



Beban yang terjadi pada Elemen Mesin

- Mesin atau peralatan serta komponen-komponennya pasti menerima beban operasional dan beban lingkungan dalam melakukan fungsinya.
- Beban dapat dalam bentuk gaya, momen, defleksi, temperatur, tekanan dan lain-lain. Analisis pembebanan dalam perancangan mesin atau komponen mesin sangatlah penting, karena jika beban telah diketahui maka dimensi, kekuatan, material, serta variabel design lainnya dapat ditentukan.

Beban yang terjadi pada Elemen Mesin

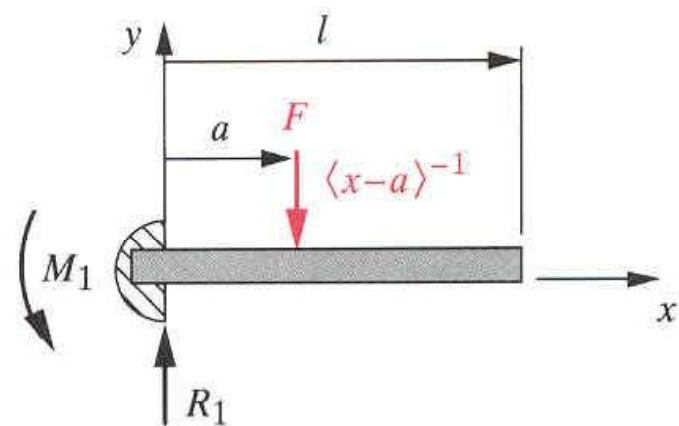
- Jenis beban pada suatu mesin/peralatan dapat dibagi menjadi beberapa kelas berdasarkan karakter beban yang bekerja dan adanya gerakan atau perpindahan.
- Jika konfigurasi umum dari mesin telah didefinisikan dan gerakan kinematikanya telah dihitung, maka tugas berikutnya adalah menganalisis besar dan arah semua gaya, momen, dan beban lainnya. Beban-beban ini dapat saja konstan atau bervariasi terhadap waktu. Komponen mesin dimana gaya tersebut bekerja juga bisa dalam keadaan diam (statik) atau bergerak. Dengan demikian kelas pembebanan dapat dibedakan menjadi empat yaitu :

Jenis beban pada suatu mesin/peralatan dapat dibagi menjadi beberapa kelas berdasarkan karakter beban yang bekerja dan adanya gerakan atau perpindahan

	Beban statik	Beban dinamik
Elemen diam	Kelas 1	Kelas 2
Elemen bergerak	Kelas 3	Kelas 3

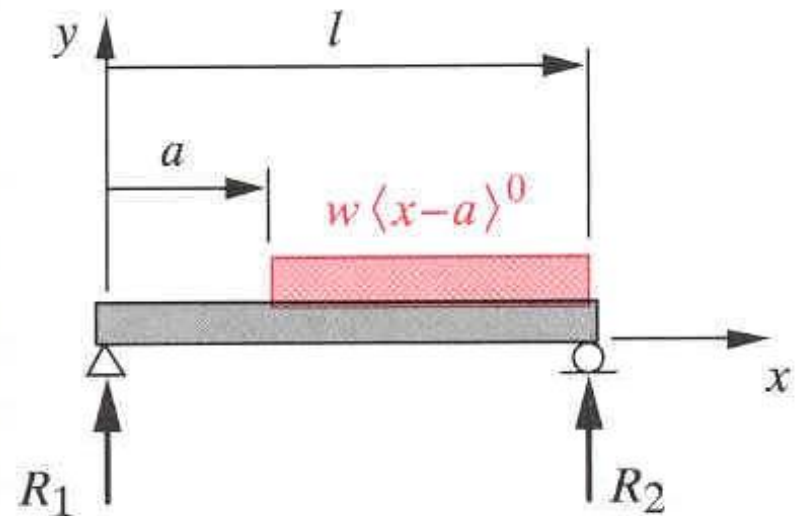
Aplikasi beban berdasarkan daerah pembebanan dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu

- **Beban terkonsentrasi :**
beban yang diaplikasikan pada daerah yang sangat kecil dibandingkan dengan luas komponen yang dibebani, dapat diidealisasikan menjadi beban terkonsentrasi pada suatu titik.



