

MEKANIKA TEKNIK

Soal dan Jawaban

Riyan Ariyansah, S.T., M.T.
Alfian Ady Saputra, S.T., M.T.
Ir. Pungkas Prayitno, S.St.Pi., M.T.



MEKANIKA TEKNIK

Soal dan Jawaban

UU No 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat ciptaan dan/atau produk hak terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. penggunaan ciptaan dan/atau produk hak terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. penggunaan ciptaan dan/atau produk hak terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan fonogram yang telah dilakukan pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu ciptaan dan/atau produk hak terkait dapat digunakan tanpa izin pelaku pertunjukan, produser fonogram, atau lembaga penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

MEKANIKA TEKNIK

Soal dan Jawaban

Riyan Ariyansah, S.T., M.T.

Alfian Ady Saputra, S.T., M.T.

Ir. Pungkas Prayitno, S.St.Pi., M.T.



MEKANIKA TEKNIK Soal dan Jawaban

Penulis:

Riyan Ariyansah, S.T., M.T.

Alfian Ady Saputra, S.T., M.T.

Ir. Pungkas Prayitno, S.St.Pi., M.T.

Editor:

Oktarina Heriyani, S.Si., M.T.

Desainer:

Tim Mafy

Sumber Gambar Cover:

www.freepik.com

Ukuran:

viii, 84 hlm., 17.6 cm x 25 cm

ISBN: 978-623-8390-05-2

Cetakan Pertama:

Agustus 2023

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang. Dilarang menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA

ANGGOTA IKAPI 041/SBA/2023

Kota Solok, Sumatera Barat, Kode Pos 27312

Kontak: 081374311814

Website: www.penerbitmafy.com

E-mail: penerbitmafy@gmail.com

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| PRAKATA | vii |
| BAB 1 Resultan Gaya | 1 |
| BAB 2 Momen | 3 |
| BAB 3 Keseimbangan Benda Tegar Dua Dimensi..... | 6 |
| BAB 4 Gaya Terpusat (Terkonsentrasi) dan Terdistribusi (Tersebar)..... | 10 |
| BAB Menggambar Diagram Gaya Geser (V) dan Momen Lentur (M)..... | 17 |
| BAB 6 Rangka Batang (Truss)..... | 24 |
| BAB 7 Rangka dan Mesin | 28 |
| BAB 8 Keseimbangan Benda Tegar dalam Tiga Dimensi | 33 |
| BAB 9 Defleksi Balok (δ)..... | 37 |
| BAB 10 Kolom | 41 |
| BAB 11 Tegangan Normal | 45 |
| BAB 12 Silinder Berdinding Tipis | 57 |
| BAB 13 Tegangan Termis..... | 59 |
| BAB 14 Torsi | 61 |
| BAB 15 Diagram Gaya Geser (V) dan Momen Lentur (M)..... | 65 |
| BAB 16 Beban Bergerak | 68 |
| BAB 17 Tegangan Pada Balok..... | 70 |
| BAB 18 Tegangan Gabungan..... | 74 |
| BAB 19 Menghitung Propil Tersusun..... | 76 |
| DAFTAR PUSTAKA | 81 |
| PROFIL PENULIS..... | 83 |

PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang atas kuasa-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan Penyusunan Buku Mekanika Teknik Soal dan Jawaban.

Buku Mekanika Teknik (Saol dan Jawaban) membahas kasus tentang Mekanika teknik dari Statis dan Mekanika kekuatan Matrial antara lain pembahasan tentang soal-soal mengenai Resultan Gaya baik Metode Analisis dan grafis, Momen, Konsep Keseimbangan Benda tegar 2 Dimensi dan 3 Dimensi, Rangka Batang (Truss), Rangka dan Mesin (Frem), Defleksi, Balok, Momen Lentur dan Gaya Geser, Kolom, Tegangan Normal, Tegangan Pada Balok, Tegangan Termis, Silinder Berdinding Tipis, Torsi, Beban Bergerak, Tegangan Gabungan dan Momen Inersia Pada Profil Tersusun.

Buku ini dibuat dengan harapan supaya mahasiswa dapat memahami soal soal pada mata kuliah mekanika teknik dan mampu mengaplikasikannya pada dunia kerja atau industry.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih ada kekurangan dan oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak, sehingga dapat diperbaiki dikemudian hari. Untuk semuanya penulis mengucapkan banyak terima kasih.

