

KEKUATAN MATERIAL dasar Strength of Material (Basic)

1. PENDAHULUAN

Kekuatan Material adalah ilmu yang mempelajari tentang kekuatan suatu konstruksi, setiap elemen konstruksi yang menerima beban perlu diperhitungkan mulai dari jenis pembebanan dan kasus pembebanan yang diterima, jenis material yang sesuai sampai dimensi yang optimal, sehingga tegangan yang terjadi pada elemen konstruksi tersebut tidak lebih besar dari tegangan yang diizinkan.

Kekuatan sebuah konstruksi bisa dipertanggung jawabkan apabila konstruksi telah dihitung dengan benar berdasarkan ilmu kekuatan material.

Sebagai contoh, sebuah jembatan bisa dilewati dengan aman oleh kendaraan dengan kapasitas tertentu, konstruksi alat angkat akan mampu mengangkat beban maksimal yang telah ditetapkan dengan aman dan konstruksi elemen mesin seperti baut, pena, poros, puli, roda gigi dan lain sebagainya akan tahan terhadap beban yang diberikan, apabila semua komponen/elemen konstruksinya sudah ditentukan berdasarkan perhitungan kekuatan material dengan benar

Perhitungan kekuatan material tidak lepas dari ilmu mekanika teknik, dimana beban yang diberikan adalah suatu gaya luar atau gaya aksi yang harus didefinisikan sebagai gaya yang harus ditahan oleh komponen konstruksi dan dicari/dihitung berdasarkan mekanika teknik (*statika atau dinamika*)

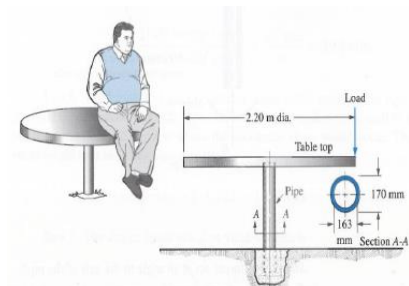
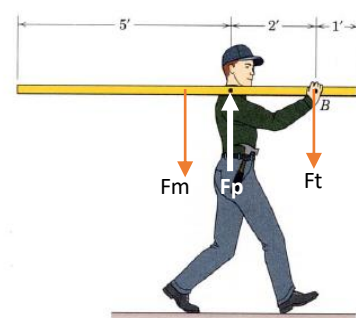
Beban yang diberikan harus terdefinisi dengan jelas sehingga jenis pembebanan yang terjadi bisa dianalisa dengan seksama untuk mendapatkan gaya dalam dan tegangan yang terjadi, dimana untuk mengetahui kekuatan dari konstruksi tersebut besarnya tegangan yang terjadi bisa dibandingkan dengan tegangan yang diizinkan.

Sebagai contoh penggunaan ilmu mekanika teknik, sebuah papan yang mempunyai berat tertentu dibawa oleh seseorang, maka orang tersebut harus mengeluarkan tenaga atau gaya pada tangan dan pundaknya sebesar gaya yang bisa melawan gaya berat dari batang tersebut.

$$\sum F_y = 0, \quad F_p - F_m - F_t = 0, \quad F_p = F_m + F_t$$

(F_p = Gaya pundak, F_m =Gaya masa, F_t = Gaya tangan)

Sebagai contoh lainnya, terdapat sebuah konstruksi meja yang menerima beban orang yang duduk diatasnya.



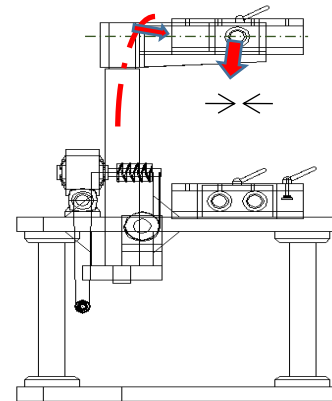
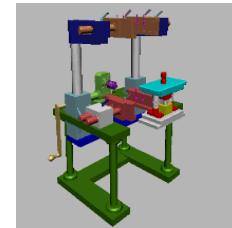
Berat orang tersebut ditahan oleh kaki meja yang terbuat dari pipa *hollow* dengan dimensi tertentu.