Aplikasi beban berdasarkan daerah pembebanan dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu

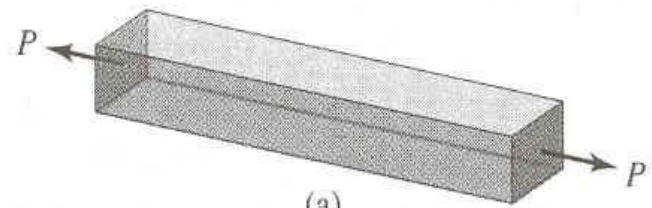
- **Beban terdistribusi :** beban didistribusikan pada suatu daerah tertentu.



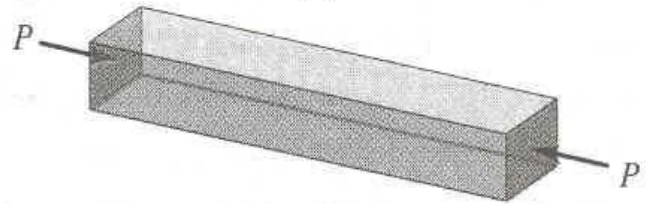
Berdasarkan lokasi dan metoda aplikasi beban serta arah pembebanan, beban dapat diklasifikasikan menjadi : Beban normal, beban geser, beban lentur, beban torsi, dan beban kombinasi.

Macam-macam pembebanan

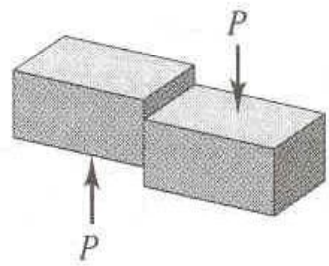
- | | | |
|----------------------|---|--------------|
| ■ Pemb tarik | → | Teg. tarik |
| ■ Pemb tekan | → | Teg. tekan |
| ■ Pemb geser | → | Teg. geser |
| ■ Pemb bengkok tekan | → | Teg. tarik & |
| ■ Pemb puntir | → | Teg. geser |
| ■ Pemb campuran | | |
| Menyesuaikan | | |



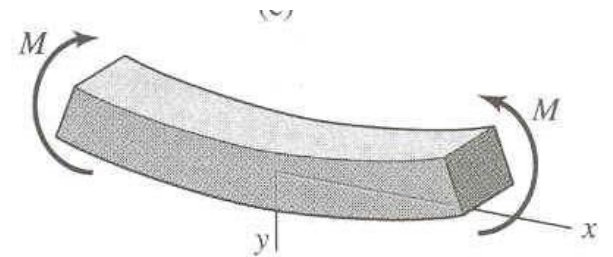
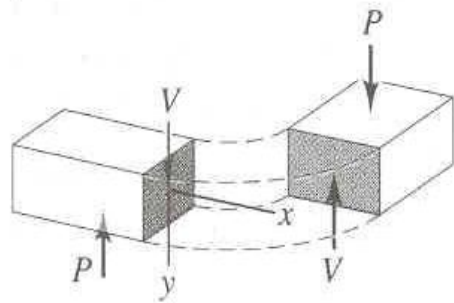
(a)



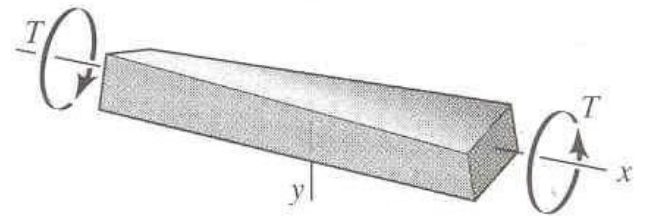
(b)



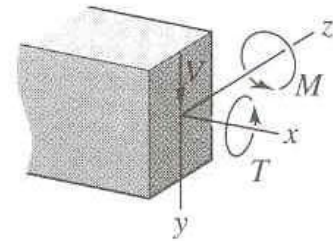
(c)



(d)



(e)



(f)

Load (beban)

Definisi: sembarang gaya luar yang bekerja pada suatu komponen mesin.