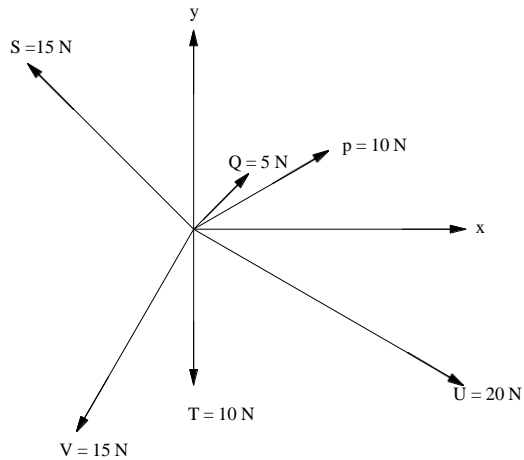
Bekasi, September 2023

Penulis

BAB I

RESULTAN GAYA

Carilah resultan gaya di bawah ini secara analisa dan secara grafis:



Jawab:

$$F_{Py} = 10 \text{ N} \times \sin 30^\circ = 5 \text{ N} , F_{Px} = 10 \text{ N} \times \cos 30^\circ = 8,66 \text{ N}$$

$$F_{Qy} = 5 \text{ N} \times \sin 45^\circ = 3,54 \text{ N} , F_{Qx} = 5 \text{ N} \times \cos 45^\circ = 3,54 \text{ N}$$

$$F_{Sy} = 15 \text{ N} \times \sin 135^\circ = 10,61 \text{ N} , F_{Sx} = 15 \text{ N} \times \cos 135^\circ = -10,61 \text{ N}$$

$$F_{Vy} = 15 \text{ N} \times \sin 240^\circ = -12,99 \text{ N} , F_{Vx} = 15 \text{ N} \times \cos 240^\circ = -7,5 \text{ N}$$

$$F_{Ty} = 10 \text{ N} \times \sin 270^\circ = -10 \text{ N} , F_{Tx} = 10 \text{ N} \times \cos 270^\circ = 0 \text{ N}$$

$$F_{Uy} = 20 \text{ N} \times \sin 330^\circ = -10 \text{ N} , F_{Ux} = 20 \text{ N} \times \cos 330^\circ = 17,32 \text{ N}$$

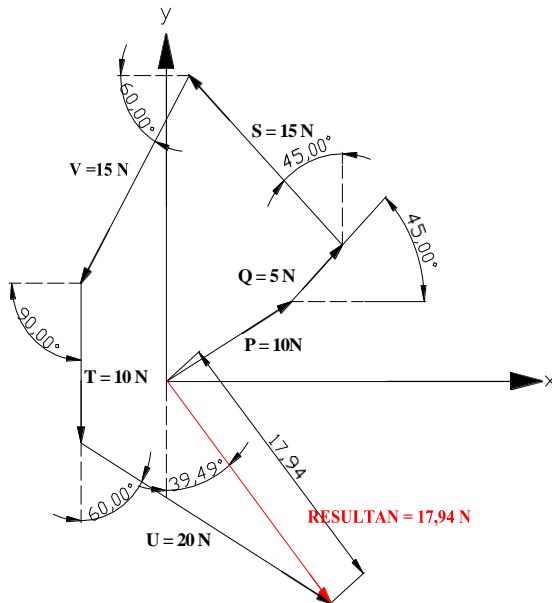
$$\begin{aligned} R_{y\text{total}} &= R_{Py} + R_{Qy} + R_{Sy} + R_{Vy} + R_{Ty} + R_{Uy} \\ &= 5 \text{ N} + 3,54 \text{ N} + 10,61 + (-12,99) + (-10) + (-10) \\ &= -13,84 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{x\text{total}} &= R_{Px} + R_{Qx} + R_{Sx} + R_{Vx} + R_{Tx} + R_{Ux} \\ &= 8,66\text{N} + 3,54 \text{ N} + (-10,61) \text{ N} + (-7,5) \text{ N} + 0 \text{ N} + 17,32 \text{ N} \\ &= 11,41 \text{ N} \end{aligned}$$

