

Modul 5:



Occupational Biomechanics



Ir. MUH. ARIF LATAR, MSc

- *Occupational Biomechanics* is a sub-discipline within the general field of biomechanics which studies the physical interaction of workers with their tools, machines and materials so as to enhance the workers performance while minimizing the risk of musculoskeletal injury.
- *Didefinisikan sebagai bagian dari biomekanik terapan yang mempelajari interaksi fisik antara pekerja dengan mesin, material dan peralatan dengan tujuan untuk meminimumkan keluhan pada sistem kerangka otot agar produktifitas kerja dapat meningkat.*

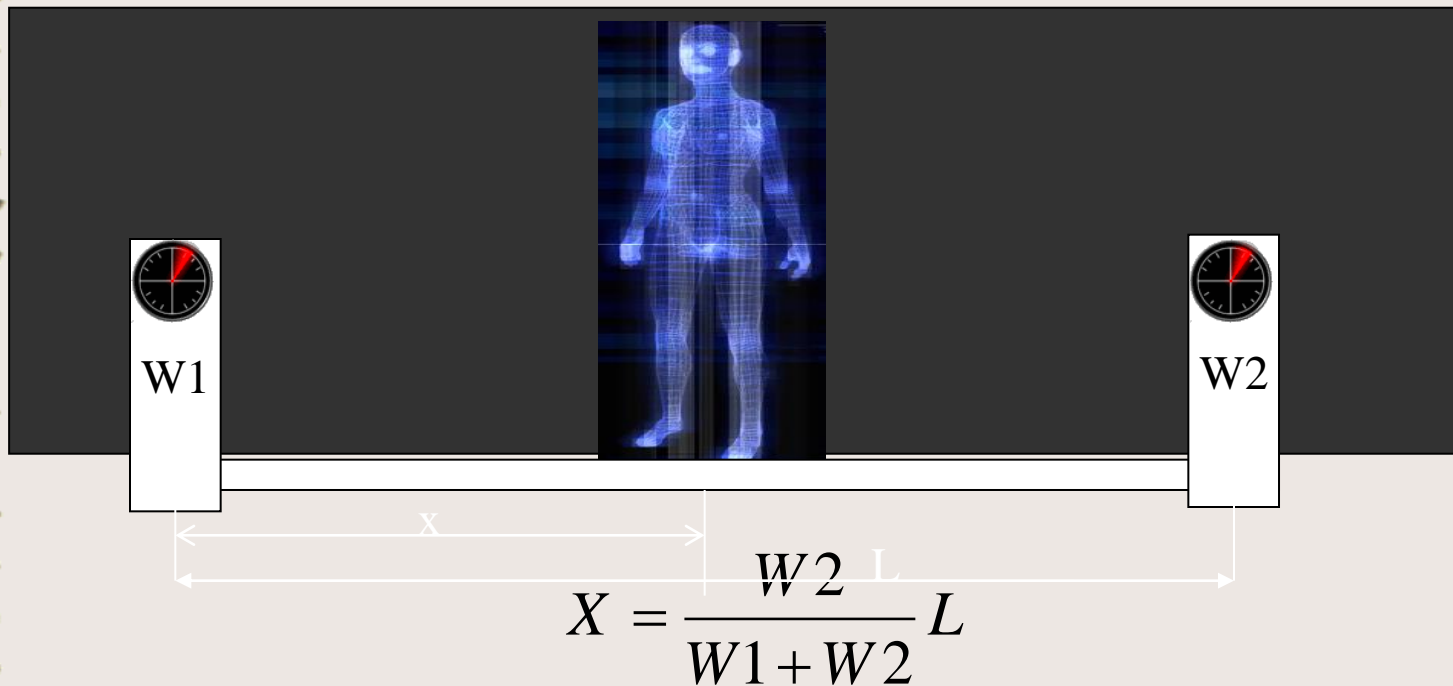
Sekitar 1 / 3 dari pekerja AS ---melakukan tugas-tugas ---yang membutuhkan kekuatan tinggi



Cedera kelelahan ----- Biaya \longleftrightarrow LIFTING/pengangkatan

Pusat Gravitasi tubuh

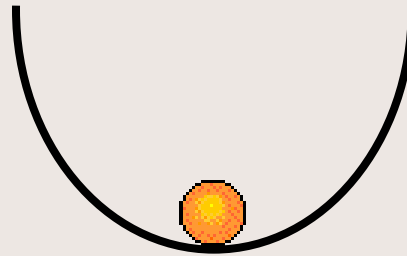
- Penentuan pusat gravitasi suatu benda
 1. Menggantungkan obyek pd titik berbeda.
 2. Berdiri diatas papan yg kedua ujungnya timbangan.



Keseimbangan

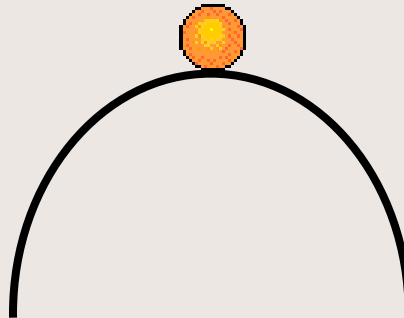
- **Keseimbangan stabil**

1. Pusat gravitasinya naik jika diberi gaya.
2. Muncul gaya pemulih yang menyebabkan kembali kekeadaan semula.
3. Tenaga potensial bertambah