Ada tiga jenis beban :

1. Dead or steady load
2. Live or varying load
3. Suddenly applied or Shock load

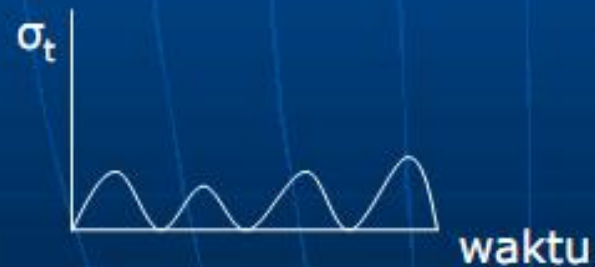
Suatu komponen mesin lebih mudah menahan beban mati dari pada beban hidup, dan lebih tahan terhadap beban hidup dari pada beban kejut.

Dinamika Pembebanan

Statis (Dongkrak, Ragum, dll)



Berulang (klep/katup motor, poros vertikal, dll)



Dinamika Pembebanan

berganti (Poros Transmisi, dll)



Kejut (mesin tempa, keran jalan, dll)



Beban Dinamis

Sifat bahan dalam yg mendapat pembebanan yg bergetar atau ber-osilasi berbeda dari perilaku bahan di bawah beban statis

Beban dinamis adalah beban yg diberikan secara teratur dan terus menerus dalam rentang waktu tertentu

Jenis beban dinamis:

- **beban dinamis ganti**

Yaitu beban dinamis yg diterima secara bergantian pada arah dan bentuk yg berlawanan

Misal : tarik-tekan, tekuk bolak-balik, putir bolak-balik

- **beban dinamis ulang**

Yaitu beban dinamis yg diterima pada arah dan besar yg sama secara berulang

Beban dinamis dalam waktu lama akan mengakibatkan kelelahan bahan

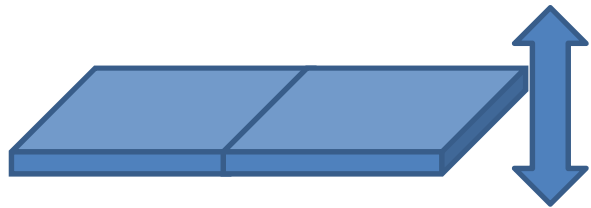
Macam Beban Dinamik

Beban Dinamik Ganti

1. Ganti Tarik-Tekan



2. Ganti Tekuk



3. Ganti Puntir



Beban Dinamik Ulang

1. Ulang Tarik



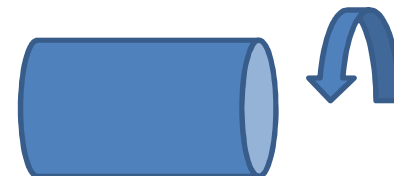
2. Ulang Tekan



3. Ulang Tekuk



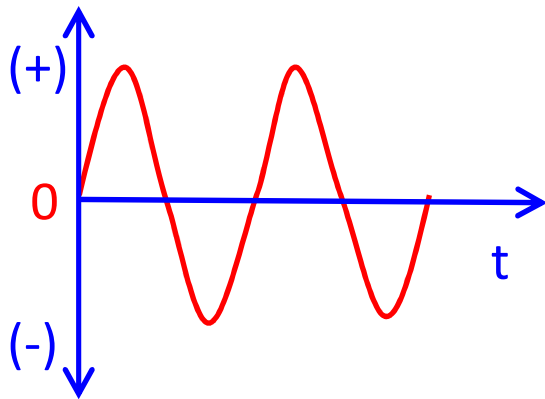
4. Ulang Puntir



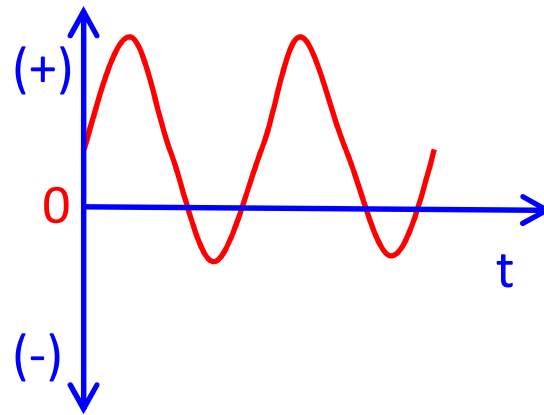
Beban Dinamik Ganti

Tarik-Tekan

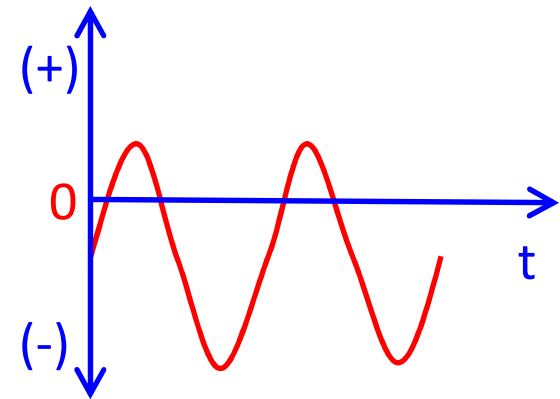
Beban tarik (+) dan tekan (-) diberikan scr bergantian pd interval waktu tertentu