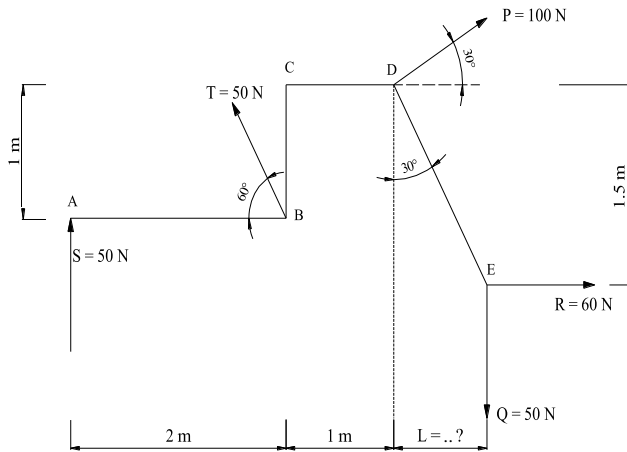
$$\begin{aligned} R &= \sqrt{F_y^2 + F_x^2} \\ &= \sqrt{(-13,84)^2 \text{ N} + (11,41)^2 \text{ N}} \\ &= \sqrt{191,55 \text{ N} + 130,19 \text{ N}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{321,74} \text{ N} \\
 &= 17,94 \text{ N} \\
 \text{sudut } \Theta &= \text{arc tan } (R_x/R_y) \\
 &= \text{arc tan } (11,4 / -13,84) \\
 &= \text{arc tan } (-0,824) = -39,49^\circ \\
 &= -(39,49^\circ + 270^\circ) = -309,49
 \end{aligned}$$

Secara grafis :



BAB 2 MOMEN



Tentukan : M_{A+} = ?

$$M_{B+} \curvearrowright = ?$$

$$M_{C+} \curvearrowright = ?$$

$$M_{D+} \curvearrowright = ?$$

$$M_{E+} \curvearrowright = ?$$

Jawab :

Pada gaya T diubah menjadi komponen x dan y :

$$T_x = 50 \text{ N} \cdot \cos 60^\circ = 25 \text{ N}$$

$$T_y = 50 \text{ N} \cdot \sin 60^\circ = 43,3 \text{ N}$$

Pada gaya P komponen x dan y :

$$P_x = 100 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ = 86,6 \text{ N}$$

$$P_y = 100 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ = 50 \text{ N}$$

Untuk panjang L :

