BIOMEKANIKA OLAHRAGA

dr. Hamidie Ronald, M.Pd, AIFO

Definisi

- Ilmu yang menerapkan prinsip-prinsip mekanika terhadap struktur tubuh manusia pada saat melakukan olahraga.
- Penting untuk :
  - Pemilihan teknik
  - Memodifikasi teknik
  - Mengamati kesalahan dan mengeidentifikasi kesalahan.

Fungsi

- Pengetahuan mekanika performance lebih baik.

  -Prinsip mekanika merupakan aturan dasar yg mengatur aksi atlet.

  Cth : peloncat indah (gaya gravitasi) pegulat (Kesetimbangan).

Dipakai juga dalam memperbaiki efisiensi peralatan olahraga.

Cth : sepatu, peralatan keselamatan dalam OR

Bagaimana pengajaran teknik yg baik bisa dilakukan?

- Teknik = pola/ rangkaian gerak yg digunakan atlet utk menampilkan ketrampilan cabor
- Pelatih mendemonstrasikan teknik yg baik
- Pelatih mengetahui mengapa gerakan (teknik) Or hrs dilakukan dg cara tertentu bukan cara lainnya.

Massa Berat dan Inersia

1. Berat

- Berat tubuh menunjukkan besarnya tarikan gaya gravitasi pada tubuh dan sebaliknya tarikan tubuh terhadap permukaan bumi
- Bumi menarik tubuh ke bawah, begitu pula tubuh menarik bumi ke atas .
- Berat
  “jumlah unsur suatu obyek yang dipengaruhi gaya tarik bumi/gravitasi”

2. Massa

- Massa = “jumlah unsur suatu obyek”
- Jika benda mempunyai massa maka dapat menarik benda lain yang memiliki massa

Hubungan Berat dan Massa

- Gaya gravitasi bumi semakin dekat intinya semakin besar.
- Cth : atlet yg berada di equator sedikit lebih ringan dibanding di kutub.
- Massa tubuh tetap konstan tetapi berat tubuhnya bisa berubah-ubah.

Inersia

- Berarti tahanan yg menghambat atau mengubah gerak suatu benda.
- Inersia menggambarkan kecenderungan suatu benda utk terus melakukan apa saja yg sedang dilakukan.
- Hukum NEWTON I (*Inertia* = kelembaman)
  - benda bersifat mempertahankan keadaan
  - semua benda/ obyek akan bergerak bila ada gaya (*force*) yang mengakibatkan pergerakan

Hubungan Massa dan Inertia

- Semakin besar massa dan berat tubuh atlet semakin besar tahanan yang menghambat gerakannya.
- Inersia dianggap lawan pada saat mulai bergerak dan menjadi kawan pada saat bergerak.
- Hal ini terjadi juga pada gerakan rotasi.
- Cth : golf club ketika diayunkan.

Speed, Percepatan (Acceleration) dan Velocity

- Seorang pelari lari 100 m dlm waktu 10 detik ----- kec (speed) rata2 35 km/jam
- Percepatan beraturan (uniform acceleration) dan deselerasi beraturan (uniform deceleration) tdk sering terjadi pada OR.
- Cth : loncat indah dan senam

Velocity

- Velocity berartimenggambarkan speed dan arah. (direction)
- Cth : 20 mph arah selatan.

Titik Berat Badan (Center of Gravity), Keseimbangan dan Stabilitas

- Gaya tarik bumi akan menarik atlet pada titik berat tubuh.
- Tubuh manusia terdiri dari substansi yg berbeda seperti tulang, otot, lemak dsb.
- Bumi akan menarik massa tubuh yg lebih berat. Ini berarti titik berat atlet tidak tidak selalu sama dari berbagai permukaan tubuh atlet.

1. Mencari lokasi titik berat badan

- Pada posisi anatomis terletak di sekitar 1 inch dari pusar pada wanita sedikit lebih rendah.

2.Memindahkan titik berat badan

- Jika atlet bergerak kemudian mengerakkan tungkainya ke depan satu langkah, maka titik berat akan berpindah ke arah yg sama.
- Bila mengerakkan lengan dan tungkai maka perpindahan akan lebih jauh krn massanya juga lebih besar.
- Jadi perpindahan titik berat bergantung pada seberapa besar dan jauh massa tubuh yg dipindahkan.