(a) Beban tarik-tekan yg diberikan sama besar



(b) Beban tarik lebih besar drpd beban tekan yg diberikan

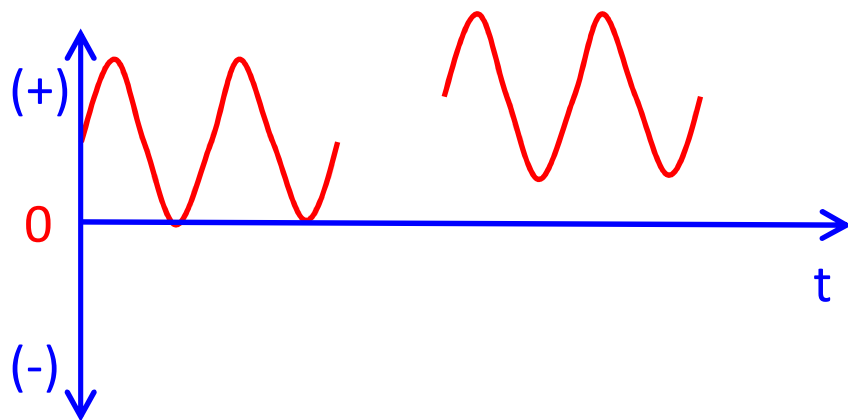


(c) Beban tekan lebih besar drpd beban tarik yg diberikan

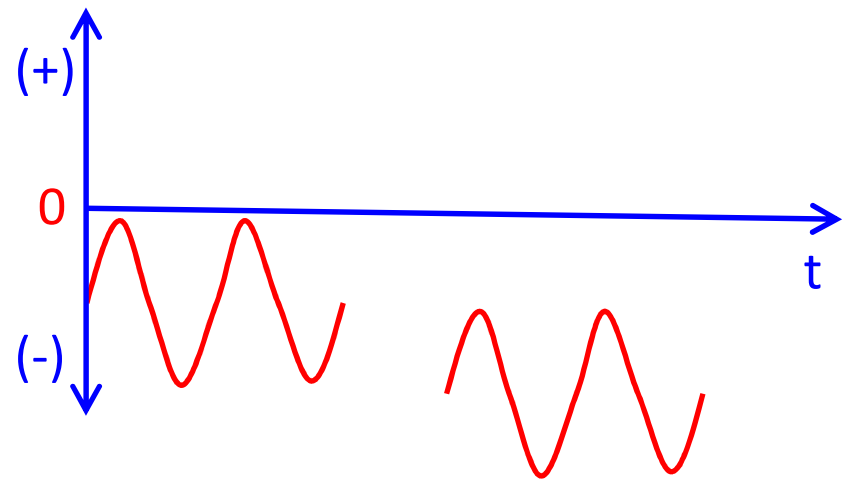
Beban Dinamik Ulang

Tarik atau Tekan

Beban tarik (+) dan tekan (-) scr berulang diberikan dalam interval waktu tertentu