$$\tan 30^\circ = \frac{L}{1,5}$$

$$\begin{aligned} L &= 1,5 \cdot \tan 30^\circ \\ &= 1,5 \cdot 0,57 \\ &= 0,8 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} M_{A+} \curvearrowright &= S \cdot 0 + T_x \cdot 0 + T_y \cdot 2\text{m} + P_x \cdot 1\text{m} + P_y \cdot 3\text{m} + R \cdot 0,5 + Q \cdot 3,8\text{m} \\ &= 0 + 25 \text{ N} \cdot 0 + 43,3 \text{ N} \cdot 2\text{m} + (-86,6 \text{ N} \cdot 1\text{m}) + 50 \text{ N} \cdot 3\text{m} + 60 \text{ N} \cdot 0,5\text{m} + \\ &(-50 \text{ N} \cdot 3,8\text{m}) \\ &= 0 + 0 + 86,6 - 86,6 + 150 + 30 - 190 \\ &= -10 \text{ Nm} = 10 \text{ Nm} \curvearrowright \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{B+} \curvearrowright &= (-S \cdot 2\text{m}) + T_x \cdot 0 + T_y \cdot 0 + (-P_x \cdot 1\text{m}) + P_y \cdot 1\text{m} + R \cdot 0,5\text{m} + \\ &(-Q \cdot 1,8\text{m}) \\ &= -50\text{N} \cdot 2\text{m} + 25\text{N} \cdot 0 + 43,3\text{N} \cdot 0 + (-86,6\text{N} \cdot 1\text{m}) + 50\text{N} \cdot 1\text{m} + \\ &60\text{N} \cdot 0,5\text{m} + (-50 \cdot 1,8\text{m}) \\ &= (-100) + 0 + 0 - 86,6 + 50 + 30 - 90 \\ &= -196,6 \text{ Nm} = 196,6 \text{ Nm} \curvearrowright \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{C+} \curvearrowright &= -S \cdot 2\text{m} + (-T_x \cdot 1\text{m}) + T_y \cdot 0 + P_x \cdot 0 + P_y \cdot 1\text{m} + R \cdot 1,5\text{m} + \\ &(-Q \cdot 1,8\text{m}) \\ &= -50\text{N} \cdot 2\text{m} + (-25 \cdot 1\text{m}) + 43,3\text{N} \cdot 0 + 86,6\text{N} \cdot 0 + 50\text{N} \cdot 1\text{m} + \\ &60\text{N} \cdot 1,5\text{m} + (-50\text{N} \cdot 1,8\text{m}) \\ &= (-100) - 25 + 0 + 0 + 50 + 90 - 90 \\ &= -75 \text{ Nm} = 75 \text{ Nm} \curvearrowright \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{D+} \curvearrowright &= (-S \cdot 3\text{m}) + (-T_x \cdot 1\text{m}) + (-T_y \cdot 1\text{m}) + P_x \cdot 0 + P_y \cdot 0 + R \cdot 1,5\text{m} + \\ &(-Q \cdot 0,8\text{m}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= -50\text{N} \cdot 3\text{m} + (-25\text{N} \cdot 1\text{m}) + (-43,3\text{N} \cdot 1\text{m}) + 86,6\text{N} \cdot 0 + \\
&50\text{N} \cdot 0 + 60\text{N} \cdot 1,5\text{m} + (-50 \cdot 0,8) \\
&= (-150) - 25 - 43,3 + 0 + 0 + 90 - 40 \\
&= -168,3 \text{ Nm} = 168,3 \text{ Nm} \curvearrowright
\end{aligned}$$

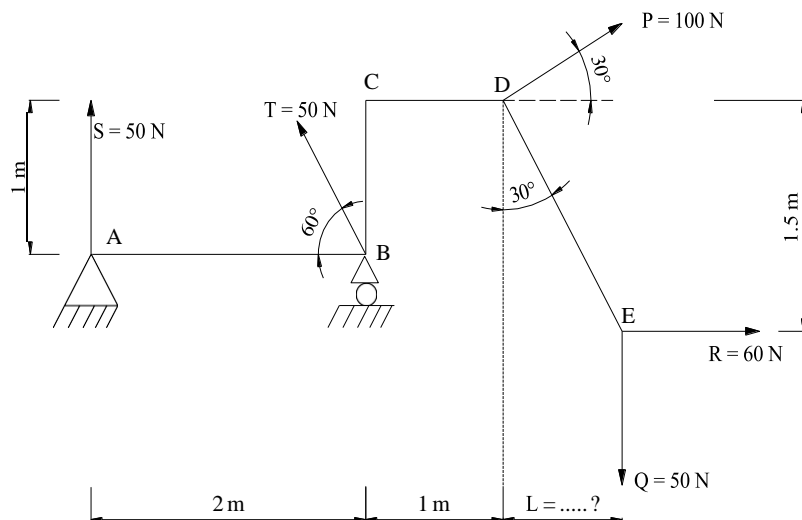
$$\begin{aligned}
M_{E+} \uparrow &= (-S \cdot 3,8\text{m}) + T_x \cdot 0,5\text{m} + (-T_y \cdot 1,8\text{m}) + (-P_x \cdot 1,5\text{m}) + \\
&(-P_y \cdot 0,8\text{m}) + R \cdot 0 + Q \cdot 0 \\
&= -50\text{N} \cdot 3,8\text{m} + 25\text{N} \cdot 0,5\text{m} + (-43,3\text{N} \cdot 1,8\text{m}) + (-86,6\text{N} \cdot 1,5) + \\
&(-50\text{N} \cdot 0,8\text{m}) + 60\text{N} \cdot 0 + 50\text{N} \cdot 0 \\
&= (-190) + 12,5 - 77,9 - 129,9 - 40 + 0 + 0 \\
&= -425,3 \text{ Nm} = 425,3 \text{ Nm} \curvearrowright
\end{aligned}$$

BAB 3

KESETIMBANGAN BENDA TEGAR

DUA DIMENSI

Hitung reaksi tumpuan pada gambar di bawah:



