

MEKANIKA GERAK

Oleh:

AGUS MAHENDRA

FPOK UPI

Pengertian Mekanika Gerak

- Mekanika gerak sesungguhnya merupakan sebuah studi terhadap pengaruh-pengaruh yang ditimbulkan oleh daya (seperti daya tarik bumi, gesekan, tahanan angin, dsb.) pada benda yang bergerak dan tidak bergerak (Carr, 1997).
- Mekanika digunakan untuk mempelajari pengaruh daya di atas pada manusia, dan sebaliknya, juga untuk mempelajari pengaruh daya yang dikerahkan manusia ketika bergerak.

Tujuan Mempelajari Mekanika Gerak

- Mendorong guru Penjas menguasai konsep dan prinsip gerak secara umum yang berlaku dalam peristiwa gerak dan olahraga
- Mendorong guru Penjas agar menggunakan dan mengartikulasikan kaidah-kaidah gerak serta mekanikanya dalam proses pembelajaran Penjas
- Mendorong guru Penjas agar mampu memberikan penjelasan rasional berdasarkan konsep dan prinsip gerak kepada siswa sebagai upaya pengembangan domain kognitif siswa dalam Penjas.

Berat Tubuh

- Berat tubuh adalah konsep yang diberikan pada ukuran dari jumlah massa tubuh (misalnya, tulang, otot, lemak, jaringan, dll.) yang dibawa oleh kita kemanapun.
- Semakin banyak jumlah massa dalam tubuh maka berat tubuh akan semakin berat.
- Dalam istilah mekanika, berat tubuh seseorang mewakili daya tarik bumi (gravitasi) yang menarik tubuh, dan sebaliknya, mewakili tarikan tubuh terhadap bumi

Masa Tubuh

- Massa secara sederhana berarti substansi atau zat.
- Jika suatu benda memiliki substansi dan berada dalam suatu ruang, benda itu memiliki massa.
- Jika benda itu memiliki massa, maka ia akan dapat menarik benda lain yang memiliki massa juga.
- Atlet, misalnya, terbuat dari otot, tulang, lemak, serat, dan cairan, yang kesemuanya merupakan substansi atau zat yang karenanya memiliki massa.

Bagaimana berat dan massa tubuh berhubungan

- Tarikan daya tarik bumi memancar dari intinya menyerupai riak-riak dari lemparan batu ke air.
- Lebih dekat tubuh ke inti bumi, lebih kuat juga tarikannya.
- Karena bumi tidak benar-benar bulat sempurna, seorang atlet berada lebih jauh dari inti bumi jika berdiri di sepanjang khatulistiwa daripada berdiri di kutub utara atau kutub selatan.
- Seorang atlet atau benda lain seperti misalnya lembing, akan lebih ringan ketika berada di khatulistiwa daripada kalau berada di kedua kutub tadi.

Inertia

- Inertia berarti bertahan terhadap aksi atau terhadap perubahan.
- Inertia dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk membedakan orang yang lamban untuk melakukan suatu aksi. Jadi dalam kehidupan sehari-hari, istilah inertia bisa juga berarti 'malas'.
- Dalam istilah mekanika gerak, inertia berarti lebih dari sekedar malas karena hal itu juga menggambarkan keinginan dari suatu benda untuk terus melakukan apa yang sedang dilakukannya---bahkan ketika sedang bergerak (Carr, 1997).

Bagaimana massa berhubungan dengan inertia

- Sekali bergerak, dengan lebih banyaknya massa yang dimiliki suatu benda, lebih besar pula keinginannya bertahan untuk terus bergerak.
- Dalam pergerakan di bumi, faktor atau daya lain ikut berpengaruh, sehingga kecepatan konstan jarang terjadi dalam waktu lama.
- Daya-daya tersebut di antaranya adalah hambatan angin, daya tarik bumi, gesekan, serta daya-daya lain yang dikerahkan oleh lawan yang bersifat berlawanan yang memperlambat dan akhirnya menghentikan gerakan.

Massa dan inertia (lanjutan...)

- Lebih besar dan berat massa tubuh seseorang, maka makin besar pula tahanannya terhadap perubahan.
- Atlet yang berat tubuhnya besar harus mengerahkan daya otot yang lebih besar pula untuk menyebabkan massa tubuhnya bergerak.
- Sekali ia bergerak dalam arah tertentu, ia pun harus mengerahkan tenaga yang besar pula untuk menghentikan atau mengubah arah gerak tubuhnya. Ini berarti, bahwa atlet dengan massa tubuh ringan mempunyai inertia yang lebih kecil dan memerlukan tenaga yang lebih kecil pula untuk bergerak atau menghentikan gerakannya.