(a) Beban ulang tarik



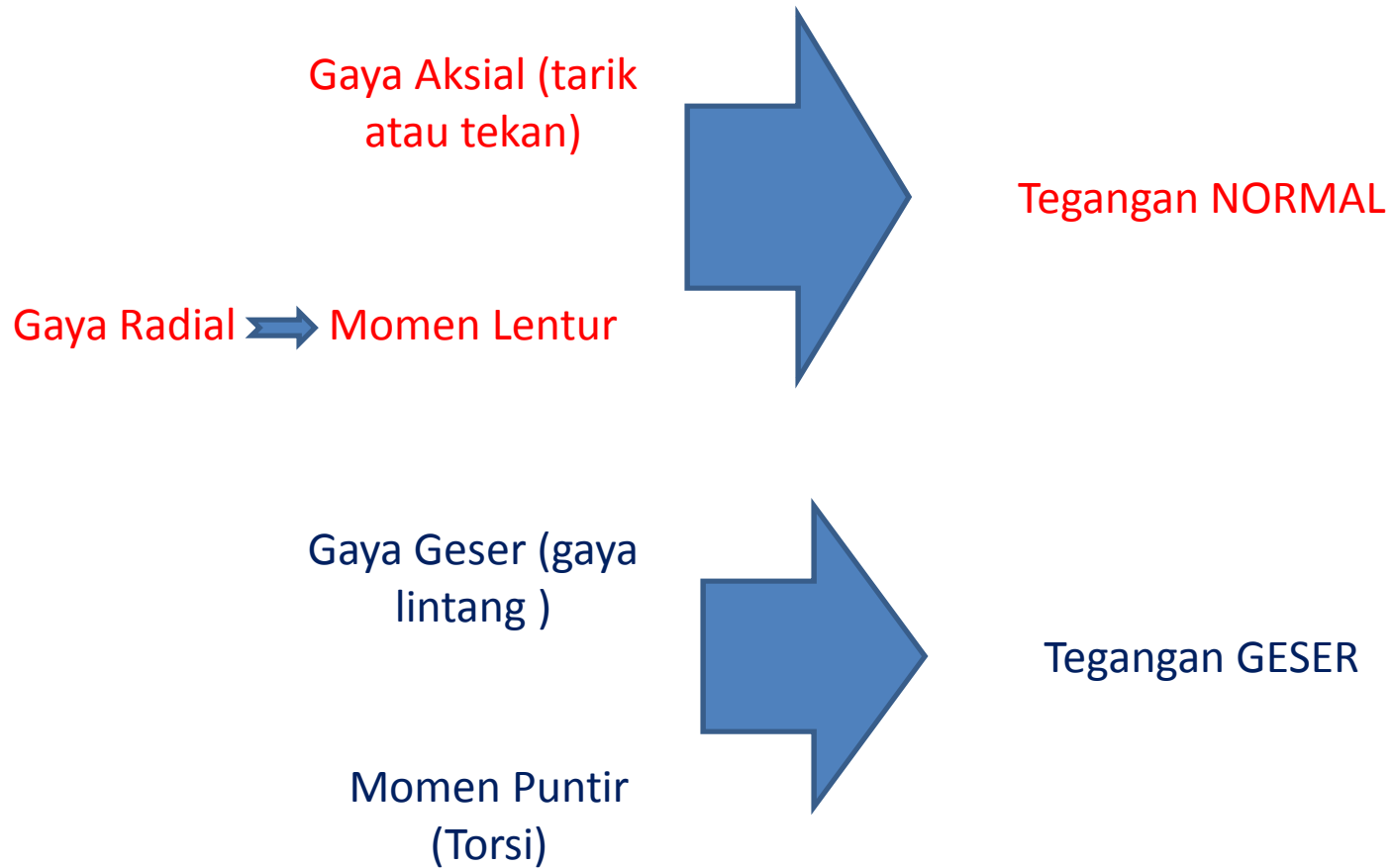
(b) Beban ulang tekan

- Deformasi plastik terjadi akibat adanya TEGANGAN yang terjadi pada setiap elemen mesin.
- Tegangan adalah sesuatu yang tidak bisa dilihat dan terjadi didalam elemen.
- Beban → Tegangan → Deformasi

Konsep Tegangan

- Tegangan adalah pembebanan per satuan luas
- Istilah tersebut untuk analisis kekuatan benda padat
- Untuk benda cair dan gas menggunakan istilah tekanan