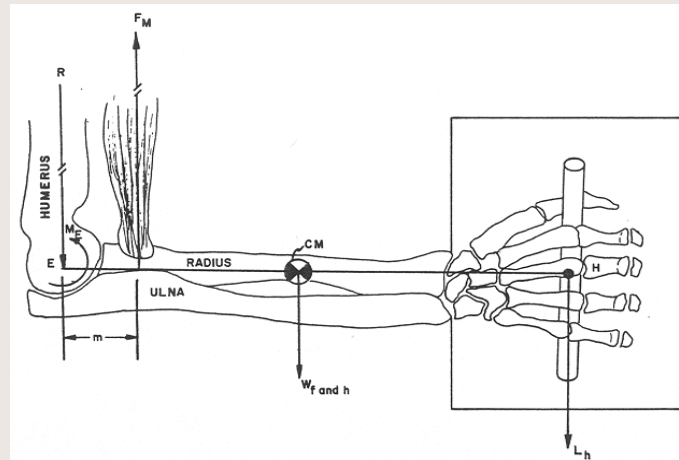
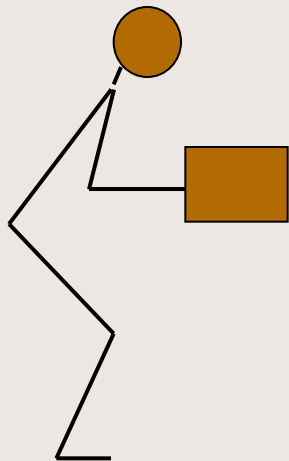
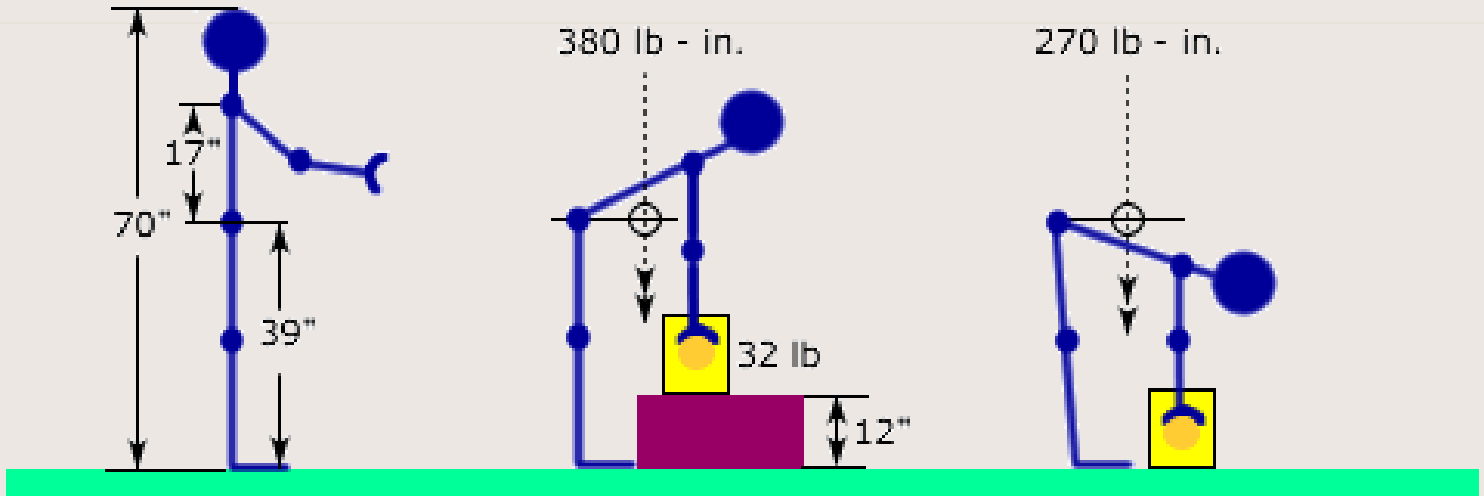


• Keseimbangan Labil

1. Pusat gravitasinya turun jika diberi gaya.
2. Posisi benda akan mengalami perubahan.
3. Tenaga potensial berkurang

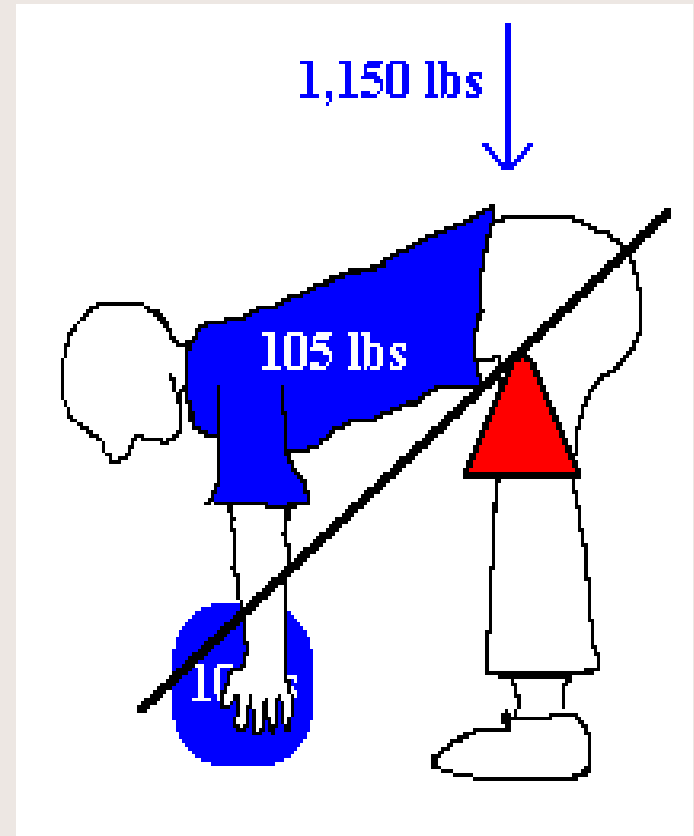
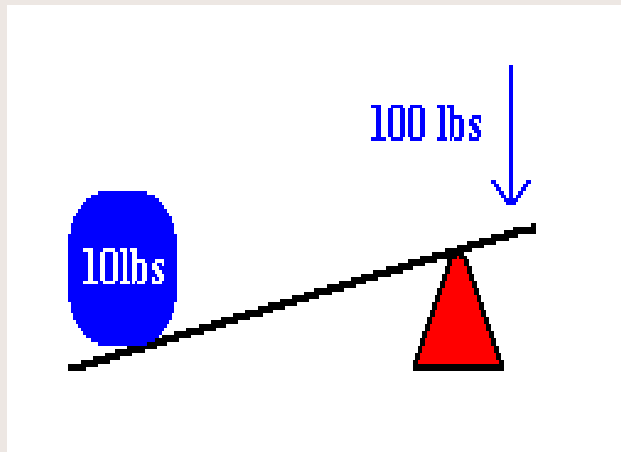
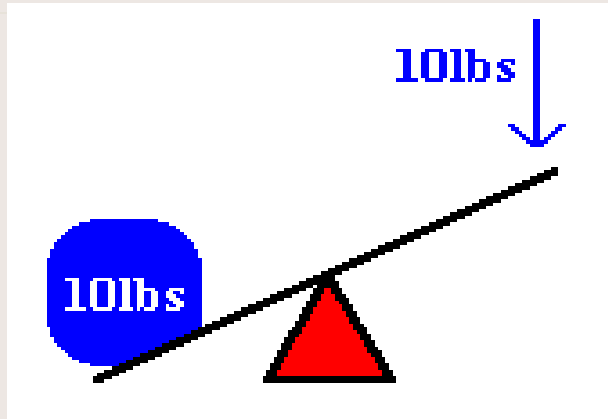


Problems (example)



Modul-5, data M Arief Latar

Biomechanics. Levers.



