. Sinergis

Sinergis adalah otot-otot yang kontraksinya menimbulkan gerak searah. Contohnya pronator teres dan pronator kuadratus.

D. Mekanisme Gerak Otot

Dari hasil penelitian dan pengamatan dengan mikroskop elektron dan difraksi sinar X, Hansen dan Huxly (1955) mengemukakan teori kontraksi otot yang disebut model *sliding filaments*.

Model ini menyatakan bahwa kontraksi didasarkan adanya dua set filamen di dalam sel otot kontraktile yang berupa filament aktin dan filamen miosin. Rangsangan yang diterima oleh asetilkolin menyebabkan aktomiosin mengerut (kontraksi). Kontraksi ini memerlukan energi.

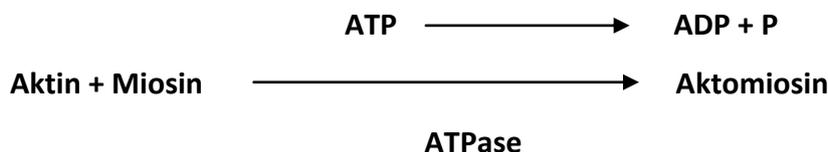
Pada waktu kontraksi, filamen aktin meluncur di antara miosin ke dalam zona H (zona H

adalah bagian terang di antara 2 pita gelap). Dengan demikian serabut otot menjadi memendek yang tetap panjangnya ialah ban A (pita gelap), sedangkan ban I (pita terang) dan Zona H bertambah pendek waktu kontraksi.

Ujung miosin dapat mengikat ATP dan menghidrolisisnya menjadi ADP. Beberapa energi dilepaskan dengan cara memotong pemindahan ATP ke miosin yang berubah bentuk ke konfigurasi energi tinggi. Miosin yang berenergi tinggi ini kemudian mengikatkan diri dengan kedudukan khusus pada aktin membentuk jembatan silang. Kemudian simpanan energi miosin dilepaskan, dan ujung miosin lalu beristirahat dengan energi rendah, pada saat inilah terjadi relaksasi. Relaksasi ini mengubah sudut perlekatan ujung myosin menjadi miosin ekor. Ikatan antara miosin energi rendah dan aktin terpecah ketika molekul baru ATP bergabung dengan ujung miosin. Kemudian siklus tadi berulang lagi.

E. Sumber Energi untuk Gerak Otot

ATP (Adenosine Tri Phosphat) merupakan sumber energi utama untuk kontraksi otot. ATP berasal dari oksidasi karbohidrat dan lemak. Kontraksi otot merupakan interaksi antara aktin dan miosin yang memerlukan ATP.



Fosfokreatin merupakan persenyawaan fosfat berenergi tinggi yang terdapat dalam konsentrasi tinggi pada otot. Fosfokreatin tidak dapat dipakai langsung sebagai sumber energi, tetapi fosfokreatin dapat memberikan energinya kepada ADP.



Pada otot lurik jumlah fosfokreatin lebih dari lima kali jumlah ATP. Pemecahan ATP dan fosfokreatin untuk menghasilkan energy tidak memerlukan oksigen bebas. Oleh sebab itu, fase kontraksi otot sering disebut fase anaerob.

F. Kelainan pada Otot

Kelainan pada otot dapat disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut:

a. Atrofi

Atrofi merupakan suatu keadaan mengecilnya otot sehingga kehilangan kemampuan berkontraksi.

b. Kelelahan Otot

Kelelahan otot terjadi karena terus menerus melakukan aktivitas, dan bila ini berlanjut dapat terjadi kram.