Keseimbangan dan stabilitas

- Dua istilah yang hampir sama tapi mempunyai arti yg berbeda.
- Keseimbangan berkaitan dg koordinasi dan kontrol.
- Lawan yg dihadapi atlet ketika mencoba mempertahankan keseimbangan adalah gaya eksternal (gravitasi, gesekan, tahanan udara, gaya lawan)

- Stabilitas berkaitan dgn seberapa besar tahanan yg diciptakan untuk melawan gangguan terhadap keseimbangan.
- Semakin stabil atlet semakin besar tahanan yg diciptakan untuk mengatasi gaya yg menganggunya.

Faktor-faktor yg menentukan stabilitas

a. Stabilitas meningkat bila ukuran bidang tumpuan diperluas
b. Stabilitas meningkat bila garis gravitasinya jatuh di dalam bidang tumpuannya.
c. Stabilitas meningkat bila titik berat badannya direndahkan.
d. Stabilitas meningkat bila bidang tumpuannya diperluas searah datangnya gaya.
e. Stabilitas meningkat bila garis gravitasinya dipindahkan ke arah datangnya gaya.
f. Stabilitas berbading lurus dg massa tubuh

Gaya (force)

- Bila atlet menampilkan suatu ketrampilan maka atlet menciptakan gaya internal dalam tubuhnya dg menkontraksikan otot-ototnya.
- Gaya yg diciptakan atlet ditujukan utk melawan gaya eksternalyang diciptakan gravitasi, gaya reaksi dari tanah, dan juga kekuatan dorongan dari lawan.

Gerak Atlet
a. Gerak linier

- = translasi
- Menggambarkan situasi dimana seluruh bag benda bergerak dg jarak, arah dan waktu yg sama.
- Cth atlet sepatu roda

b. Gerak anguler

- = gerak rotasi, spin, salto dan twist.
- Menujukkan seorang sedang berputar beberapa derajat
- Untuk menciptakan gerak anguler maka gerakan harus terjadi di sekitar poros yaitu pada seluruh persendian yg ada.

c. Gerak kombinasi

- Cth pada lari sprint.
- Pada lari sprint terlihat naik turunnya tubuh atlet dari satu langkah ke langkah yg lain.
- Sebagian linier dan sebagian lg anguler

Gerak proyektil

- Seringkali atlet dan alat olahraga di proyeksikan (bergerak melayang di udara) yang selanjutnya disebut proyektil.
- Proyektil bisa berupa bola,lembing, pelompat atau pesenam.
- Beberapa faktor yg mempengaruhi sifat jalur melayangnya: sudut, kecepatan dan ketinggian saat lepas.

Inersia, Gaya sentripetal dan sentrifugal
a. Gaya Sentrifugal dan sentripetal

- benda yg mengalami gerak rotasi pada porosnya juga tunduk terhadap gaya linier.
- Gaya sentripetal mencegah benda benda yg berputar untuk meninggalkan jalur lingkarannya yaitu bila rotasi terjadi pada poros diam dan arah gayanya selalu mengarah ke pusat rotasi.

- Menurut hukum Newton III terdapat gaya yg besarnya sama dan berlawanan arah yg diciptakan sebagai reaksi dari gaya sentripetal.
- Gaya ini disebut sebagai gaya sentrifugal.

Momen inersia

- Adanya kecenderungan seluruh benda atau atlet yg pada awalnya menghambat rotasi dan selanjutnya ingin melanjutkan rotasi.

Faktor yg menentukan seberapa besar inersia yg dimiliki benda berputar, adalah:

1. Massa benda

   Semakin besar massa semakin besar tahanan yg menghambat rotasi selain itu semakin besar massa semakin besar keinginan benda untuk bergerak.

2. Distribusi massa

Semakin terdistribusi ke porosnya maka momen inersianya lebih besar.

- Cth Club golf

Momentum
1. Momentum linier

- Momentum menunjukkan kualitas gerak yg terjadi.
- Peningkatan pada massa dan kecepatan atlet atau keduanya maka momentumnya meningkat.
- Tidak semua Cabor memerlukan momentum yg maksimal beberapa memerlukan momentum yg harus dikontrol. Cth : passing pendek pada sepak bola.

Impuls

- Ketika atlet memberikan sejumlah gaya terhadap sebuah benda selama waktu tertentu, maka dapat dikatakan bahwa atlet telah memberikan impuls terhadap benda tersebut.
- Seberapa besar gaya dan waktu dikombinasikan ditentukan oleh kemampuan fisik atlet.