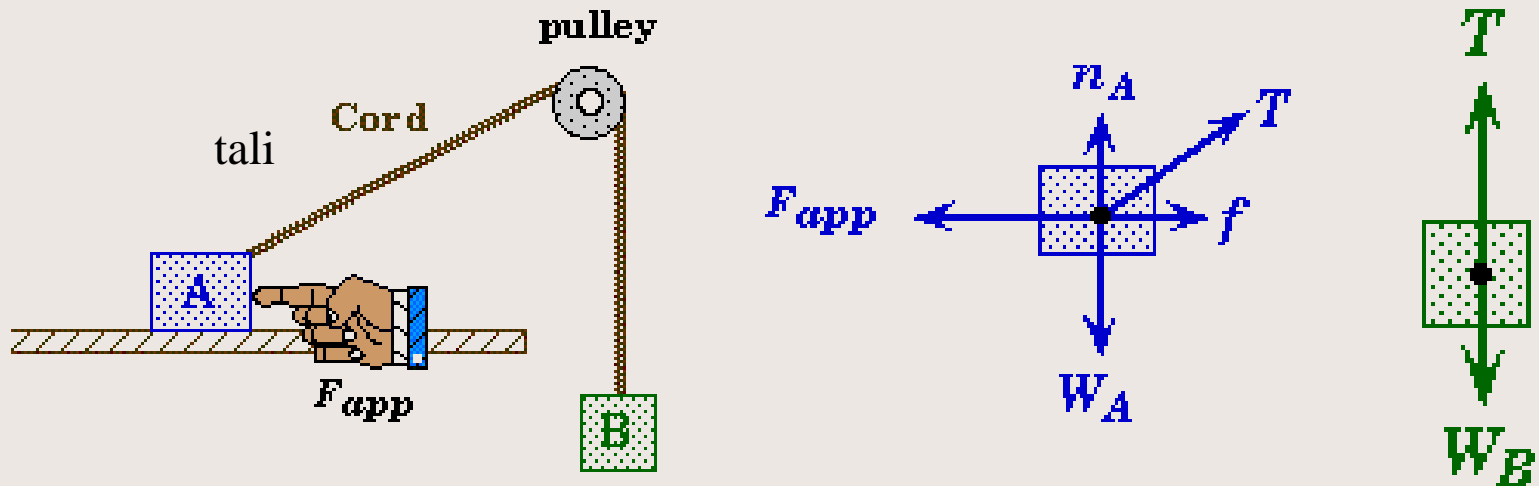
LIFTING A LEVER



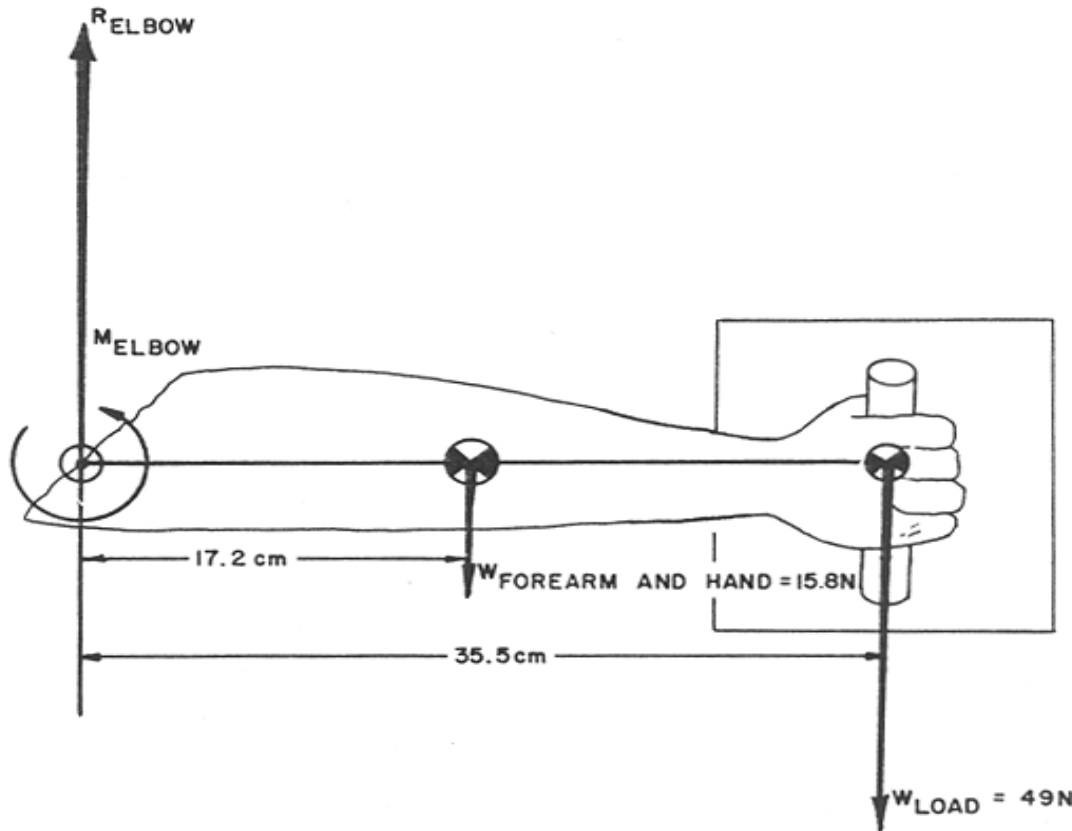
Thanks to
Richard Hughes
U Michigan, for the
following slides.

Free-Body Diagrams

Free-body diagrams , adalah representasi skematis dari suatu sistem yang mengidentifikasi semua kekuatan dan momen yang bekerja pada suatu komponen-komponen sistem.