c. Tetanus

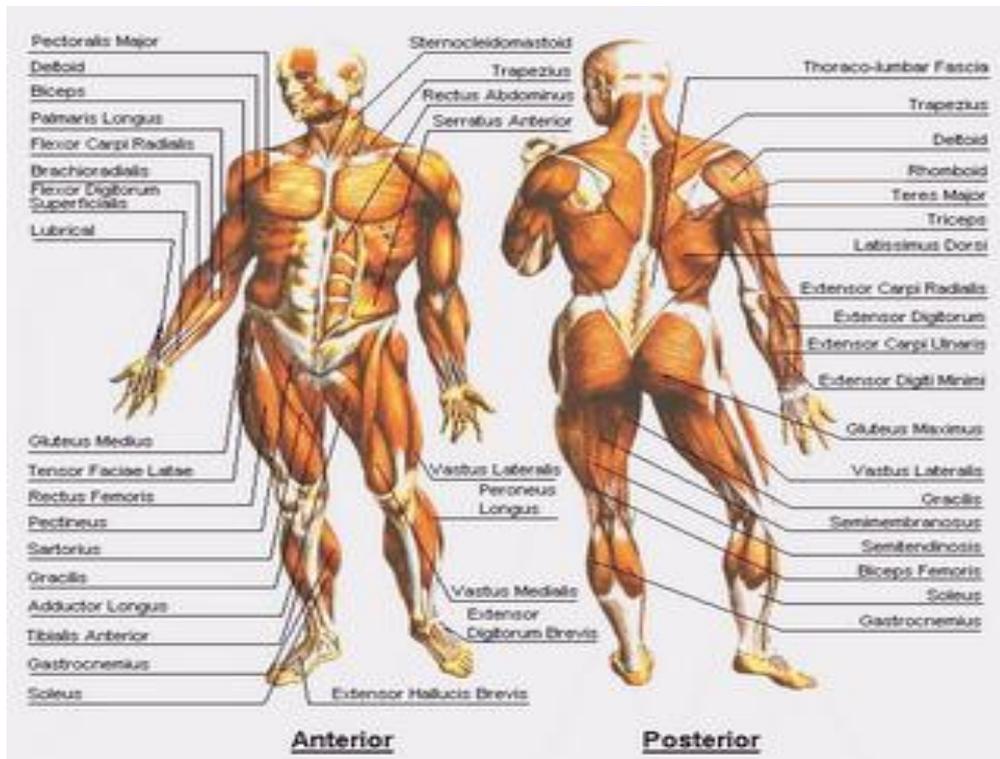
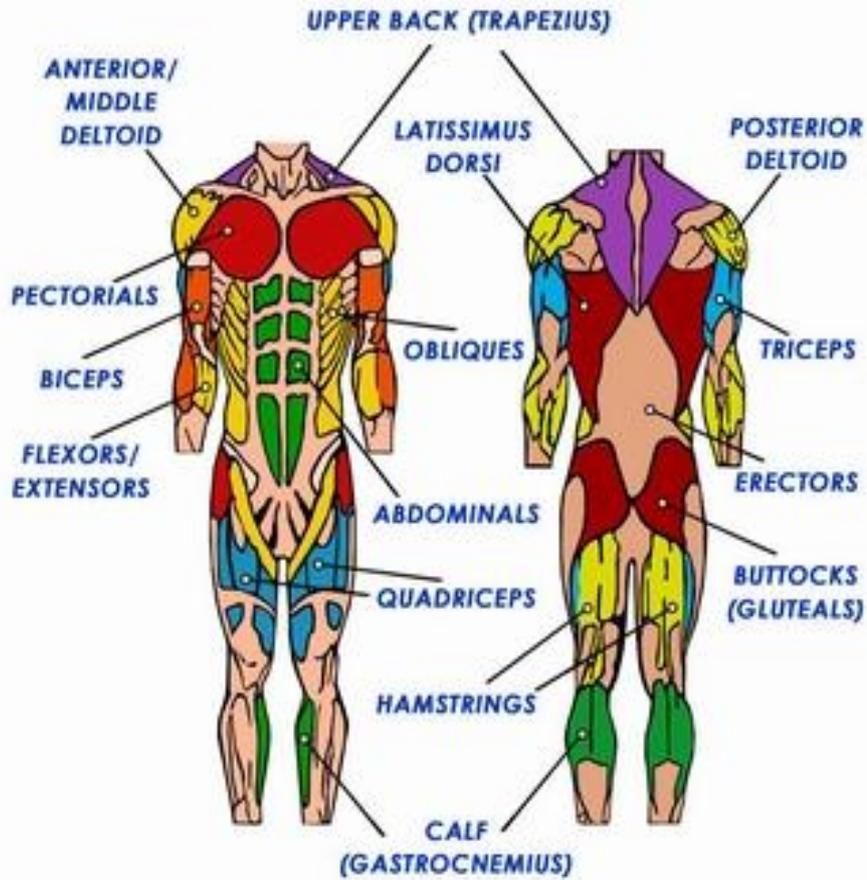
Tetanus adalah otot yang terus menerus berkontraksi (tonus atau kejang) akibat serangan bakteri *Clostridium tetani*.

d. Miastenia Gravis

Miastenia Gravis adalah melemahnya otot secara berangsur-angsur sehingga menyebabkan kelumpuhan bahkan kematian. Penyebabnya belum diketahui dengan pasti.

e. Kaku Leher (Stiff)

Stiff adalah peradangan otot trapesius leher sehingga leher terasa kaku. Stiff terjadi akibat kesalahan gerak.



ERGOSISTEMA

I. Pendahuluan

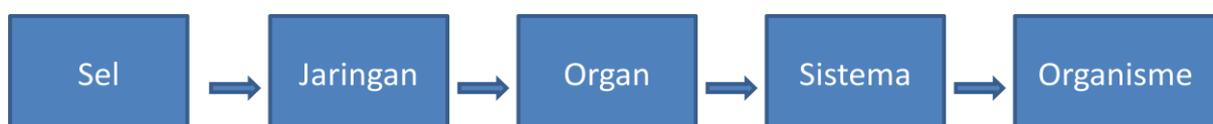
Ilmu Faal (fisiologi) khususnya ilmu faal olahraga menjanjikan suatu hasil karya besar bagi pelatih yang tahu cara menerapkannya dalam melatih dan mencapai prestasi tinggi olahraga, oleh karena melatih tiada lain ialah meningkatkan kemampuan fungsional yang berarti harus menerapkan ilmu faal olahraga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

Melatih suatu cabang olahraga prestasi adalah meningkatkan kemampuan fungsional raga yang sesuai dengan tuntutan penampilan cabang olahraga itu sampai ketinggian yang “maksimal”, baik pada aspek kemampuan dasar maupun pada aspek ketrampilan teknisnya. Meningkatkan kemampuan fungsional hanay dapat dilakukan dengan benar, baik dan efisien apabila pelatih memiliki pengetahuna tentang mekanisme kerja dan mekanisme respon organ-organ tubuh terhadap latihan pembebanan dan latihan ketrampilan.

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. Atlet yang memahami tujuan pelatihan dan bagaimana mekanisme pencapaiannya akan 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.

II. Komponen Kebugaran Jasmani

Ilmu Faal adalah ilmu yang mempelajari fungsi suatu struktur. Dalam hal ilmu Faal Olahraga struktur itu adalah Jasmani atau Raga beserta seluruh bagian-bagiannya. Oleh karena itu sebelum membicarakan fungsinya perlu lebih dajulu mengenali struktur struketur 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:



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

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. Eksresi – pembuangan
10. Endokrin --- hormon
11. Sensoris --- penginderaan
12. Reproduksi --- pemulih generasi

Fungsi Jasmani yang terdiri dari berbagai macam sistemata tersaebut adalah: gerak, kerja, mempertahankan hidup, mendapatkan kepuasan hidup lahir bathin, Oleh karena itu jasmani dapat disebut sebagai satu SISTEMATA (Untuk) KERJA (SK) atau ERGOSISTEMATA (ES).