Tegangan pada Elemen Mesin

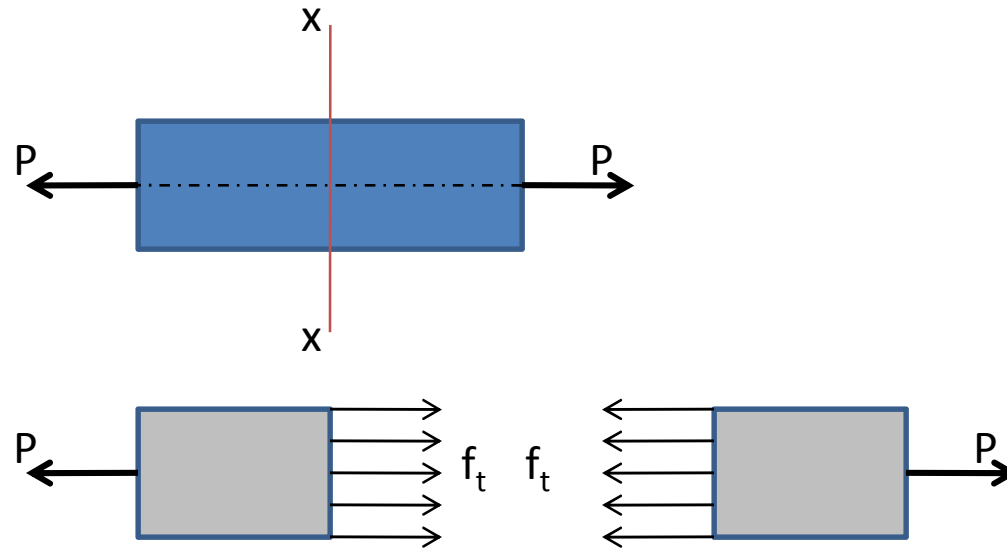


Stress (tegangan)

Ketika ada suatu sistem gaya luar atau beban bekerja pada suatu benda, maka pada setiap potongan melintang benda tersebut akan muncul gaya dalam (internal forces: besarnya sama tetapi arahnya berlawanan) menahan beban tersebut.

Gaya dalam per satuan luas penampang melintang benda tersebut : **stress**.

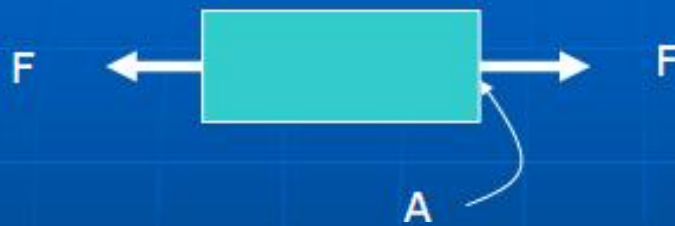
Tensile stress & strain



tegangan tarik : $\sigma_t = \frac{P}{A}$

regangan tarik : $\epsilon_t = \frac{\delta l}{l}$

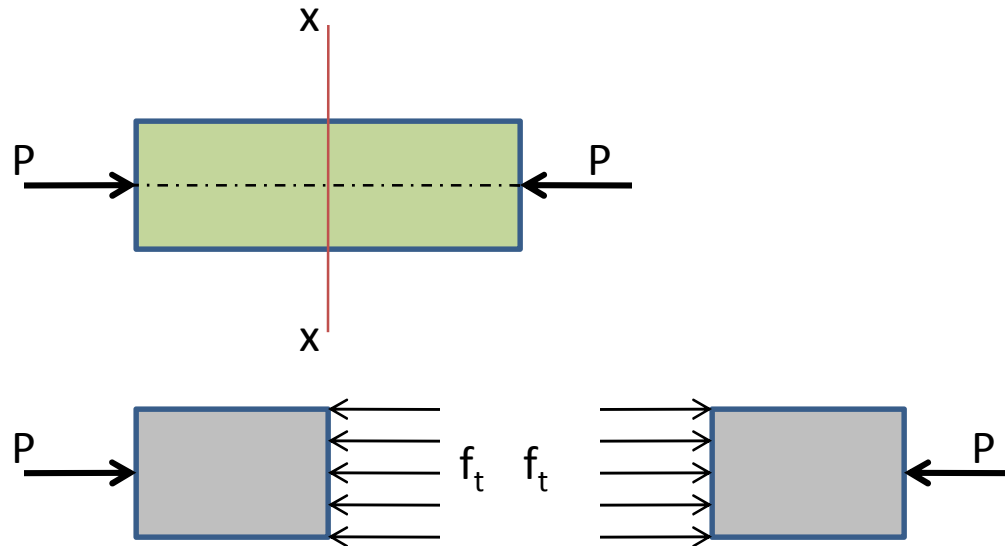
Pemb & Teg Tarik



$$\sigma = F/A$$

σ = Tegangan tekan (N/m²)
A = luas penampang (m²)
F = Gaya yang bekerja (N)