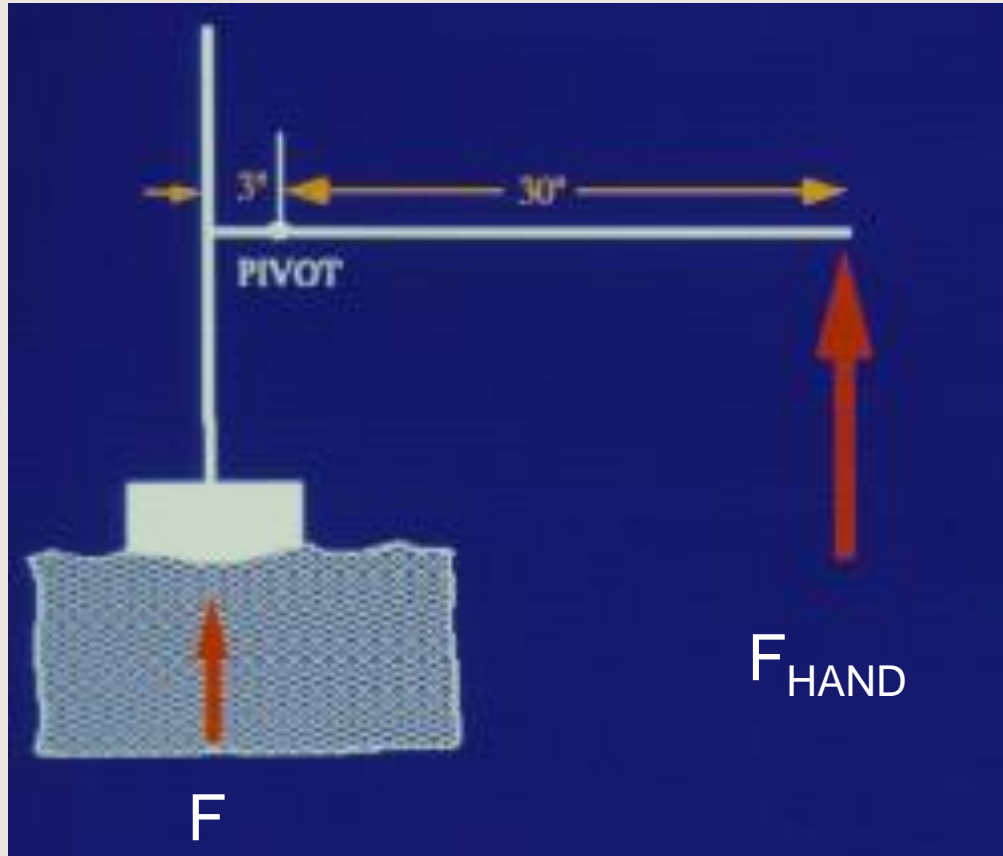
Biomechanical Model - Simple



Unknown:
-Elbow reactive force
-Elbow moment

Dari: Chaffin and Andersson (1991) Occupational Biomechanics

MECHANICS OF LEVER

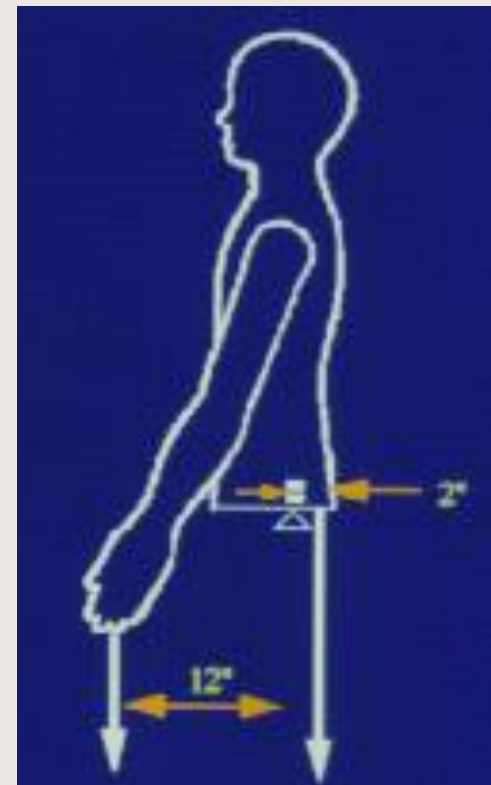
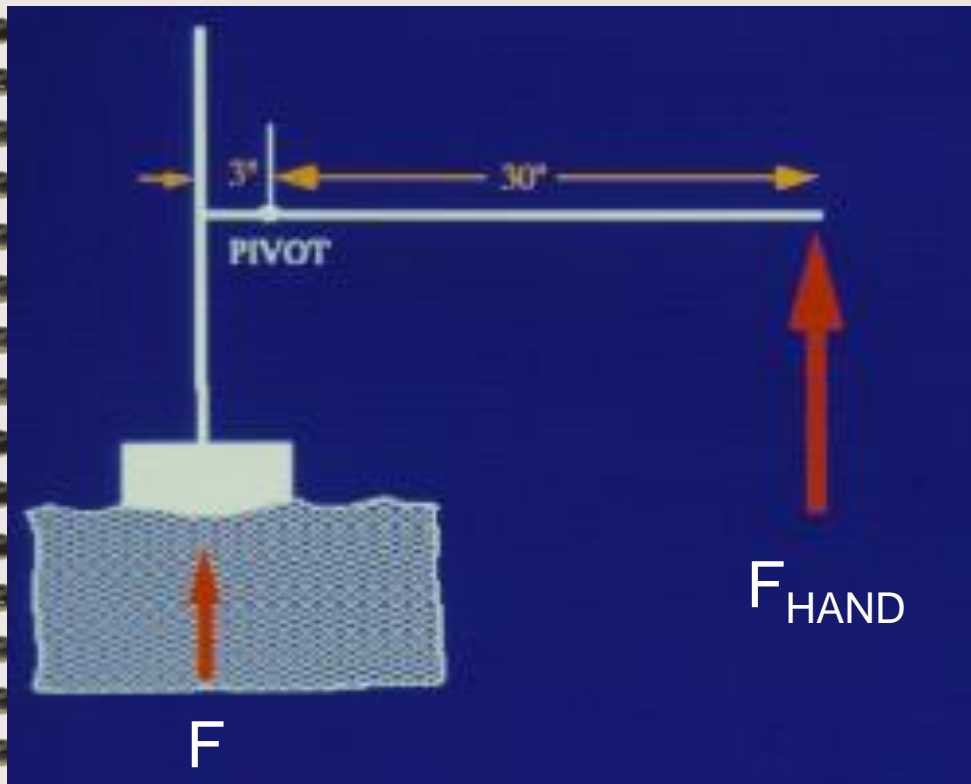