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

1. Perangkat Pelaksana Gerak disebut Ergosistemata Primer(ES-I) atau Sistemata Kerja Primer (SK-1) terdiri dari:
 - sistemata skelet
 - sistemata muskular
 - sistemata nervorum

2. Perangkat pendukung Gerak disebut sebagai Ergosistemata Sekunder (ES-II) atau Sistemata Kerja Sekunder (SK-II) terdiri dari:
 - Sistemata hemo hidro limfatik
 - Sistemata respirasi
 - Sistemata Kardivaskular

3. Perangkat pemulih/Pemelihara, disebut sebagai Ergosistema Tersier (ES – III) atau Sistema Kerja Tertier (SK-III) terdiri dari:
- Sistema digestivus
 - Sistema termoregulasi
 - Sistema eksresi
 - Sistema reproduksi

Ergosistema yang langsung berhubungan dengan aktivitas fisik adalah 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 harus berhenti bila telah sampai batas maksimal kelelahan.

ES-II disebut pula 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 maksimal kelelahan.

**Ergosistema I:
Fungsi Dasar dan Kualitas Penampilannya**

Anatomis	Fungsi Dasar	Kualitas
Sistema skelet	Pergerakan persendian	Luas pergerakan (kelentukan/fleksibilitas)
Sistema muscular	Kontraksi otot	Kekuatan otot Daya tahan otot
Sistema nervorum	Penghantar rangsang	Koordinasi fungsi (otot)

Fungsi dasar sistem skelet dalam hubungan dengan aktivitas fisik terletak pada persendiannya dalam bentuk luas pergerakan persendian (fleksibilitas=kelentukan), yang merupakan kualitas dari pergerakan persendian itu. Fungsi dasar sistem 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 saraf (sistem nervorum) ialah menghantarkan rangsang. Perwujudannya dalam hubungan dengan aktivitas fisik ialah kemampuan 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-fungsi dasar lainnya merupakan penampilan dasar yang diperlukan oleh berbagai cabang olahraga; yang merupakan gabungan fungsi-fungsi dasar sistem-sistem (anatomis) penyusun ES-1. 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 dianalisis komponen dasar fisiologisnya apa saja yang menyusun kelincahan. Dari analisis terhadap gerakan kelincahan dapat dikemukakan bahwa untuk dapat meningkatkan kelincahan diperlukan 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 kelincahan memerlukan:

- Kelentukan

- Kecepatan gerak (*speed*)
- Ketepatan gerak (*accuracy*)

Ergosistema II

Fungsi dasar dan kualitas Penampilannya

Anatomis	Fungsi Dasar	Kualitas
Hemo-hidro-limfatik	Transporasi : 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 – fleksibilitas
 - Kekuatan dan daya tahan otot
 - Koordinasi fungsi otot
2. Kemampuan / kualitas dasar ES-II :
 - Daya tahan umum

Demikianlah maka dengan memahami pengertian Sistema Kerja atau Ergosistema akan lebih mudah memahami komponen dasar KJ apa saja yang diperlukan oleh suatu

cabang OR dan kualitas dasar ES mana yang perlu dilatih secara khusus untuk penampilan mutu tinggi cabang OR tersebut.

Dengan menganalisis lebih jauh 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* Kekuatan dan daya tahan Otot
 - *Muscle endurance*
 - *Flexibility*—luas pergerakan persendian
 - *Reaction time*—fungsi dasar saraf: 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)

SISTEM ENERGI PADA METABOLISME AEROBIK DAN ANAEROBIK

Ditinjau dari penggunaan oksigen (O_2), terdapat 2 mekanisme penyediaan energi melalui metabolisme yaitu aerobik, yaitu metabolisme yang menggunakan O_2 serta anaerobik, yaitu metabolisme yang tidak menggunakan O_2 .

Kriteria apakah suatu olahraga termasuk ke dalam olahraga aerobik atau anaerobik ditentukan oleh 2 hal, yaitu:

1. Intensitas
2. Durasi

Terdapat hubungan antara intensitas dan durasi, yaitu:

- Olahraga dengan intensitas tinggi (anaerobik dominan) tidak mungkin dilakukan dengan durasi panjang, dan sebaliknya,
- Olahraga dengan durasi panjang, (aerobik dominan) tidak mungkin dilakukan dengan intensitas yang tinggi.

Sistem metabolisme energi pada olahraga anaerobik

Adenosine triphosphate (ATP) merupakan sumber energi yang terdapat di dalam sel-sel tubuh terutama sel otot yang siap dipergunakan untuk aktivitas otot. Terdapat 2 macam sistem pemakaian energi anaerobik yang dapat menghasilkan ATP selama *exercise* yaitu:

(1) sistem ATP-PC dan (2) sistem asam laktat.