Jawab :

Pada gaya T diubah menjadi komponen x dan y :

$$T_x = 50 \text{ N} \cdot \cos 60^\circ = -25 \text{ N}$$

$$T_y = 50 \text{ N} \cdot \sin 60^\circ = 43,3 \text{ N}$$

Pada gaya P komponen x dan y :

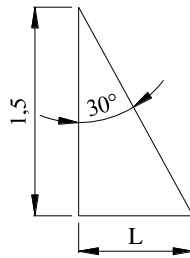
$$P_x = 100 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ = 86,6 \text{ N}$$

$$P_y = 100 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ = 50 \text{ N}$$

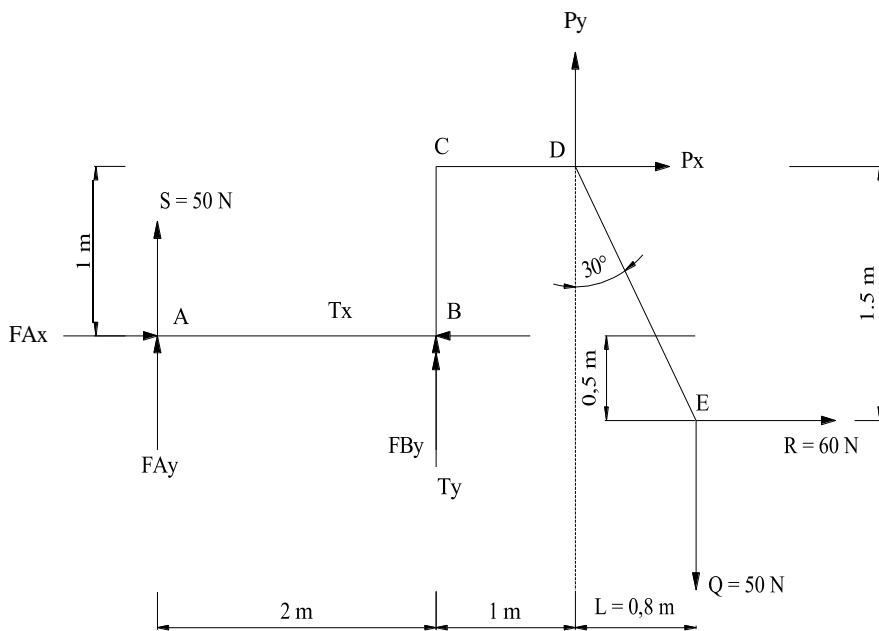
Untuk panjang L :

$$\tan 30^\circ = \frac{L}{1,5}$$

$$\begin{aligned} L &= 1,5 \cdot \tan 30^\circ \\ &= 1,5 \cdot 0,57 \\ &= 0,8 \text{ m} \end{aligned}$$



Maka gambar free body diagramnya :



Maka tumpuan di titik A dan B adalah

Syarat kesetimbangan:

$$\sum \vec{F}_x = 0$$

$$FAx - Tx + Px + R = 0$$

$$\begin{aligned}
 F_{Ax} &= T_x - P_x - R \\
 &= 25\text{N} - 86,6\text{N} - 60\text{N} \\
 &= -121,6\text{ N} \\
 &= 121,6\text{ N} \leftarrow
 \end{aligned}$$

Syarat kesetimbangan :

$$\sum F_y \uparrow = 0$$

$$\begin{aligned}
 F_{Ay} + S + F_{By} + T_y + P_y - Q &= 0 \\
 F_{Ay} + F_{By} &= Q - S - T_y - P_y \\
 F_{Ay} + F_{By} &= 50\text{N} - 50\text{N} - 43,3\text{N} - 50\text{N} \\
 &= -93,3\text{ N} \\
 &= 93,3\text{ N} \downarrow
 \end{aligned}$$

$$\sum M_A \curvearrowright = 0$$

$$F_{Ax} \cdot 0 + F_{Ay} \cdot 0 + S \cdot 0 + T_x \cdot 0 + T_y \cdot 2\text{m} + F_{By} \cdot 2\text{m} + (-P_x \cdot 1\text{m}) + P_y \cdot 3\text{m} + R \cdot 0,5\text{m} + (-Q \cdot 3,8\text{m}) = 0$$