Kecepatan

- Kecepatan adalah rata-rata jarak tempuh dalam hitungan waktu yang menggambarkan kemampuan seseorang/sesuatu berpindah dari satu titik ke titik lain.
- Coba tentukan, yang mana yang menggambarkan kecepatan:
 - Kecepatannya 10 detik.
 - Kecepatannya 35 km/jam, atau 10 m/detik.

Akselerasi

- Akselerasi adalah penambahan kecepatan.
- Akselerasi tetap (*uniform acceleration*) dan deselerasi tetap (*uniform deceleration*) mengandung arti bahwa benda atau pelari meningkatkan atau menurunkan kecepatannya pada tingkat yang teratur.
- Ini dicontohkan oleh laju suatu benda yang berakselerasi ke kecepatan 10 m/detik pada detik pertama, 20 m/detik pada detik kedua, dan 30 m/detik pada detik ketiga.
- Jadi, untuk setiap detiknya benda itu meningkat kecepatannya pada tingkat yang sama, yaitu 10 m/detik. Jika ditulis, akselerasi tadi adalah 10 m/detik/detik atau 10 m/detik^2 .

Velocity/Kelajuan

- Kelajuan sebenarnya hanya merupakan gambaran yang lebih lengkap dari kecepatan. Kalau kecepatan hanya menunjuk pada jarak tempuh waktu, sedangkan kelajuan menggambarkan *jarak tempuh waktu* sekaligus *arahnya*.
- Misalnya, 9.8 m/detik hanya menunjuk pada kecepatan; 9.8 m/detik ke arah selatan menunjuk pada kelajuan.
- Kecepatan menyatakan tentang seberapa cepat. Kelajuan menyatakan seberapa cepat dan ke arah mananya.