Compressive stress & strain



tegangan tarik : $\sigma_c = \frac{P}{A}$

regangan tarik : $\varepsilon_c = \frac{\delta l}{l}$

Teg. Tarik menyebabkan luas penampang mengecil (tegangan membesar)
Teg. Tekan menyebabkan luas penampang membesar (tegangan mengecil)

Mathematically :

Tegangan Normal Akibat Gaya Aksial

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

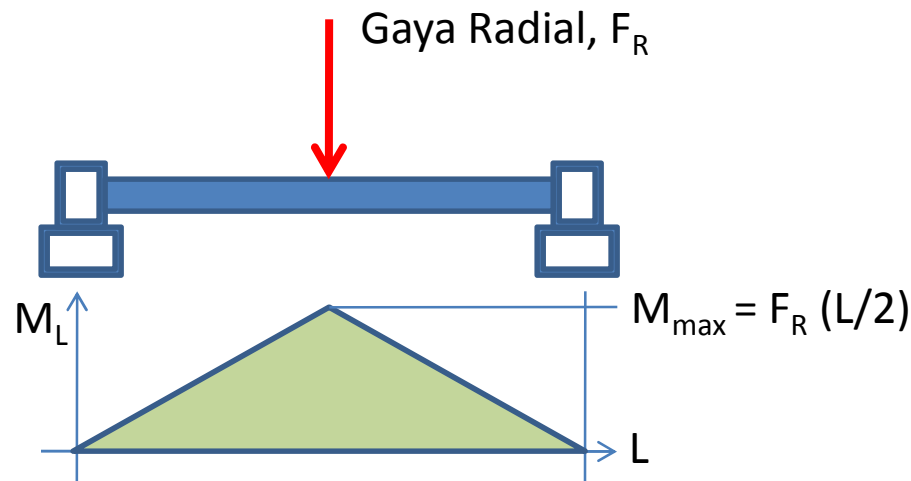
$\sigma = \text{tegangan} (N / mm^2)$

$P = \text{beban yang bekerja} (N)$

$A = \text{luas penampang melintang benda}$

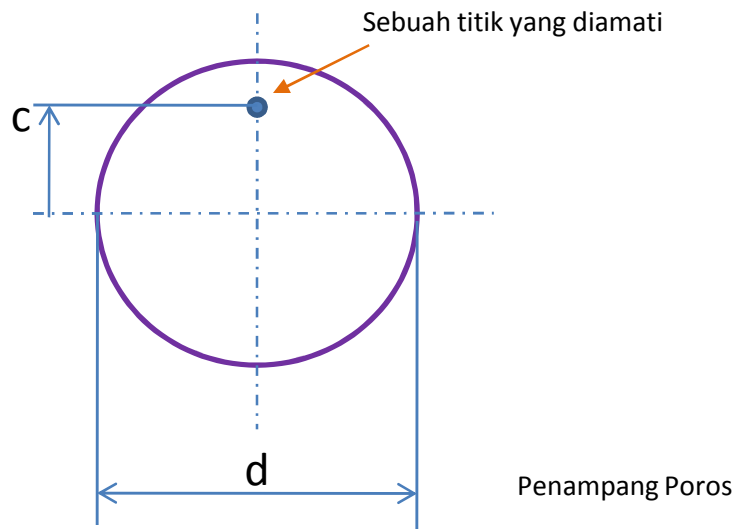
Momen Lentur

- Penyebab momen lentur adalah Gaya Radial.
- Gaya radial bekerja tegak lurus sumbu poros
- Akibat momen lentur pada poros yaitu poros mengalami melendut.