Dengan mekanika teknik dan kekuatan material maka kita bisa mengontrol kekuatan dari kaki meja tersebut. Tegangan yang terjadi pada pipa *hollow* tersebut harus lebih kecil dibanding tegangan yang diizinkan.

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} < \sigma_{\text{yang diizinkan}}$$

Sebagai contoh terakhir, alat penepat perkakas cetak tekan (*Die-Spot*), alat tersebut akan berfungsi dengan baik apabila penyimpangan/*defleksi* yang terjadi pada tiang yang menerima beban dari beratnya perkakas cetak tekan (*Presstool*) tidak melebihi defleksi yang diizinkan dan tegangan bengkok yang terjadi juga tidak melebihi tegangan bengkok yang diizinkan.

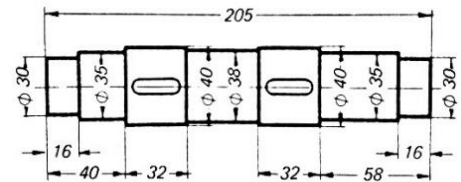
Dalam ilmu kekuatan material, beberapa tahapan akan dipelajari mulai dari pembebanan yang diberikan, gaya dalam dan tegangan yang terjadi, jenis dan kasus pembebanan sampai menentukan tegangan yang diizinkan sehingga kita akan dapat menentukan jenis material dan dimensi yang tepat juga bisa mengontrol kekuatan suatu konstruksi mekanik yang kita rancang.



Die Spot (Alat Setting Presstool/Moulding)

1.1 KEGUNAAN ILMU KEKUATAN MATERIAL

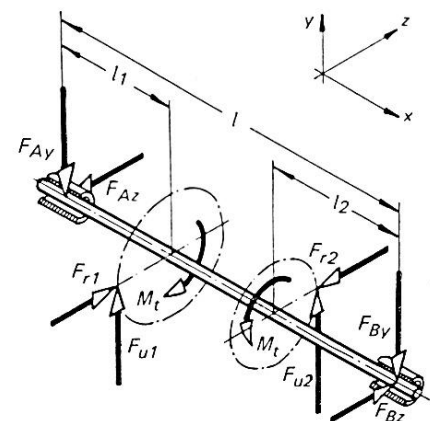
Dalam sebuah konstruksi, beban yang diberikan akan ditahan oleh semua komponen konstruksi, setiap komponen akan terjadi gaya dalam yang ditahan oleh penampang potong komponen tersebut sehingga mengakibatkan terjadinya tegangan. Komponen akan kuat apabila tegangan yang terjadi berada dibawah tegangan yang diizinkan, dimana tegangan yang diizinkan sangat tergantung dari material yang dipilih dan faktor keamanan yang ditentukan berdasarkan kasus pembebanan baik pembebanan statis atau dinamis



Gambar Kerja Poros Transmisi

Contoh, sebuah poros pada konstruksi elemen transmisi, menerima gaya keliling F_u dan gaya radial F_r dari roda gigi yang di tahan di tumpuan A dan B F_A dan F_B , yang diuraikan menjadi F_{Ay} , F_{Az} dan F_{By} , F_{Bz} .

Gaya keliling dengan jarak jari-jari roda gigi ke sumbu poros akan mengakibatkan momen puntir sepanjang poros sebesar $F_r \times r$, dan dengan adanya jarak l , l_1 , l_2 maka terjadi momen bengkok pada poros tersebut dengan harga bervariasi dari nol hingga maksimal.