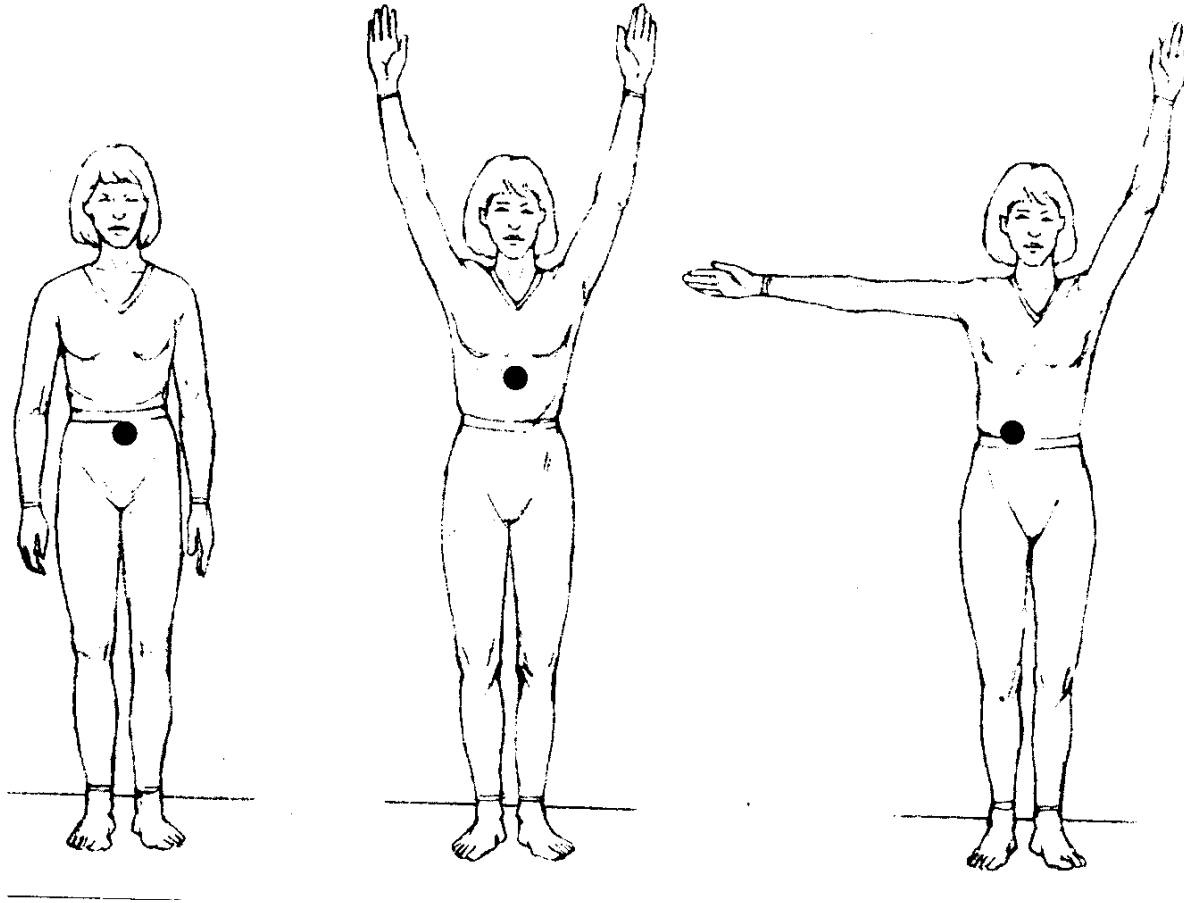
Titik berat tubuh

- Titik berat tubuh adalah titik di mana seluruh massa tubuh berpusat.
- Jika tubuh berbentuk seperti sebuah peluru (untuk tolak peluru), maka titik berat tubuh itu pasti ada di tengah-tengah. Demikian juga jika kita membayangkan tubuh seperti sebuah penggaris, kita mudah menemukan titik tengahnya, misalnya dengan cara menimbang penggaris tersebut di ujung jari tangan.
- Tubuh kita jelas berbeda dari peluru dan penggaris karena tidak terbuat dari materi yang sama dan tidak terdistribusi secara merata dari kepala hingga kaki.
- Tubuh kita dibuat dari berbagai bentuk dan substansi seperti tulang, otot, lemak, dan jaringan, yang kesemuanya berbeda dalam kepadatannya. Tulang dan otot lebih padat daripada lemak dan karenanya memiliki lebih banyak massa yang terhimpun dalam ruang yang dimilikinya.

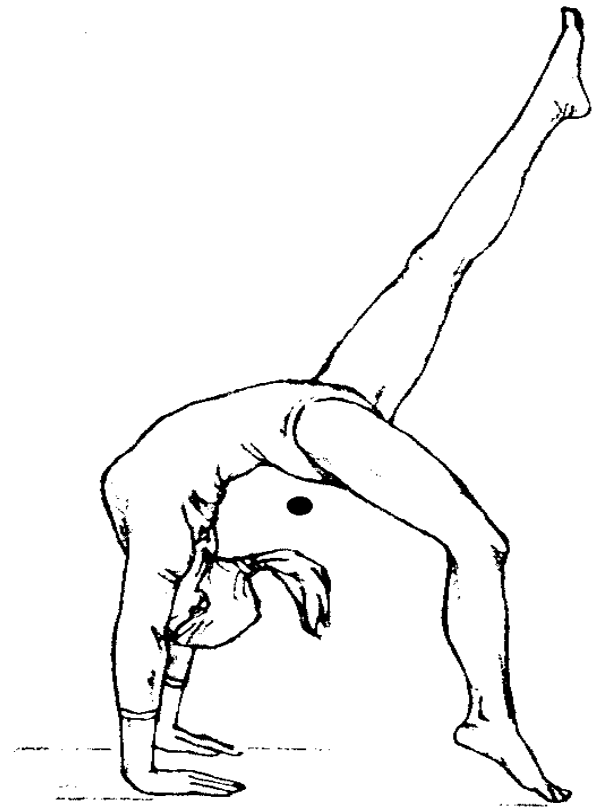
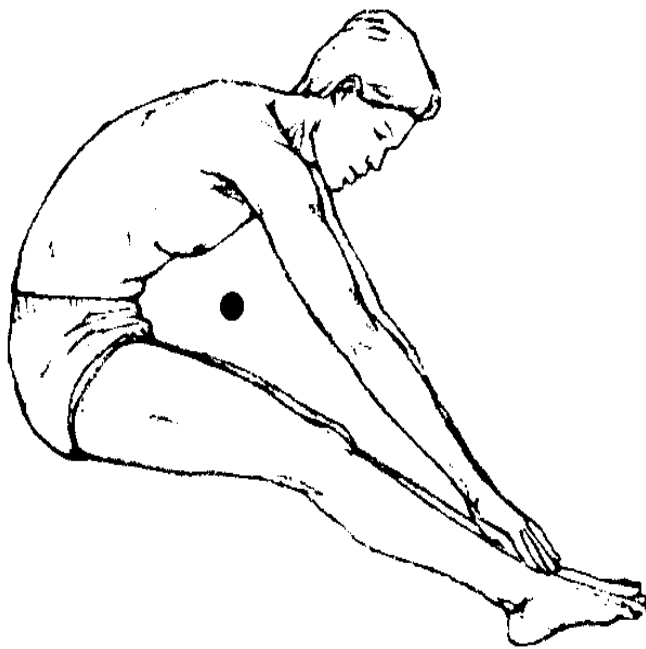
Letak Titik Berat Tubuh

- Di manakah letak titik berat tubuh itu? Untuk umumnya orang dewasa yang berdiri dengan kedua lengan di samping badan, maka titik berat tubuh itu terletak di sekitar pinggang atau sekitar satu inchi di atas pusar. Untuk perempuan, titik itu akan terletak lebih rendah. Alasannya, perempuan biasanya memiliki bahu yang lebih kecil dan pinggul yang lebih besar, sehingga massa tubuhnya lebih banyak di bagian bawah.