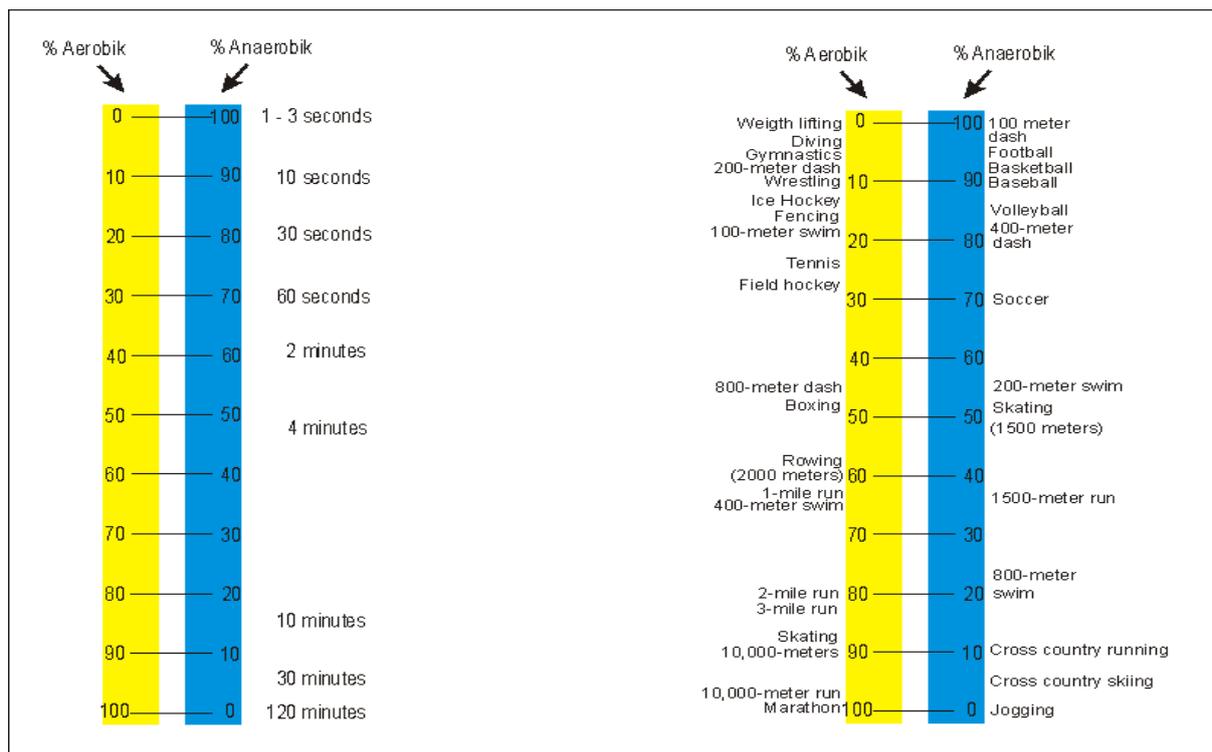
(1) **Sistem ATP-PC** berguna untuk menggerakkan otot 6 – 8 detik, misalnya pada olahraga anaerobik seperti *sprint* 100 m, angkat besi, tolak peluru. Ketika ATP pecah menjadi *Adenosine diphosphate* dan *phosphate inorganic* (Pi), dihasilkan energi yang dapat digunakan untuk kontraksi otot *skelet* selama *exercise*. Tiap molekul ATP yang terurai diestimasi sebanyak 7 – 12 kalori. Di samping ATP, otot *skelet* juga mempunyai energi *phosphate* yang tinggi yaitu *creatine phosphate* (CP), yang dapat dipakai untuk menghasilkan ATP. ATP dan CP yang dapat digunakan segera, sangat sedikit tersedia di dalam tubuh. Cadangan CP di otot *skelet* 3 – 5 kali lebih besar dari ATP yang tercadang di otot.

(2) **Sistem asam laktat** adalah sistem anaerobik dimana ATP dihasilkan pada otot *skeletal* melalui glikolisis. Sistem asam laktat penting untuk olahraga intensitas tinggi yang lamanya 20 detik – 2 menit seperti sprint 200 – 800 m, renang gaya bebas 100m. Glukosa dari glikogen otot dipecah menjadi asam laktat. Sistem ini penting untuk *exercise* anaerobik dengan intensitas tinggi yang berguna untuk melakukan kontraksi otot. Setelah 1,5 – 2 menit melakukan *exercise* anaerobik, penumpukan laktat yang terjadi akan menghambat glikolisis, sehingga timbul kelelahan otot. Melalui sistem ini dari 1 mol (180 gram) glikogen otot dihasil 3 molekul ATP.

Gambar 1.

Contributions of Anaerobic/Aerobic Energy Productions During Various Sporting Events

*) Scott K Powers & Edward T Hayley, "Exercise Physiology"



Sistem metabolisme energi pada olahraga aerobik

Sistem oksigen/aerobik membutuhkan oksigen untuk memecahkan glikogen/glukosa menjadi CO₂ dan H₂O melalui siklus krebs (*Tricarboxylic acid*= TCA) dan sistem transport elektron. Glikogen atau glukosa dipecah secara kimia menjadi asam piruvat dan dengan

adanya O_2 maka asam laktat tidak menumpuk. Asam piruvat yang terbentuk selanjutnya memasuki siklus Krebs dan sistem transport elektron. Sistem aerobik digunakan untuk *exercise* yang membutuhkan energi lebih dari 8 menit seperti lari marathon, renang gaya bebas 1500 m. Reaksi aerobik terjadi dalam sel otot yaitu pada organel mitokondria.