$$3F = 30F_{\text{HAND}}$$

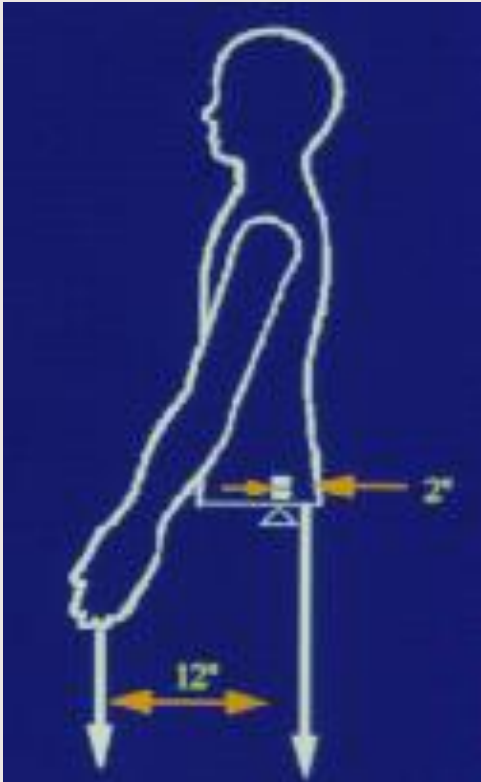
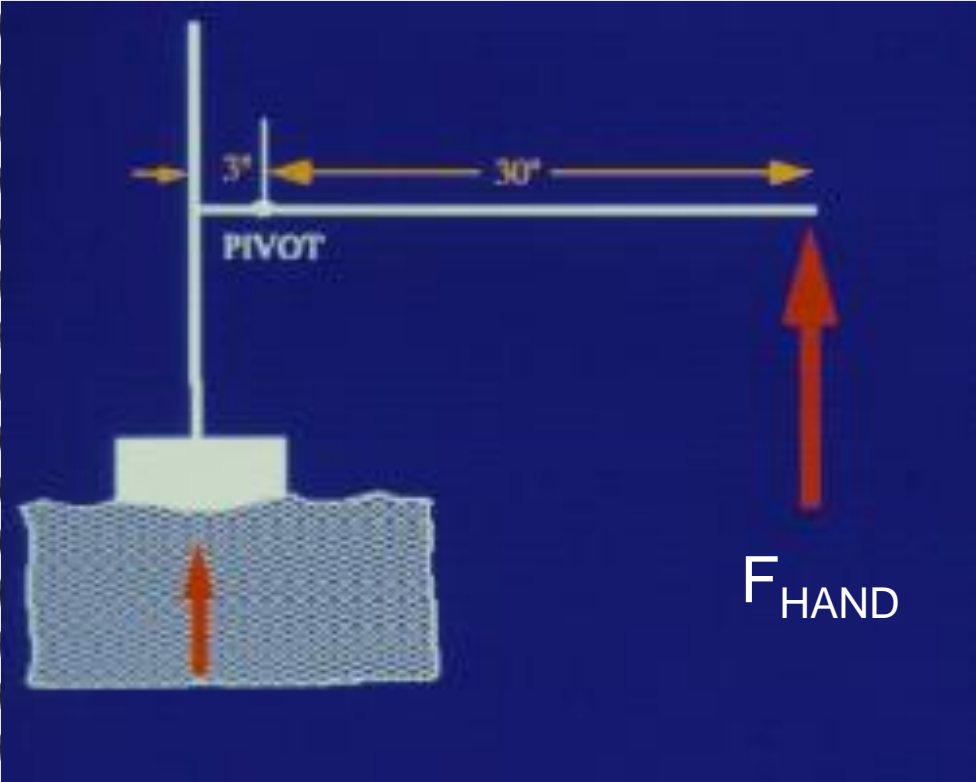
$$F = \frac{30}{3} F_{\text{HAND}}$$