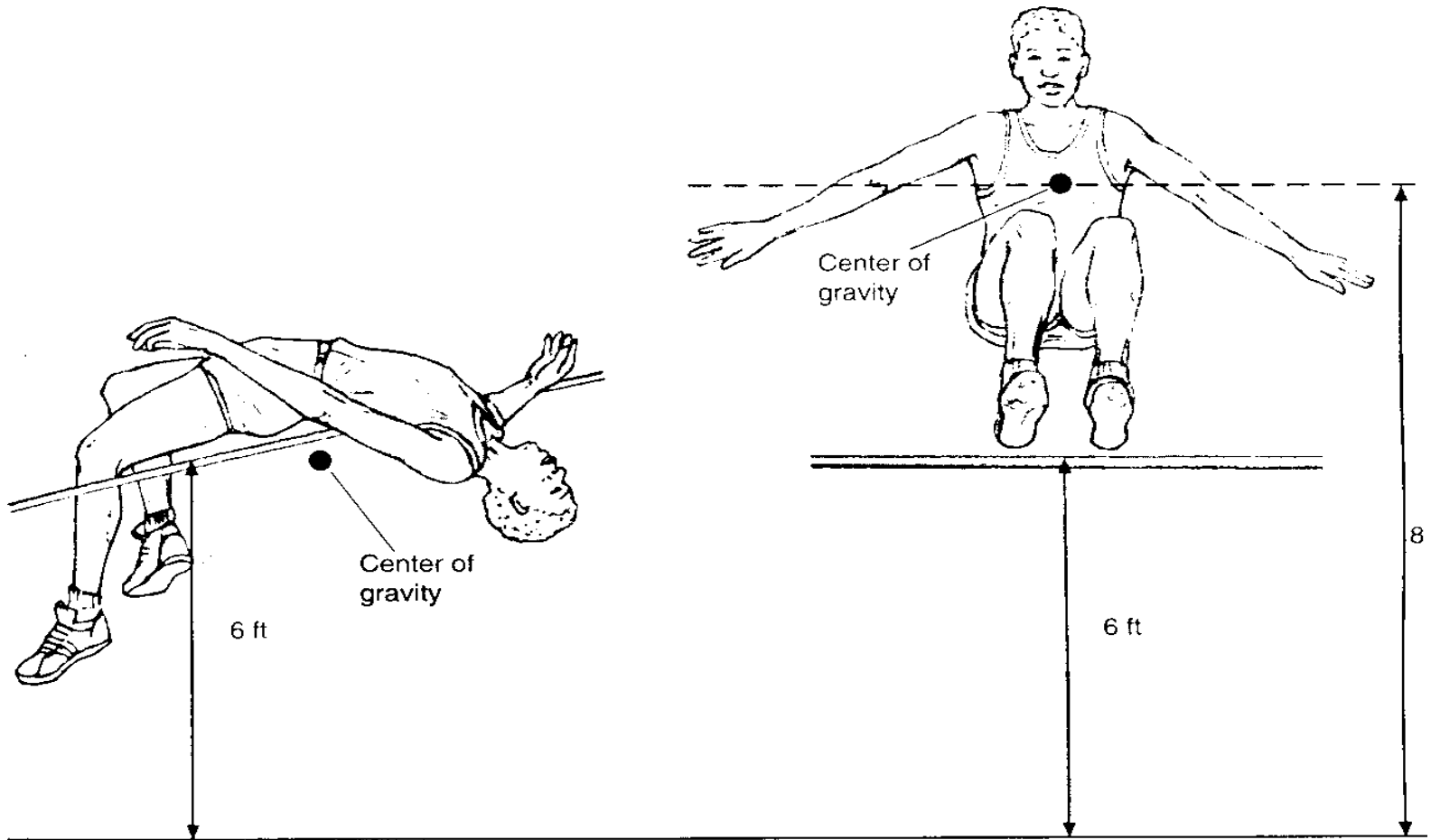
Pergeseran Titik Berat Tubuh



Pergeseran TB keluar



Implikasi positif



Bagaimana Daya Tarik Bumi Mempengaruhi Layangan

- Seorang atlet yang sedang melayang di udara memiliki titik berat yang sama seperti atlet yang sedang kontak dengan bumi.
- Ketika seorang atlet di udara, tarikan bumi berkonsentrasi pada titik berat tubuh atlet
- Dalam nomor di mana atlet berada di udara dalam waktu yang singkat (seperti: lompat tinggi, lompat jauh, senam, skating, dan lompat indah), atlet menentukan jalur layangan dari titik berat tubuhnya pada saat tinggal landas (*take off*). Jadi, tidaklah mungkin untuk atlet merubah jalur layangan paraboliknya ketika ia sudah di udara. Menggerak-gerakkan lengan dan kakinya ketika melayang tidak akan juga merubah jalur layangan tersebut.