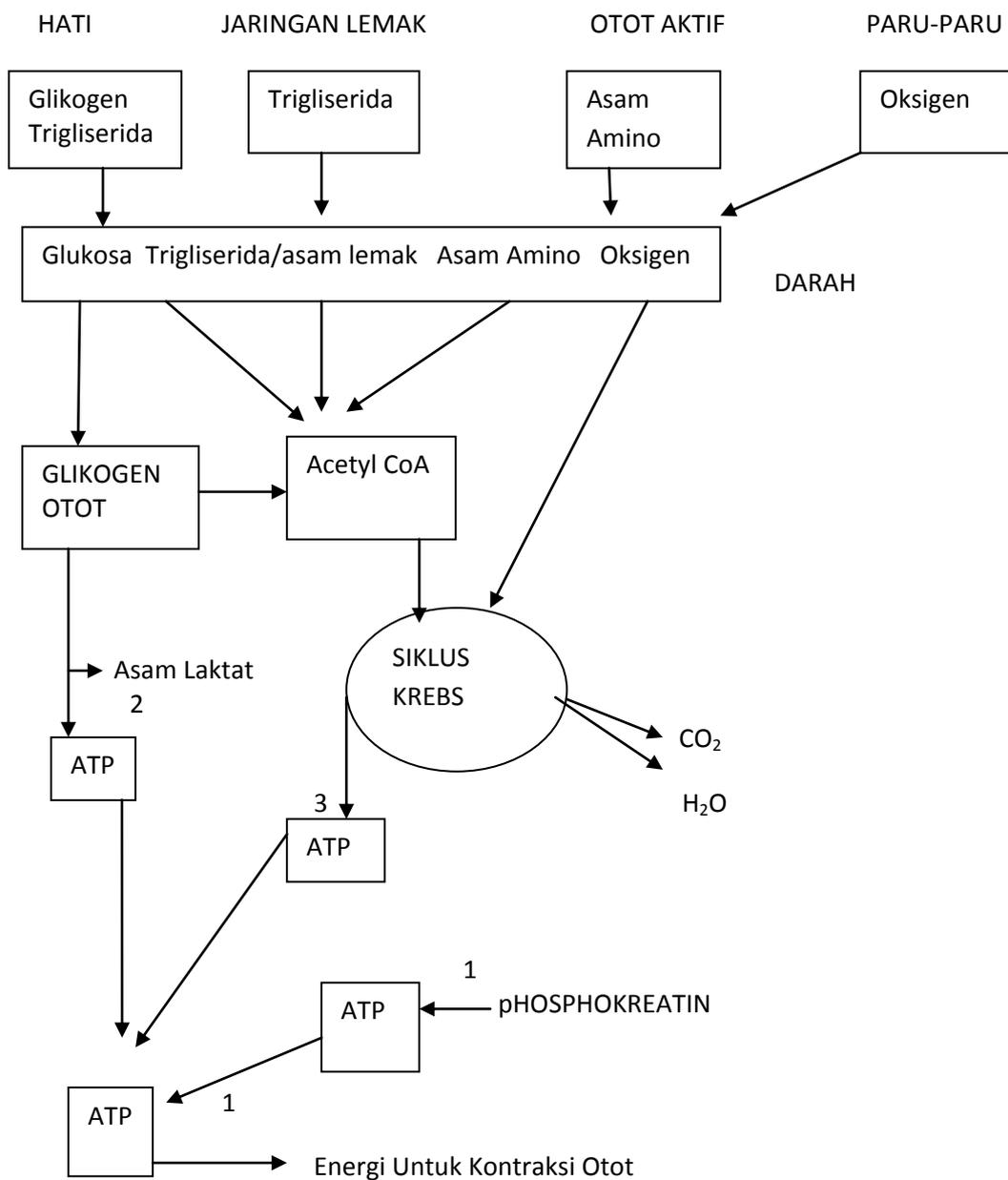
Sistem aerobik menghasilkan ATP lebih lambat daripada sistem ATP-CP dan asam laktat, tetapi produksi ATP jauh lebih besar. Dari pemecahan 1 mol atau 180 gram glikogen, pada keadaan oksigen cukup tersedia akan berubah menjadi CO_2 dan H_2O dan menghasilkan energi sebanyak 39 mol ATP. CO_2 akan masuk ke dalam darah, dibawa ke paru untuk dikeluarkan dan diganti dengan O_2 . H_2O berguna untuk sel sendiri, sebagian unsur sel terdiri dari H_2O . Bahan yang dapat dipecahkan untuk sistem aerobik berasal dari glikogen, lemak (asam lemak) ataupun protein (asam amino) yang di dalamnya mengandung energi potensial yang terikat dalam susunan *nutrient internal*. Ketika energi potensial dibebaskan, akan ditransformasikan menjadi energi kinetik atau energi gerak, panas dll.

Jadi secara garis besar sistem energi dalam olahraga terdiri dari anaerobik dan aerobik. Anaerobik adalah kegiatan olahraga yang secara umum tidak membutuhkan oksigen atau O_2 , sumber energi dari sistem ATP – CP dan asam laktat serta waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan sangat singkat, sehingga tidak memerlukan O_2 untuk pembakaran. Aerobik adalah kegiatan olahraga yang dilakukan secara kontinyu dalam waktu relatif lebih lama (diatas tiga menit) dan membutuhkan energi dari sistem oksigen yang berasal dari siklus TCA.

Secara ringkas bagaimana mekanisme tubuh menggunakan urutan sistem penggunaan energi dapat dilihat pada gambar 2.

Ketika kita melakukan latihan fisik, otot-otot tubuh, sistem jantung, dan sirkulasi darah serta pernapasan diaktifkan. Pada awal latihan olahraga aerobik sumber utama yang dipergunakan 2 jam awal *exercise* adalah glukosa yang berasal dari glikogen di otot-otot. Apabila latihan terus dilanjutkan maka sumber tenaga dari glikogen otot berkurang, selanjutnya akan terjadi pemakaian glukosa darah dan asam lemak bebas.

Gambar 2. Diagram urutan sistem penggunaan energi



Keterangan:

1. Sistem ATP –PC
2. Sistem Asam Laktat
3. Sistem Aerobik

Sumber: Melvins H. William, *Nutrition for Fitness and Sport*, Iowa : Wm. C. Brown Publishers, 1991, p. 29

Makin ditingkatkan porsi latihan maka akan meningkat pemakaian glukosa yang berasal dari cadangan glikogen hepar. Bila latihan dilanjutkan lagi maka sumber tenaga terutama berasal dari asam lemak bebas hasil lipolisis jaringan lemak. Protein relatif sedikit berkontribusi dalam menghasilkan ATP ($< 5\%$ dari total energi untuk aktivitas). Pemakaian glikogen otot meningkat tajam seiring dengan meningkatnya latihan. Pada menit ke 40, penggunaan glukosa mencapai 7 sampai 20 kali dibanding istirahat, tergantung intensitas *exercise* yang dilakukan. Pada latihan dengan intensitas tinggi akan terjadi deplesi glikogen otot. Intensitas latihan 50, 75, 100% VO_2 max akan menyebabkan terjadinya glikogenolisis sebesar 0,7, 1,4, dan 3,4 mmol/kg bb/menit. Jadi jumlah bahan yang dibakar tergantung dari intensitas/derajat dan lamanya latihan serta kondisi fisik seseorang.

Semua aktivitas fisik memerlukan energi. Kebutuhan energi yang diperlukan bervariasi sesuai dengan derajat kegiatan/aktivitas yang kita lakukan, sebagai contoh dengan jalan kaki 18 menit/km (santai), 10 menit/km, 8 menit/km dan 5 menit/km untuk berat badan 50 kg memerlukan energi masing–masing 2 kal/menit, 5 kal/menit, 6 kal/menit dan 10 kal/menit.

ANALISIS PENAMPILAN 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 hubungannya 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 psikis.