$$F = 10 F_{\text{HAND}}$$

MECHANICAL ANALYSIS

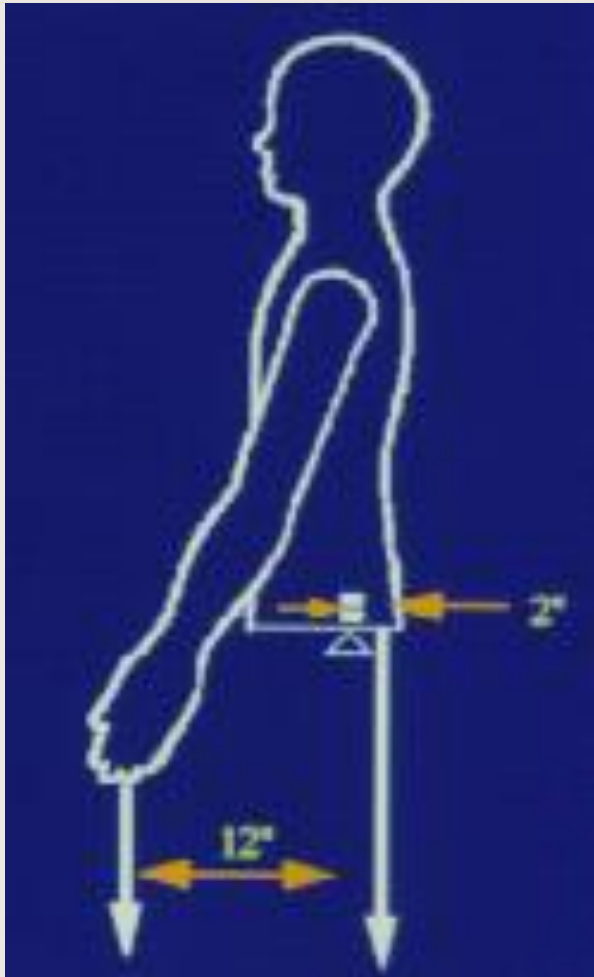


NEWTON'S THIRD LAW



F_{HAND}

MECHANICS OF SPINE



F_{HAND}

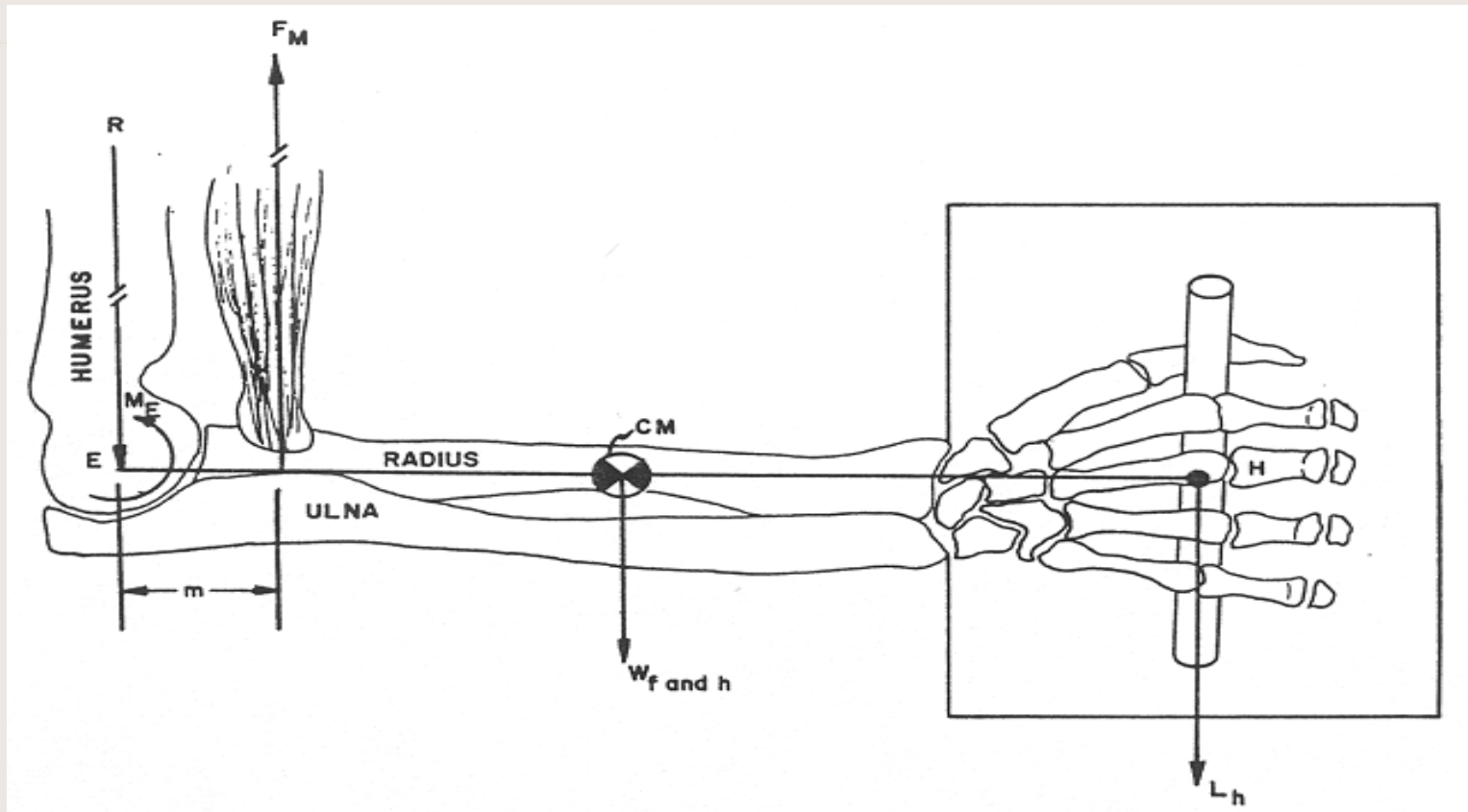
F_{MUSCLE}

$$2F_{\text{MUSCLE}} = 12F_{\text{HAND}}$$

$$F_{\text{MUSCLE}} = \frac{12}{2} F_{\text{HAND}}$$

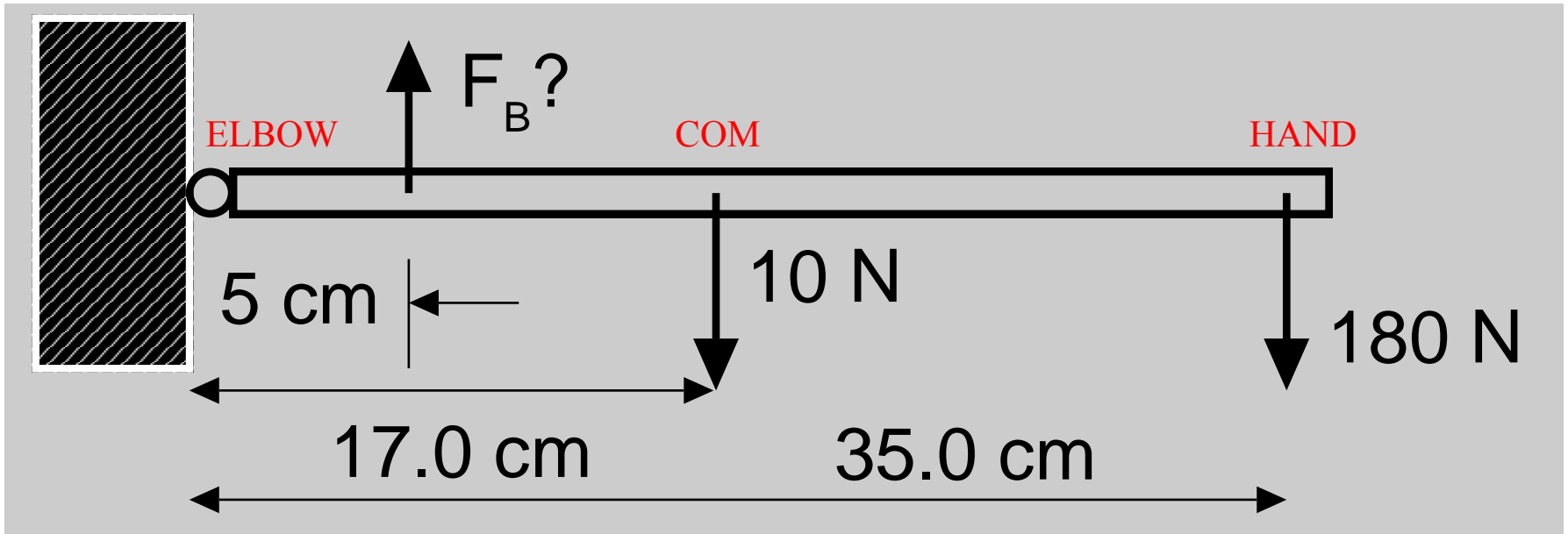
$$F_{\text{MUSCLE}} = 6 F_{\text{HAND}}$$

2-D Model of the Elbow



From Chaffin, DB and Andersson, GBJ (1991) Occupational Biomechanics. Fig 6.7

Example

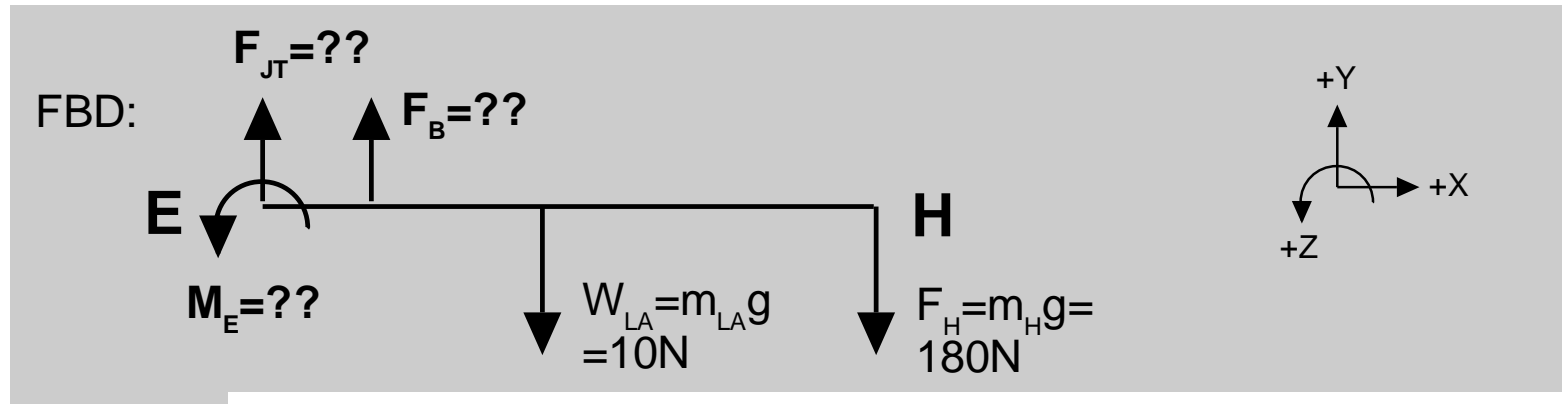


- Akan dihitung:
 - Force pada otot Biceps (F_B)
 - Force pada elbow (F_E)
 - External elbow moment (M_E)

Steps required

1. *Free Body Diagram*
2. Hitung external moment(s) pada sendi (*joint*)
3. Hitung net internal moment(s)
4. Hitung external force(s) pada sendi
5. Hitung net internal force(s)
6. Evaluasi