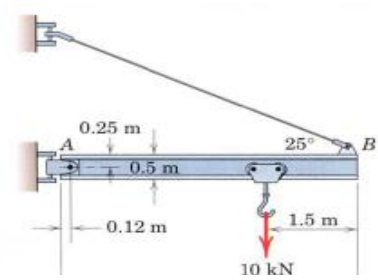


DBB Pembebanan pada poros

Dengan demikian melalui Ilmu Kekuatan Material kita dapat menelusuri mulai dari beban yang diberikan hingga mencari tegangan yang terjadi pada setiap penampang kritis sehingga bisa menentukan material yang sesuai dan dimensi yang optimal.

1.2 . FUNGSI ILMU KEKUATAN MATERIAL

Untuk mempertanggung jawabkan sebuah konstruksi yang menerima beban bisa dilengkapi dengan perhitungan kekuatan material hingga dinyatakan kuat, dimana beban yang diberikan, material yang dipakai dan dimensi yang ditentukan berhubungan satu sama lain



Jadi fungsi dari ilmu kekuatan material adalah :

- Menentukan **DIMENSI** optimal, apabila beban dan material diketahui/ditentukan
- Menentukan **BEBAN** maksimum, apabila material dan dimensi diketahui/ditentukan
- Menentukan **MATERIAL** yang sesuai/cocok, apabila beban dan dimensi diketahui/ditentukan
- **Mengontrol KEKUATAN** apabila Beban, Dimensi dan Material diketahui, dengan membandingkan tegangan yang terjadi terhadap tegangan yang diizinkan.

Sebuah alat angkat putar mengangkat beban sebesar 1 ton, beban ditahan oleh batang lengan profil I dan tali sling,

Pada batang lengan akan terjadi beban bengkak dan tekan sementara pada tali hanya terjadi beban tarik, beban yang terjadi pada batang dan tali akan ditahan oleh penampang batang dan tali sehingga mengakibatkan tegangan, agar konstruksi kuat maka tegangan yang terjadi tidak boleh melebihi tegangan yang diizinkan.

CONTOH

Sebuah batang silinder ditarik dengan gaya sebesar F , maka pada penampang potong batang akan terjadi tegangan tarik

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \leq \sigma_{izin} = \frac{R_e}{S_f}$$

- Apabila **BEBAN** dan **MATERIAL** diketahui, kita cari **DIMENSI** optimal

$$A \geq \frac{F}{\sigma_{izin}}$$

- Apabila **MATERIAL** dan **DIMENSI** diketahui, kita hitung **BEBAN** maksimal

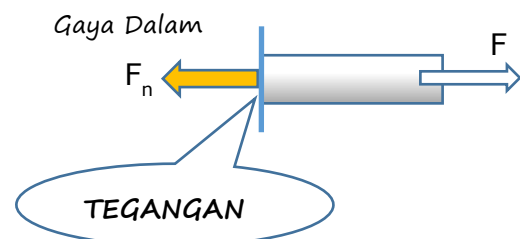
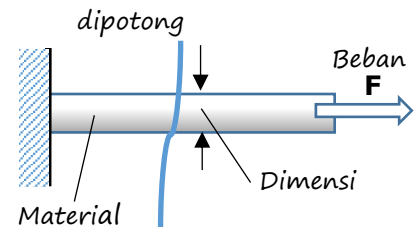
$$F_{max.} \geq A \cdot \sigma_{izin}$$

- Apabila **BEBAN** dan **DIMENSI** diketahui, kita tentukan **MATERIAL** yang tepat

$$R_e \geq \frac{S_f \cdot F}{A} \quad \text{Re lihat di tabel material, ambil sama dengan atau yang lebih besar}$$

- Apabila **BEBAN**, **MATERIAL** dan **DIMENSI** diketahui, kita **KONTROL** kekuatannya

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \leq \sigma_{izin}$$

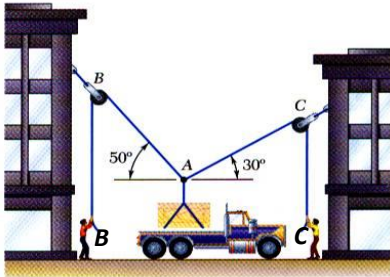


SOAL-SOAL LATIHAN

Sebelum masuk ke perhitungan *kekuatan material* seringkali kita diminta untuk menyelesaikan persoalan dengan mendefinisikan gaya luar yang diberikan dan mencari besarnya gaya dalam atau momen yang terjadi pada setiap elemen konstruksi dengan bantuan mekanika teknik.