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

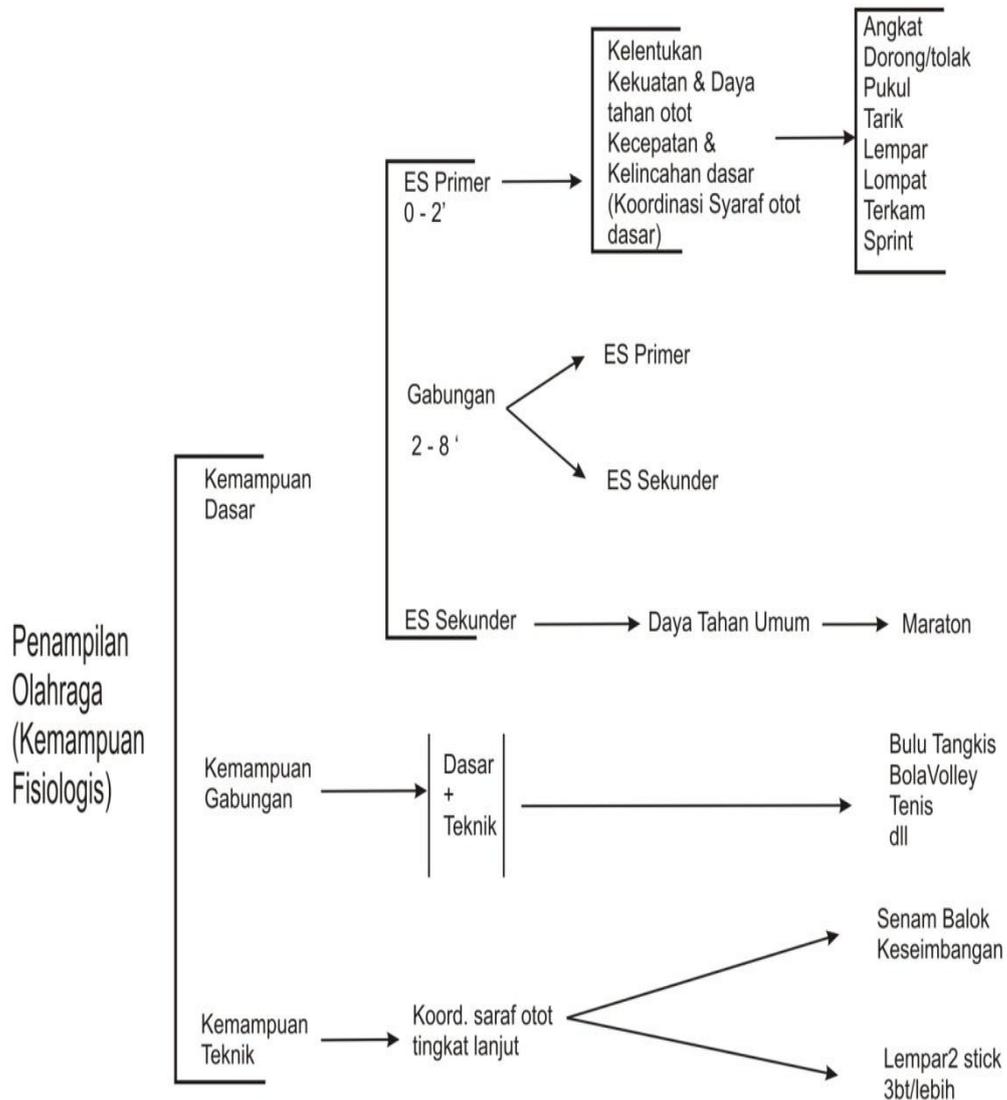
1. Kemampuan Dasar :
 - a. ES-I
 - b. ES-II
2. Kemampuan teknik
3. Kemampuan Gabungan 1 dan 2

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 pula bahwa semua gerakan/ olahraga dapat dibuat analisis penampilannya. Analisis penampilan itu terdiri dari:

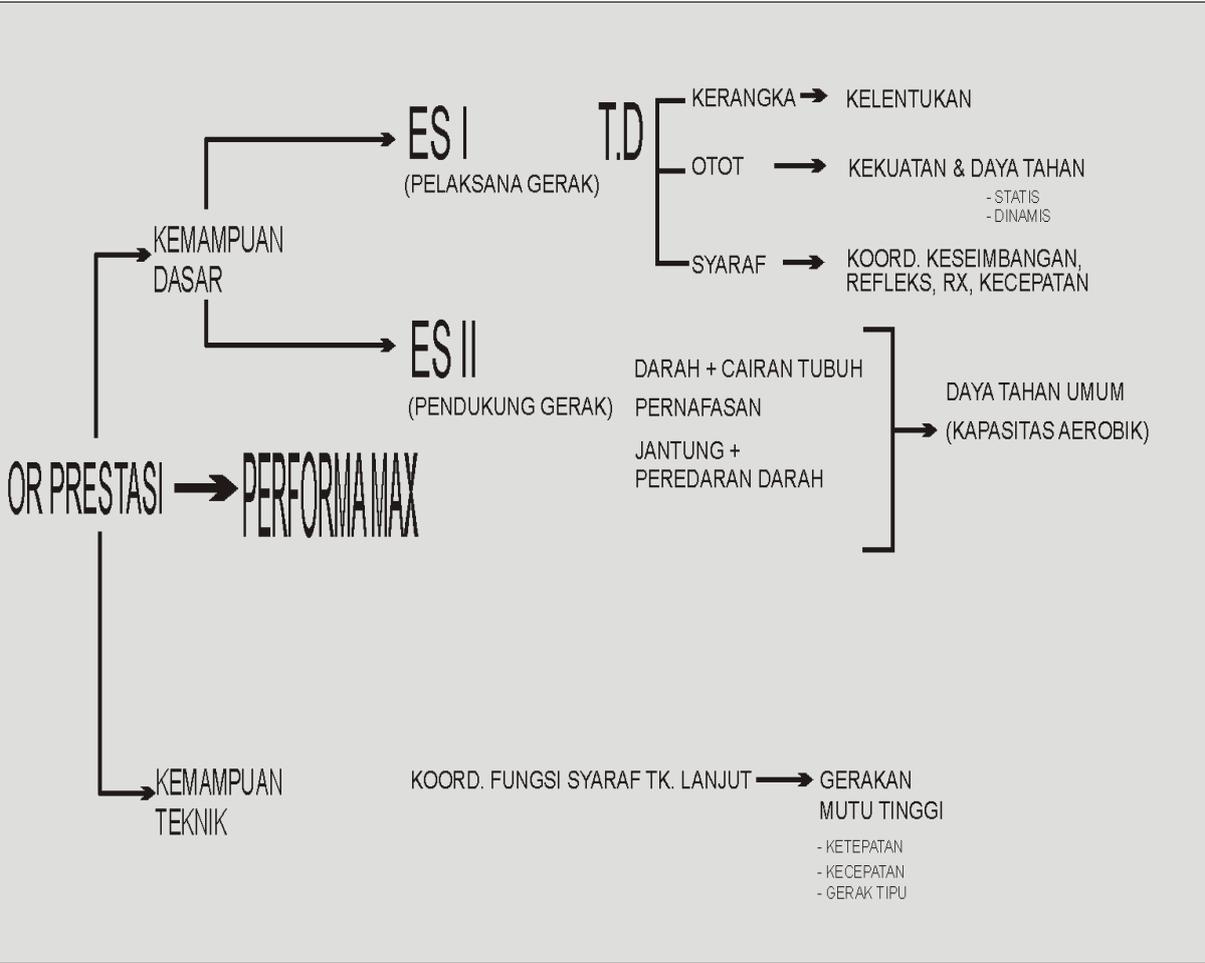
- Kemampuan dasar ES-I
- Kemampuan dasar ES-II
- Keterampilan/teknik
- Gabungan dari 1,2 atau 3 tersebut di atas. Dengan kadarnya masing-masing sesuai dengan cabang olahraga.