Example - solution



$$\Sigma M_E = 0$$

$$M_E = M_{LA} + M_H = (W_{LA} \times ma_{LA}) + (F_H \times ma_H)$$

$$M_E = (-10 \times 0.17) + (-180 \times 0.35) = \mathbf{-64.7 \text{ Nm}}$$

$$\overline{M}_E = -M_E$$

$$\overline{M}_E = (F_{JT} \times ma_{JT}) + (F_B \times ma_B)$$

$$F_B = \mathbf{1294 \text{ N (up)}}$$

External moment

Internal moment

Solution (lanjutan)

$$\Sigma F_E = 0$$

$$F_E = W_{LA} + F_H = -10 + (-180) = \mathbf{-190 \text{ N (down)}}$$

$$F_E = -\bar{F}_E$$

$$\bar{F}_E = F_{JT} + F_B$$

$$F_{JT} = 190 - 1294 = \mathbf{-1104 \text{ N (down)}}$$

- Kesimpulan, untuk menahan sebuah benda 18 kg dibutuhkan force (bicep) ~1300 N dan dihasilkan force ~1100 N pada sendi elbow

Evaluasi Populasi

- Jika momen pada elbow (M_E) = 15.4 Nm, berapa persen populasi yang diprediksi bisa menahan beban ini (asumsi: untuk waktu yang singkat)?

Mis: $\mu = 40$ Nm; $\sigma = 15$ Nm

$$z = (y - \mu) / \sigma = (15.4 - 40) / 15 = -1.64$$

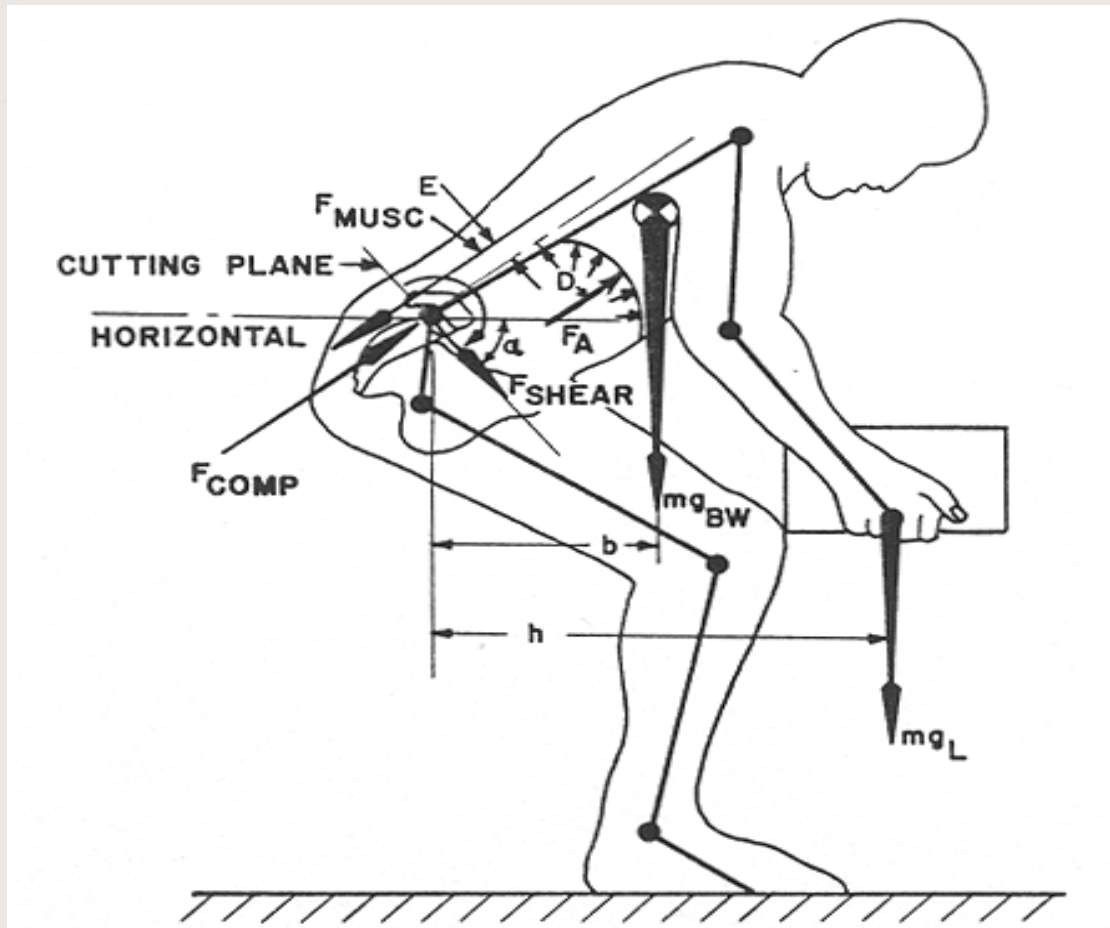
Dari distribusi normal: $z = -1.64 \rightarrow 0.95$