Bagaimana Perbedaan Kepadatan Tubuh Berpengaruh

- Kepadatan menunjuk pada jumlah substansi atau massa yang 'dipadatkan' dalam sebuah ruang. Semakin banyak massa yang dimampatkan semakin padat benda itu
- Dalam tubuh manusia, tulang dan otot bersifat lebih padat daripada lemak. Jadi mungkin saja, seorang atlet berukuran kecil tapi berotot memiliki massa dan berat tubuh yang lebih besar daripada atlet yang nampaknya lebih besar tetapi lebih banyak mengandung lemak.

Bagaimana Daya Reaksi Bumi Berlaku pada Atlet

- Sebab tarikan massa tubuhnya terhadap benda lain yang memiliki massa, atlet yang berdiri di bumi akan menarik ke atas massa bumi dan pada saat yang sama ditarik oleh daya tarik bumi ke arah intinya
- Daya dorong ke atas ke tubuh atlet disebut **daya reaksi bumi**. Ini merupakan contoh dari sebuah prinsip yang dikenal yang disebut hukum reaksi, yaitu: ada aksi ada reaksi
- Daya si atlet ke bumi dan dorongan balik dari bumi merupakan faktor penting dalam menentukan seberapa banyak friksi (*friction*) yang terjadi antara atlet dan permukaan bumi. Friksi tersebut penting untuk terjadinya traksi (*traction*), dan traksi penting untuk gerakan.
- atlet yang sedang melayang di udara benar-benar akan menyadari bahwa setiap aksi tubuhnya akan menghasilkan tenaga reaksi yang sama dan bertentangan sifatnya.

Daya

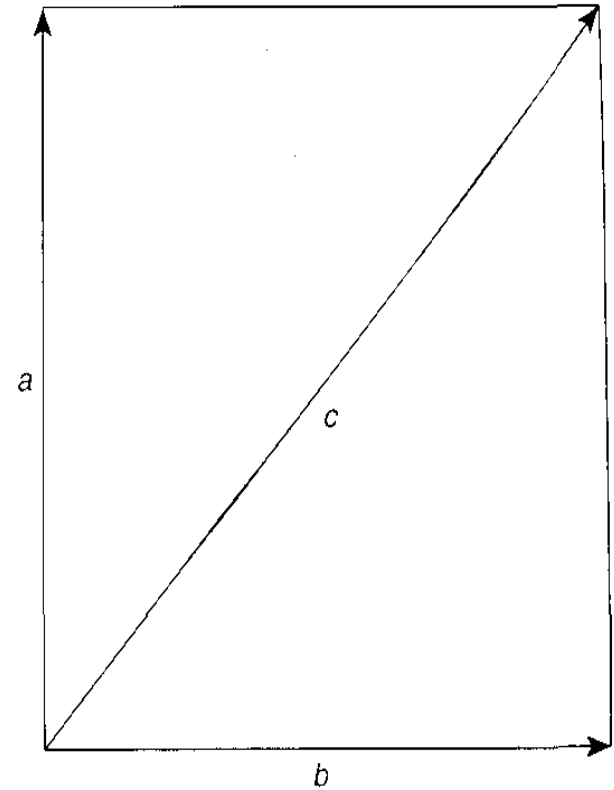
- **Daya** adalah suatu dorongan atau suatu tarikan yang mengubah atau 'cenderung' mengubah keadaan suatu benda atau tubuh termasuk mengubah keadaan gerak benda itu
- Setiap kali seorang atlet menampilkan keterampilan gerak, atlet tersebut akan mengerahkan dan menghasilkan daya internal dalam tubuh dengan mengkontraksikan otot-otot.
- Daya yang dikerahkan oleh atlet kemudian berlawanan dengan daya eksternal yang dihasilkan oleh daya tarik bumi, daya reaksi bumi, friksi, tahanan udara, dan dalam banyak cabang olahraga, berlawanan dengan daya yang dikerahkan oleh pemain lawan.

Vektor Daya

- Istilah vektor secara sederhana diartikan sebagai *suatu kuantitas yang memiliki arah*.
- Ketika suatu daya dikerahkan pada arah tertentu dan jumlah daya yang dikerahkan tadi diketahui, akan terdapat suatu vektor daya. Dalam kasus angkat berat, sejumlah tertentu dari daya divektorkan dalam suatu arah vertikal.
- Dalam mekanika, vektor daya sering diwakili secara diagram oleh anak panah. Kepala anak panah menunjukkan dalam arah mana daya tersebut beraksi, dan panjang dari anak panah tersebut mewakili skala jumlah daya yang sedang dikerahkan.