Dengan membuat skema itu, maka akan menjadi lebih jelas dan mudah untuk memahami apakah olahraga itu masuk anerobik atau aerobik, komponen dasar kebugaran jasmani apa saja yang diperlukan, apakah komponen dasar KJnya telah mencapai

standar minimal atau diperlukan untuk menampilkan mutu tinggi cabang olahraga. 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 RUANG LINGKUP ILMU FAAL OLAHRAGA



LATIHAN KETERAMPILAN TEKNIK DAN KELELAHAN

Efisiensi penggunaan waktu, tenaga dan biaya harus menjadi pemikiran dasar bagi setiap perencanaan dan pelaksanaan suatu kegiatan. Demikian pula dalam masalah pembinaan olahraga prestasi, khususnya dalam cabang olahraga yang memerlukan baik kemampuan dasar maupun kemampuan teknik yang tinggi.

Cabang-cabang olahraga yang menuntut kemampuan dasar yang tinggi dan keterampilan teknik yang juga tinggi memerlukan peningkatan kemampuan dasar (latihan fisik) dan peningkatan keterampilan (latihan teknik) secara bersamaan dalam jangka waktu yang tersedia. Kedua macam latihan itu, terutama latihan fisik akan menyebabkan terjadinya kelelahan yang tentunya akan mempengaruhi penampilan, khususnya penampilan keterampilan teknik.

Keterampilan Teknik

Keterampilan teknik adalah kemampuan melakukan gerakan-gerakan keterampilan suatu cabang olahraga mulai dari gerak keterampilan yang paling sederhana sampai gerak keterampilan yang paling sulit, termasuk gerak tipu yang menjadi ciri cabang olahraga itu. Dengan demikian, keterampilan teknik merupakan hasil dari proses belajar dan berlatih gerak yang secara khusus ditujukan untuk dapat menampilkan mutu tinggi cabang olahraga itu.

Gerak Refleks

Gerak refleks adalah gerakan yang tidak disadari (involunter) yang sangat cepat dan efisien yang hanya melibatkan komponen saraf dan otot yang benar-benar diperlukan untuk gerakan tersebut.

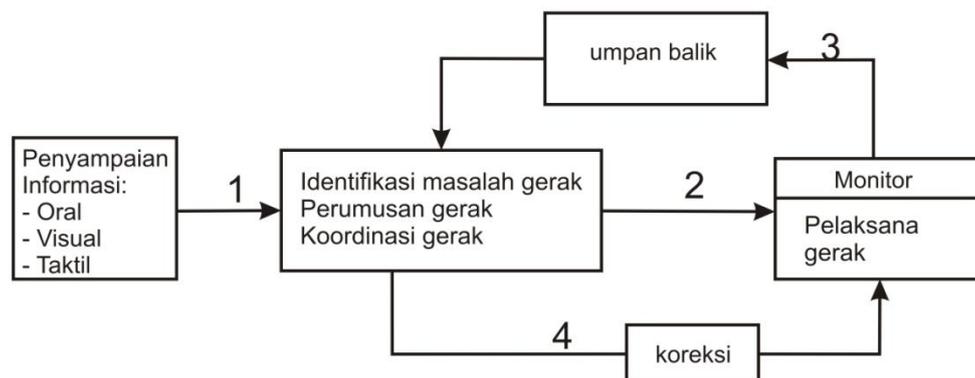
Refleks bersyarat (conditioned reflex) adalah gerakan yang disadari (volunter) yang efisiensi dan kecepatan terjadinya menyerupai gerak refleks dan terjadinya gerakan demikian oleh karena telah dipenuhinya syarat tertentu, yaitu latihan.

Latihan adalah 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 baik pada

aspek kemampuan dasar (kemampuan fisik) maupun kemampuan keterampilan (kemampuan teknik).

Kemampuan mengkoordinasikan fungsi otot baik yang tingkat dasar maupun tingkat lanjut adalah refleks bersyarat. Yang termasuk tingkat dasar adalah refleks bersyarat yang diperoleh dari hasil latihan sejak kecil, yaitu berdiri, berjalan, berjingkat, melompat, berlari dan sebagainya. Sedangkan yang tingkat lanjut adalah gerakan-gerakan yang dipelajari dan kemudian dilatih secara khusus untuk suatu keperluan.