Usaha (work)

- Artinya berarti sebuah gaya telah diberikan untuk melawan tahanan dalam jarak tertentu.
- Usaha = gaya X jarak

Daya (power)

- Sejumlah besar usaha mekanis yg dilakukan selama selang waktu tertentu.
- Cth Atlet A mengangkat beban waktunya 2 detik
  - Atlet B waktunya 1 detik

  Maka atlet B mempunyai daya (power) lebih kuat.

Energi

- 1. Energi Kinetik
- 2. Energi Potensial
- 3. Energi Regang

Tuas

BIOMEKANIKA

- Mekanika & Biomekanika
- Konsep dasar:
  - gaya (*force*) → Hukum Newton
  - kelembaman (*inertia*)
  - massa dan berat
  - gravitasi dan pusat gravitasi manusia
- Aplikasi biomekanika dlm perawatan

PRINSIP & KONSEP DASAR

- Mekanika
  "studi ttg bagaimana sesuatu bergerak dan apa yang menyebabkan bergerak"
  (Hickman, 1995)
- Biomekanika
  "studi ttg gerakan yang dihasilkan oleh sistem muskuloskeletal"
  → Hukum Newton (oleh Isaac Newton, 1643-1727)

PRINSIP & KONSEP DASAR

- **BAGAIMANA SUATU BENDA DAPAT BERGERAK?**

- Aristoteles
  "kekuatan konstan diperlukan untuk menjaga sesuatu tetap bergerak"

- Hukum NEWTON I (*Inertia* = kelembaman)
  - benda bersifat mempertahankan keadaan
  - semua benda/ obyek akan bergerak bila ada gaya (*force*) yang mengakibatkan pergerakan

PRINSIP & KONSEP DASAR

- Hukum NEWTON II

$$F = m \cdot a$$

"Apabila ada gaya yang bekerja pada suatu benda maka benda akan mengalami suatu percepatan yang arahnya sama dengan arah gaya"

- Hukum NEWTON III

"Untuk setiap aksi, selalu ada reaksi yang arahnya berlawanan"

PRINSIP & KONSEP DASAR

- Massa
  "jumlah unsur suatu obyek"
  satuan: kg → besaran skalar

- Berat
  "jumlah unsur suatu obyek yang dipengaruhi gaya tarik bumi/gravitasi"
  satuan: kg m/s(Newton) → besaran vektor

PRINSIP & KONSEP DASAR

- **Gaya gravitasi**
  "gaya tarik bumi terhadap suatu benda"
- **Pengaruh gaya gravitasi thd tubuh manusia**
  - berat badan,
  - varises,
  - edema tungkai, dll.
- **Gaya yang mempengaruhi tubuh manusia**
  - gaya pada tubuh manusia → spt saat tubuh menabrak suatu benda
  - gaya di dalam tubuh manusia → gaya otot mempengaruhi sirkulasi darah dan pernapasan

BIOMEKANIKA *pada* MANUSIA

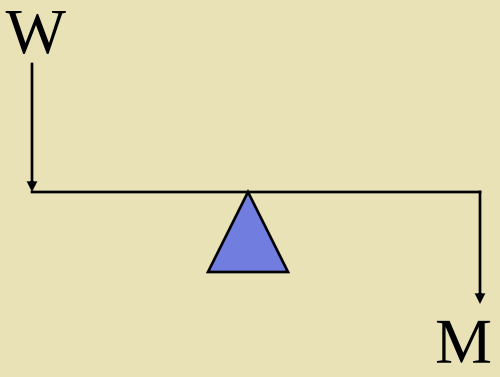
- **Gaya yang bekerja pada manusia**
  - dalam keadaan statis
  - dalam keadaan dinamis

- **Gaya pada tubuh manusia dalam keadaan statis**
  → dalam keadaan setimbang/ jumlah gaya dlm segala arah (F=0)
  → sistem muskuloskeletal bekerja sbg pengumpil/pengungkit

BIOMEKANIKA *pada* MANUSIA

- **Sistem Pengungkit Tipe I**

  Titik tumpuan terletak di antara gaya berat (W) dan gaya otot (M)