Resultan Vektor Daya

Ketika dua daya dikerahkan pada arah yang berbeda, misalnya dalam lompat jauh atau lompat tinggi, akan dihasilkan apa yang disebut resultan vektor daya.



Momentum

- Seorang atlet yang bergerak merupakan contoh dari massa yang bergerak. Karena massa tubuh atlet bergerak, kita mengatakan bahwa atlet itu memiliki sejumlah momentum.
- **Momentum** menggambarkan jumlah gerak yang terjadi. Seberapa banyak momentum yang dimiliki atlet bergantung pada seberapa besar massa tubuh atlet dan seberapa cepat atlet itu bergerak.
- Meningkatnya massa tubuh atlet atau kecepatannya, atau keduanya, akan meningkatkan momentum si atlet.

Penentu Momentum

- Momentum selalu melibatkan adanya kelajuan dan massa dari atlet atau suatu benda.
- Pelari sprint yang tubuhnya besar dan mampu memiliki kelajuan lari yang sama dengan pelari yang lebih kecil tubuhnya tentu memiliki momentum yang lebih besar
- Untuk menutupi kelemahan dalam hal perbedaan massa tubuh, seorang atlet dengan massa tubuh kecil harus berlari lebih cepat untuk menyamai besaran momentum dari atlet yang massa tubuhnya besar.
- Sebagai contoh, jika seorang pelari yang beratnya 100 kg dapat berlari 20 detik dalam jarak 100 meter, maka atlet yang beratnya hanya 50 kg harus berlari dalam jarak yang sama sekitar 10 detik untuk bisa menyamai momentumnya.

Peran Momentum

- Momentum memainkan peranan penting khususnya dalam cabang olahraga yang melibatkan tumbukan serta *impact*.
- Satu cara mudah memikirkan peranan momentum adalah dengan melihatnya sebagai suatu senjata yang digunakan atlet untuk memberi pengaruh pada atlet lain.
- Satu pukulan servis seorang pemain tenis, yang karena dilakukan begitu kuatnya dapat menyebabkan bola tenis tersebut bergerak sedemikian cepatnya, membuat raket lawannya bergerak ke belakang

Menambah Momentum

- Pertama adalah meningkatkan kelajuan (*velocity*) dan kedua menambah massa tubuh.
- Dalam olahraga, cara terbaik untuk meningkatkan kelajuan adalah dengan melakukan latihan kecepatan dan percepatan.
- Sedangkan untuk menambah massa tubuh, cara terbaik adalah dengan meningkatkan kualitas dan kuantitas massa otot daripada menambah massa lemak. Massa otot tambahan akan memberikan power untuk membantu atlet bergerak lebih cepat dan bermanuver secara lebih efisien.

Impulse

- Daya yang dikerahkan atlet selalu memerlukan waktu. Ketika atlet mengerahkan sejumlah daya tertentu pada suatu objek dalam waktu tertentu, maka atlet tersebut sudah menerapkan ***impulse*** pada objek tersebut.
- Semakin panjang jarak tempuh suatu gerak tetapi dilakukan semakin cepat, maka semakin besarlah impulse yang dihasilkan.
- Impulse sangat diperlukan dalam banyak cabang olahraga seperti beladiri, nomor lempar atletik, dll.

Energi

Energi adalah kapasitas seorang atlet atau suatu benda untuk melakukan 'kerja'.

1) ***Energi Kinetik***

Energi kinetik adalah kapasitas dari suatu objek atau atlet untuk melakukan 'kerja' karena benda atau atlet itu sedang ada dalam kondisi bergerak. Semakin besar massa benda yang bergerak itu, dan semakin cepat benda itu bergerak, semakin besar kapasitas benda itu untuk melakukan suatu 'kerja'. Setiap benda yang bergerak pasti memiliki momentum dan sekaligus energi kinetik.