Dengan demikian, refleks bersyarat ialah gerakan yang sangat efisien dan ekonomis seperti gerakan refleks, yang diperoleh setelah melalui satu syarat tertentu, yaitu latihan. Latihan keterampilan teknik adalah untuk menghasilkan keterampilan teknik suatu cabang olahraga dengan urutan kejadiannya sebagaimana terdapat pada bagan berikut:



Keterangan Bagan:

1. Penjelasan tentang gerakan yang harus dipelajari/dilatih melalui oral, visual, maupun secara sentuhan (taktil)
2. Informasi tersebut diterima oleh pusat kesadaran (korteks sensorik) untuk dilakukan analisis dan identifikasi macam-macam gerakan dasarnya dan urutan rangkaian gerakan-gerakan dasar tersebut dan kemudian dirumuskan menjadi pola gerakan untuk disampaikan ke pusat motorik. Pola gerakan

yang sudah dirumuskan kemudian disampaikan ke pusat koordinasi (cerebellum = otak kecil).

3. Pelaksana gerak dimonitor melalui proprioceptor untuk disampaikan kembali ke pusat sensori-motorik di otak sebagai umpan balik.
4. Pusat koordinasi mengadakan koreksi terhadap pelaksanaan gerakan agar selalu sedekat mungkin dengan rumusan pola gerakan yang telah dibuat.

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 fisiologi berubah menjadi **refleks bersyarat**.

Ciri Dasar Keterampilan

Ciri dasar keterampilan teknik mutu tinggi adalah ketepatan dan kecermatan gerakan dan/atau hasil gerakan. Keterampilan teknik tinggi ditinjau dari sudut Fisiologi adalah kemampuan mengkoordinasikan fungsi saraf dan otot tingkat lanjut yang telah mencapai bentuk refleks 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.

Dengan demikian **sasaran pertama** latihan keterampilan adalah **ketepatan dan kecermatan gerakan dan/atau hasil gerakan**. Setelah ketepatan dan kecermatan dikuasai dengan baik, maka secara berangsur-angsur dimasukkan unsur kecepatan, sehingga **sasaran kedua** adalah **ketepatan-kecermatan + kecepatan**. Apabila diperlukan maka setelah sasaran pertama dan kedua dikuasai, maka kemudian ditambahkan gerak tipuan, sehingga **sasaran ketiga** dari latihan teknik adalah **ketepatan-kecermatan + kecepatan + gerak tipu**.

Keterampilan untuk memainkan sesuatu cabang olahraga adalah murni hasil pelatihan dan tidak ada hubungannya dengan faktor umur. Memang benar bahwa anak perlu melakukan aktivitas jasmani yang bersifat multilateral, karena sangat diperlukan untuk

merangsang pertumbuhan jasmani, rohani dan social yang seimbang. **Tetapi bukan berarti bahwa anak tidak boleh mendapatkan pelatihan spesifik cabang olahraga.** Penguasaan keterampilan suatu cabang olahraga untuk dapat sampai ke puncaknya memerlukan waktu yang sangat panjang. Semakin banyak pembelajaran gerak yang harus dilakukan, maka semakin banyak waktu diperlukan untuk sampai pada penguasaan keterampilan. Contoh: Bola voli memerlukan waktu 9-12 tahun untuk dapat sampai pada penguasaan tingkat puncak.

Dalam hal penggunaan peralatan, sebaiknya seluruh peralatan disesuaikan dengan kondisi anatomis dan fisiologis anak, demi keselamatan dan agar keterampilan yang berkembang dapat menjadi maksimal.

Kelelahan dan pengaruhnya terhadap keterampilan

Kelelahan adalah menurunnya kapasitas kerja (fisik) yang disebabkan oleh karena melakukan pekerjaan tersebut. Menurunnya kapasitas kerja berarti menurunnya kualitas dan kuantitas kerja/gerakan yang dilakukan. Kualitas gerakan disebut tinggi apabila dalam penampilannya menunjukkan ketepatan dan kecermatan yang tinggi. Dengan demikian kelelahan akan menurunkan ketepatan dan kecermatan gerakan. Keterampilan yang tinggi berkaitan dengan kemampuan mengkoordinasikan fungsi saraf-otot secara tepat dan telah mencapai tingkat **refleks bersyarat**. Oleh karenanya, kelelahan akan menyebabkan menurunnya refleks bersyarat.

Kelelahan akan menghapus refleks bersyarat yang baru diperoleh, sedangkan refleks bersyarat yang telah lama dikuasai akan berkurang sebesar 50%.

Oleh karena itu dalam melatih suatu gerakan untuk menjadikan refleks bersyarat tidak boleh sampai terjadi kelelahan pada otot-otot yang bersangkutan.

Kelelahan akan menyebabkan terjadi penyimpangan gerakan dan penyimpangan ini bukan oleh karena kesalahan dalam mengkoordinasikan fungsi saraf-otot, akan tetapi terjadi kegagalan koordinasi satu atau lebih otot karena mengalami kelelahan. Penyimpangan gerakan dimonitor oleh proprioceptor yang akan mengirimkan umpan balik. Tetapi karena kesalahan bukan pada fungsi koordinasi tetapi pada fungsi pelaksanaannya, tindakan

perbaikan yang terjadi bukan merupakan **koreksi** akan tetapi **kompensasi** dengan cara mengaktifkan otot-otot yang tidak perlu. Dengan terlibatnya otot yang tidak perlu ini berarti telah mengubah atau bahkan merusak pola rumusan gerak yang telah dibuat oleh pusat sensori-motorik. Hal ini mengakibatkan pola rumusan gerak yang benar belum termemori dengan baik akan dirusak oleh mekanisme kompensasi akibat kelelahan.

Oleh karena itu, pelatihan keterampilan teknik tidak boleh dilakukan sampai terjadinya kelelahan pada otot yang melakukan gerakan keterampilan teknik tersebut. Satu hal yang merupakan **kontra indikasi (larangan)** adalah menggunakan gerakan yang mengandung unsur **keterampilan teknik untuk tujuan pelatihan fisik**.