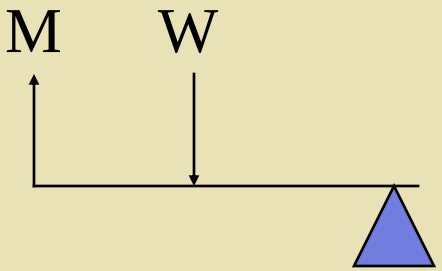


Contoh: Posisi diam/ tegak

BIOMEKANIKA *pada* MANUSIA

- **Sistem Pengungkit Tipe II**

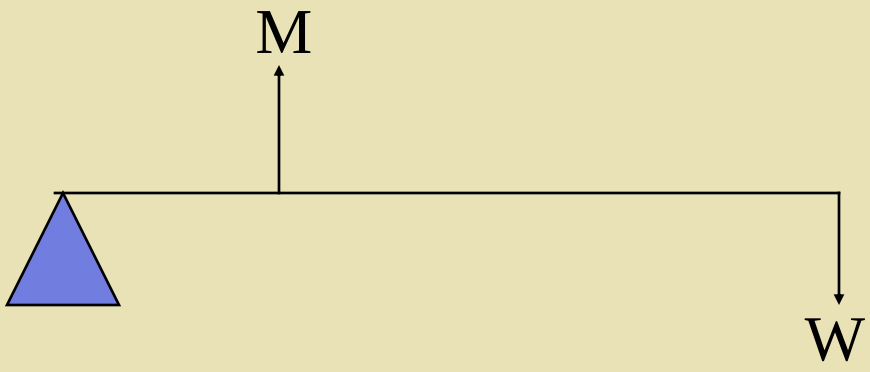
  Gaya berat (W) di antara titik tumpuan dan gaya otot (M)



Contoh: posisi jinjit

BIOMEKANIKA *pada* MANUSIA

- **Sistem Pengungkit Tipe III**
  Gaya otot (M) di antara titik tumpuan dan gaya berat (W)

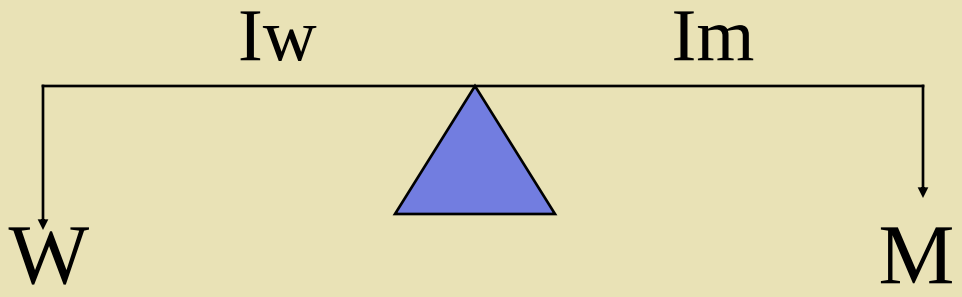


Contoh: Posisi tangan mengangkat beban

BIOMEKANIKA *pada* MANUSIA

- **Keuntungan Mekanik (KM)**
  "Perbandingan antara gaya otot (M) dan gaya berat (W)"

$$KM = M/W = Iw/Im$$



BIOMEKANIKA *pada* MANUSIA

- **Mekanika tubuh *(body mechanic)***
  "Suatu usaha sistem muskuloskeletal dan sistem saraf yang terkoordinasi untuk mempertahankan keseimbangan, postur, dan kesegarisan tubuh selama mengangkat, membungkuk, bergerak, dan melakukan aktivitas sehari-hari"

- **Kesegarisan tubuh *(body alignment)***
  "posisi sendi, tendon, ligamen, dan otot ketika posisi berdiri, duduk, dan berbaring"

BIOMEKANIKA *pada* MANUSIA

- **Berat badan**
  "gaya pada tubuh yang dipengaruhi oleh gravitasi"
- **Pusat gravitasi pada manusia**
  → 55-57% tinggi badan
- **Keseimbangan tubuh**
  - keseimbangan labil
  - keseimbangan stabil

BIOMEKANIKA *pada* MANUSIA

- **Keseimbangan labil**
  garis pusat gravitasi jatuh di luas dasar penyokong dan luas dasar penyokong terlalu kecil

- **Keseimbangan stabil**
  apabila:
  1. Kontak dengan dasar/permukaan pijakan luas
  2. Pusat gravitasi terletak rendah dan garis pusat gravitasi terletak di dalam benda

BIOMEKANIKA *pada* MANUSIA

- **Keseimbangan tubuh**

  - Tercapai dan meningkat bila:

    1. Letak pusat gravitasi direndahkan, spt posisi duduk atau berbaring.
    2. Peningkatan luas permukaan penyangga, spt posisi tidur, posisi duduk, berjalan dengan telapak kaki

  - Berkurang bila:

    1. Menaikkan pusat gravitasi, dgn cara angkat tangan ke atas, menjunjung barang di atas kepala
    2. Mengurangi dasar permukaan penyangga, spt berjalan menjinjit atau berjalan dengan satu kaki