2) ***Energi Potensial***

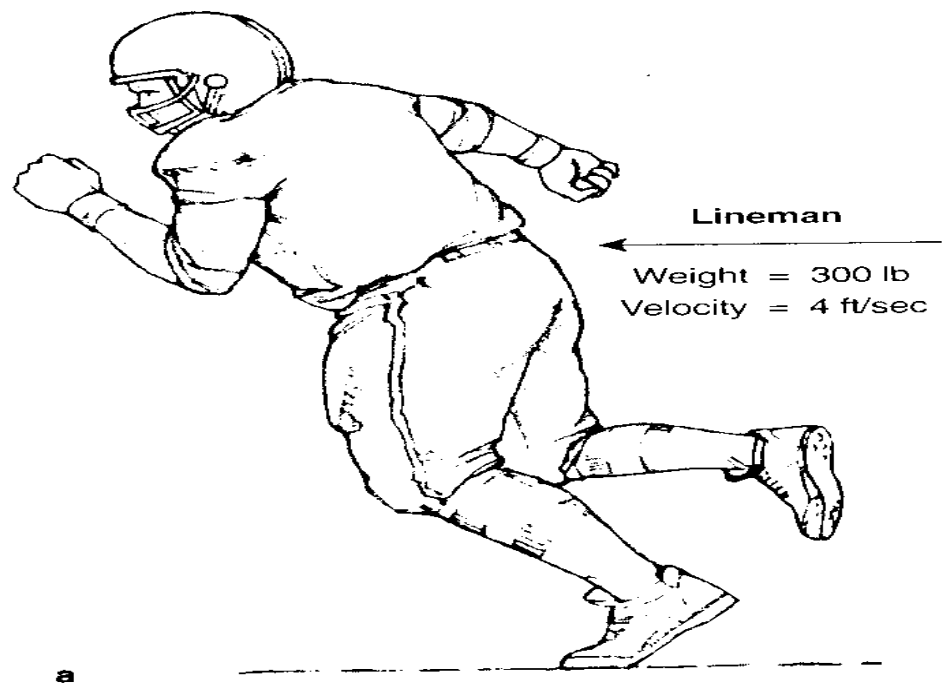
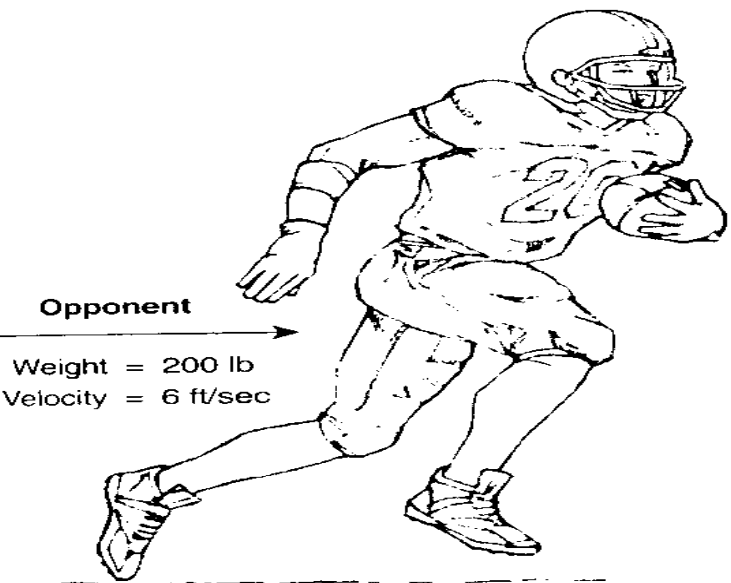
Energi potensial merupakan bentuk energi yang tersimpan (energi yang tersedia dan siap untuk digunakan untuk melakukan suatu kerja). Suatu benda atau atlet memiliki energi potensial ketika benda atau atlet itu mempunyai 'ketinggian' (melayang di atas permukaan bumi). Semakin tinggi dan semakin besar benda itu maka semakin besar energi potensialnya.