Untuk mengulas kembali pemahaman tentang mekanika teknik, kerjakan latihan soal-soal berikut.

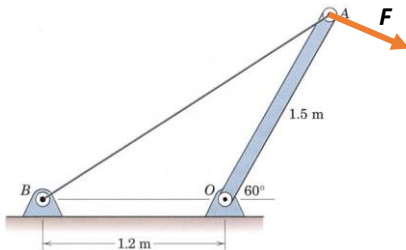
1. Tali pengangkat barang



Sebuah peti kemas dengan berat 500 kg diangkat oleh B dan C menggunakan tali baja (*sling*) dengan posisi sudut 50° terhadap B dan 30° terhadap C.

- Hitung besar gaya yang harus dikeluarkan oleh B dan C !

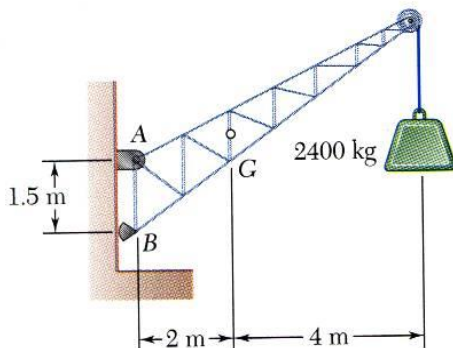
2. Tiang Penyangga



Sebuah tiang yang terbuat dari batang AO dan tali AB menerima gaya tegak lurus sumbu batang sebesar 10 kN seperti gambar disamping.

- Hitung besar gaya yang ada pada batang dan tali !

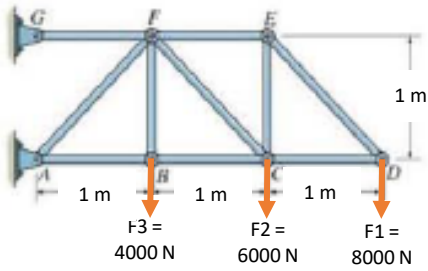
3. Struktur Rangka Alat Angkat



Konstruksi Rangka Alat Angkat (*Crane*) mengangkat beban sebesar $W = 2400$ kg, berat rangka G sekitar 1000 kg. Konstruksi ditumpu *fix* di A dan ditumpu *bebas* di B

- Tentukan gaya reaksi di tumpuan A dan B secara analitis dan grafis!

4. Rangka Atap Podium



Struktur konstruksi rangka podium seperti tergambar menerima gaya sebesar :

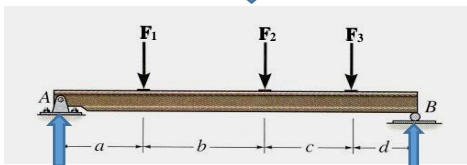
$F_1 = 8.000 \text{ N}$, $F_2 = 6.000 \text{ N}$ dan $F_3 = 4.000 \text{ N}$,

- Hitung gaya di tumpuan A, tumpuan B dan gaya pada seluruh batang yang ada dengan cara grafis CREMONA.
- Hitung gaya batang AB dengan cara analitis RITTER.

5. Batang Penyangga



DBB



Sebuah Batang Penyangga yang terbuat dari Profil INP 100, menerima gaya

$F_1 = 600 \text{ N}$, $F_2 = 800 \text{ N}$ dan $F_3 = 400 \text{ N}$,

dengan jarak :

$a = 1 \text{ m}$, $b = 1,5 \text{ m}$, $c = 1,2 \text{ m}$, $d = 0,8 \text{ m}$

- Hitung gaya di tumpuan A dan tumpuan B !
- Hitung momen bengkok yang terjadi pada batang profil!