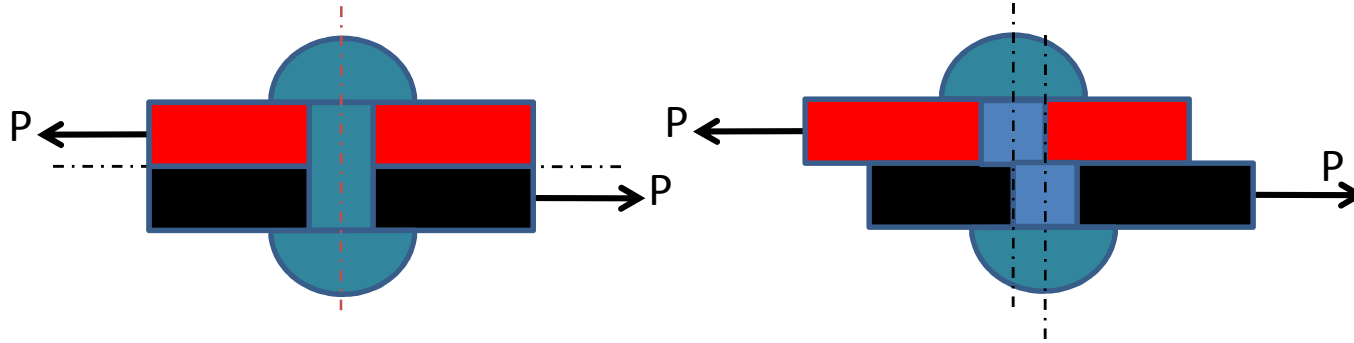


Tegangan Normal Akibat Momen Lentur

$$\sigma = \frac{M_L x c}{I}$$



Shear stress & strain



tegangan geser : $\tau_s = \frac{P}{A}$

regangan geser : $\Phi = \frac{\delta\theta}{\theta}$

Pemb. Dan Teg. Geser



$$\tau = \frac{F}{A}$$

ζ = Teg geser (N/m²)

F = Gaya yang bekerja (N)

A = Luas penampang paku (m²)

Momen Puntir & Teg. Yg Terjadi



$$\tau = \frac{T \cdot r}{J}$$

ζ = tegangan yang terjadi (N/m²)

T = Torsi yang terjadi

$r = d/2$ (m)

$J = \pi d^4/32$ (m⁴)

Tegangan yang diijinkan

- Teg. Yg diijinkan adalah: tegangan maksimum yang boleh bekerja pada bahan , agar bahan tersebut tidak mengalami deformasi plastis.
- Tegangan ini diperoleh melalui percobaan atau pengalaman empiris

Strain (regangan)

Besarnya deformasi per satuan panjang : **strain**.

$$\varepsilon = \frac{\delta l}{l}$$

ε = regangan

δl = perubahan panjang benda (m)

l = panjang mula - mula (m)

Modulus Young

Hukum Hooke

bila suatu material dibebani dalam batas elastisnya, maka tegangan yang bekerja akan proporsional terhadap regangan.

$$\sigma \propto \varepsilon$$
$$= E \varepsilon$$

$$\text{atau} \quad E = \frac{f}{\varepsilon} = \frac{P.l}{A.\delta l}$$

Shear Modulus atau modulus of rigidity

Experimentally: bila suatu material dibebani dalam batas elastisnya, maka tegangan geser yang bekerja akan proporsional terhadap regangan gesernya.

$$\begin{aligned}\tau_s &\propto \Phi \\ &= G \Phi\end{aligned}$$

$$\text{atau} \quad G = \frac{\tau_s}{\Phi}$$

Tabel harga E dan G untuk beberapa material yang sering dipakai sehari-hari

Material	E (kg/cm ²)	G (kg/cm ²)
Steel	2 to 2.2 x 10 ⁶	0.8 to 1.0 x 10 ⁶
Wrought iron	1.9 to 2.0 x 10 ⁶	0.8 to 0.9 x 10 ⁶
Cast iron	1.0 to 1.6 x 10 ⁴	0.4 to 0.5 x 10 ⁴
Copper	0.9 to 1.1 x 10 ⁵	0.3 to 0.5 x 10 ⁶
Brass	0.8 to 0.9 x 10 ⁴	0.3 to 0.5 x 10 ⁶
Timber	0.1x 10 ⁵	0.1x 10 ⁶

Contoh

A rectangular base plate is fixed at each of its four corners by a 20 mm diameter bolt and nuts as shown in Fig. The plate rests on washer of 22 mm internal diameter and 50 mm external diameter. Copper washer which are placed between the nut and the plate are 22 mm internal diameter and 44 mm external diameter.

If the base plate carries a load of 12 tonnes (including self weight, which is equally distributed on the four corners), calculate the stress on the lower washer before the nuts are tightened.

What could be the stress in the upper and lower washer, when the nuts are tightened so as to produce a tension of 500 kg on each bolt ?

Another exercise

A pull of 80 kN is transmitted from a bar X to the bar Y through a pin as shown in fig. If the maximum permissible tensile stress in the bar is 100 N/mm^2 and the permissible shear stress in the pin is 80 N/mm^2 , find the diameter of bars and of the pin.

Terima Kasih

- Bersambung ke *Kekuatan Material*