3) ***Energi Balikan (strain energy)***

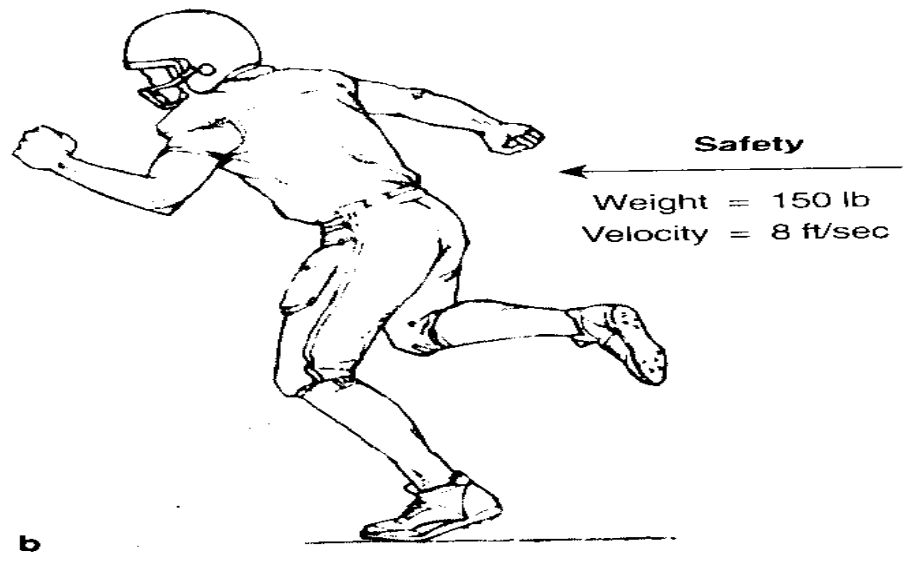
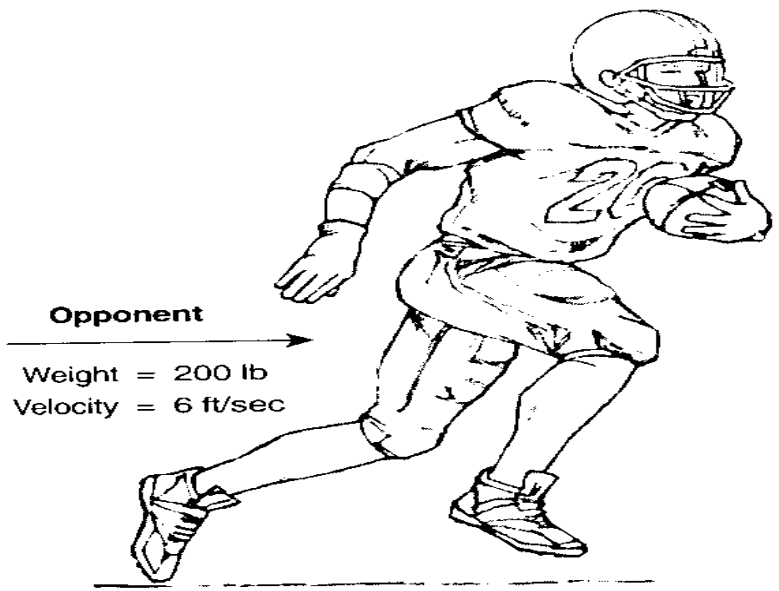
Energi balikan merupakan bentuk lain dari energi yang tersimpan. Suatu benda memiliki energi balikan jika benda itu mempunyai kemampuan untuk melambung kembali (rebound) atau meluruskan diri kembali setelah benda itu ditekan, dibengkokkan, ditarik, dipuntir, atau didorong dari posisi, bentuk, atau keadaannya semula.

Bagaimana Energi Kinetik dan Momentum Berhubungan

- Semua benda yang sedang bergerak akan memiliki momentum dan sekaligus energi kinetik.
- Bergantung pada seberapa besar massa yang dimiliki dan seberapa cepat benda itu bergerak, benda tersebut akan memiliki kapasitas untuk menerapkan daya terhadap objek lain (atau terhadap dirinya sendiri) dalam jarak dan waktu tertentu.
- Dua komponen yang dimiliki energi kinetik adalah massa dan kelajuan.
- Dari kedua komponen itu, kelajuan (*velocity*) dipandang lebih penting, sebab setiap peningkatan dalam kelajuan akan menambah empat kali jumlah energi kinetik yang dimiliki suatu objek, sedangkan meningkatkan jumlah massa hanya menambah dua kali lipat jumlah energi kinetik.



a



b

- Bayangkan seorang pemain penjaga yang berat tubuhnya 300 pound berlari ke arah lawan dengan kelajuan 4 kaki/detik. Pada kelajuan tersebut si penjaga memiliki nilai momentum sebesar $300 \times 4 = 1200$ unit momentum.
- Pada saat yang sama seorang pemain gelandang yang berat badannya 150 pound berlari dengan kelajuan 8 kaki/detik, sehingga momentumnya sama sebesar 1200 unit ($150 \times 8 = 1200$).
- Jika lawan yang dihadapannya memiliki berat 200 pound dan kelajuannya 6 kaki/detik, maka iapun akan memiliki momentum sebesar 1200 unit momentum,
- jadi hitungan momentum berhenti sampai di situ.

- Jika akan membandingkan kerasnya tabrakan dari kedua pemain penjaga terhadap lawannya, maka energi kinetik merupakan gambaran dari kerasnya tabrakan tersebut.
- Dalam kasus di atas, pemain penjaga yang beratnya 150 pound akan berlari ke arah lawannya dalam kecepatan dua kali lebih cepat dari pemain yang beratnya 300 pound.
- Jika dengan kecepatan berbeda demikian, keduanya memiliki berat badan yang sama, maka tabrakan dari pemain yang lebih cepat akan terjadi empat kali lebih keras dari pemain yang lebih lambat.
- Tetapi karena si gelandang hanya memiliki massa tubuh setengahnya, maka energi kinetik yang dimilikinya hanya dua kali lebih besar.