Artinya, 95% dari populasi mempunyai kekuatan otot ≥ 15.4 Nm

Ergonomic Controls

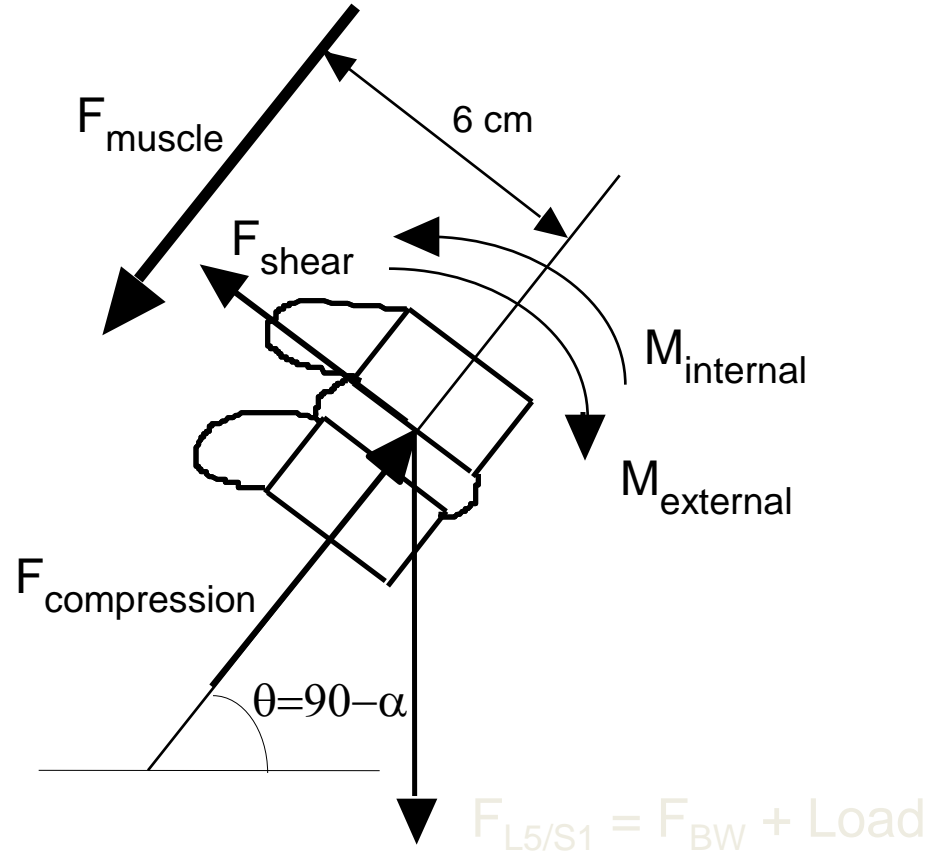
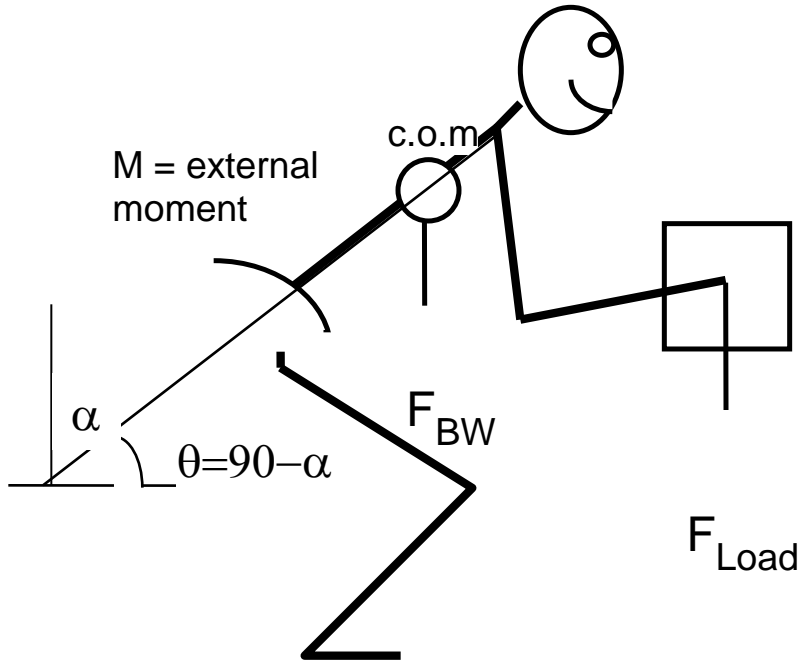
- Strategi perbaikan kerja
 - Kurangi *D (Demand)*
 - Forces: berat beban
 - Moment arms: jarak beban ke tubuh, postur, layout kerja
 - Tingkatkan *C (Capacity)*
 - Seleksi pekerja
 - Hindari dampak beban kerja untuk sendi tubuh yang relatif lemah/ kritis

Model 2: Low-Back

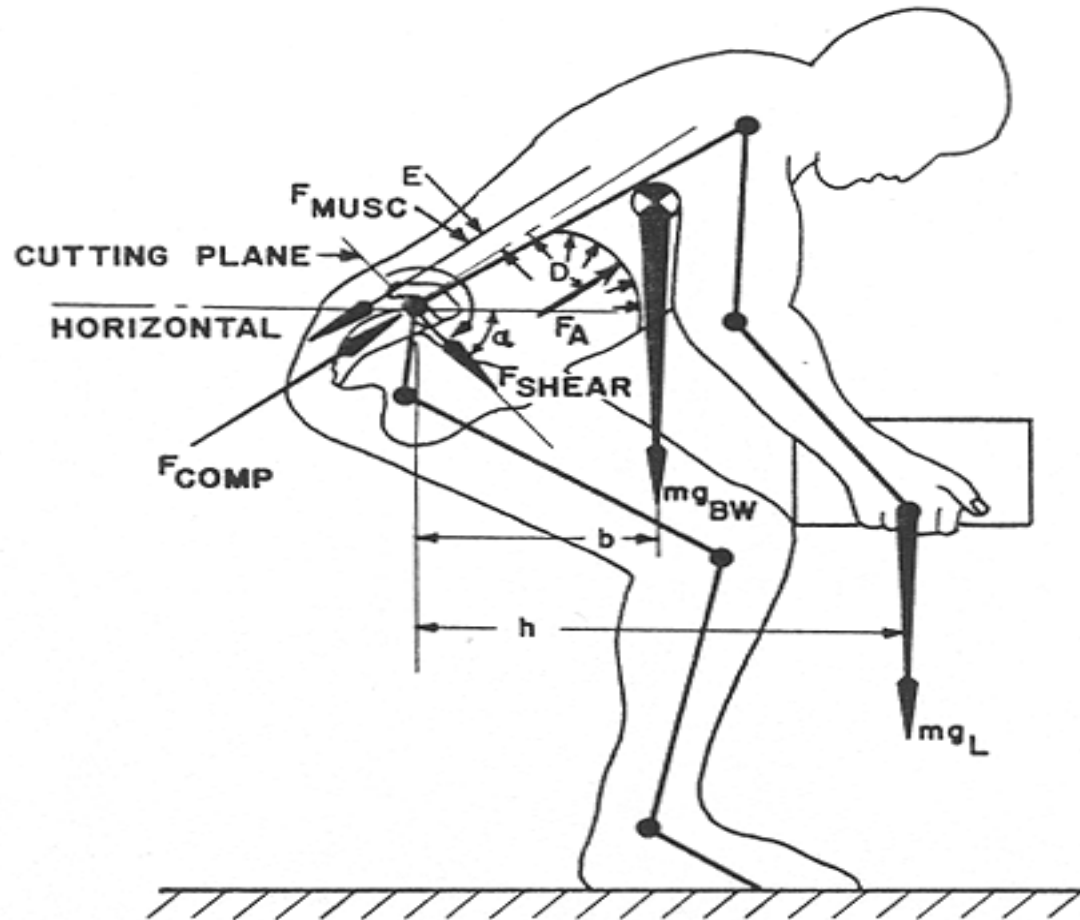


Dari Chaffin and Andersson (1991) Occupational Biomechanics

Analisis Biomekanika



Manual Material Handling



Masalah

- *Overexertion* sebagai sumber biaya MSDs terbesar
 - Penyebab utama: *lifting*
- Back injury
 - 20% dari total kelainan MSDs
 - 30% dari total biaya kompensasi
 - Total biaya \$ ~30 billion per tahun

A decorative graphic on the left side of the slide, resembling the spiral binding of a notebook. It consists of a series of dark, circular loops connected by a thin line, set against a light brown background.

Tugas Kelompok

Setelah Anda mengikuti kuliah Biomekanika, diskusikan dan analisa aplikasi biomekanika dalam praktek k3!