$$0 + 0 + 0 + 0 + 43,3\text{N} \cdot 2\text{m} + F_{By} \cdot 2\text{m} + (-86,6\text{N} \cdot 1\text{m}) + 50\text{N} \cdot 3\text{m} + 60\text{N} \cdot 0,5\text{m} + (-50\text{N} \cdot 3,8\text{m}) = 0$$

$$0 + 0 + 0 + 0 + 86,6\text{Nm} + F_{By} \cdot 2\text{m} + (-86,6\text{Nm}) + 150\text{Nm} + 30\text{Nm} + (-190\text{Nm}) = 0$$

$$F_{By} \cdot 2\text{m} - 10\text{Nm} = 0$$

$$F_{By} = \frac{10\text{Nm}}{2\text{m}}$$

$$F_{By} = 5\text{ N} \uparrow$$

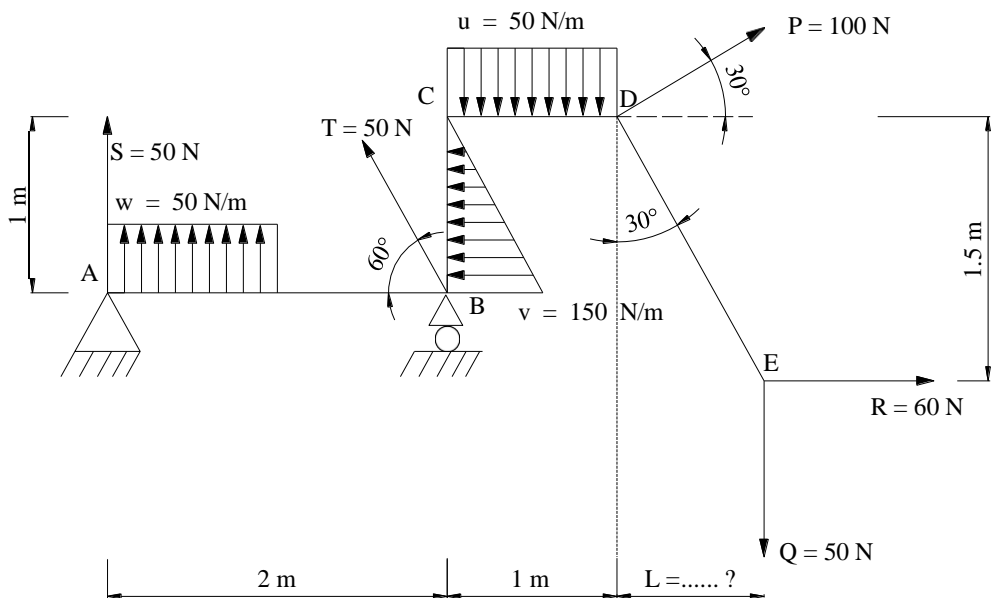
$$F_{Ay} + F_{By} = -93,3\text{ N}$$

$$F_{Ay} + 5\text{ N} = -93,3\text{ N}$$

$$\begin{aligned} F_{Ay} &= -93,3 \text{ N} - 5 \text{ N} \\ &= -98,3 \text{ N} \\ &= 98,3 \text{ N} \downarrow \end{aligned}$$

BAB 4

GAYA TERPUSAT (TERKONSENTRASI) DAN TERDISTRIBUSI (TERSEBAR)



Jawab :

Pada gaya T diubah menjadi komponen x dan y :

$$T_x = 50 \text{ N} \cdot \cos 60^\circ = -25 \text{ N}$$

$$T_y = 50 \text{ N} \cdot \sin 60^\circ = 43,3 \text{ N}$$

Pada gaya P komponen x dan y :

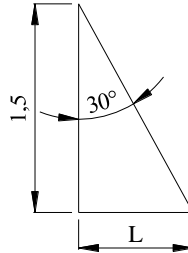
$$P_x = 100 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ = 86,6 \text{ N}$$

$$P_y = 100 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ = 50 \text{ N}$$

Untuk panjang L :

$$\tan 30^\circ = \frac{L}{1,5}$$

$$\begin{aligned} L &= 1,5 \cdot \tan 30^\circ \\ &= 1,5 \cdot 0,57 \\ &= 0,8 \text{ m} \end{aligned}$$



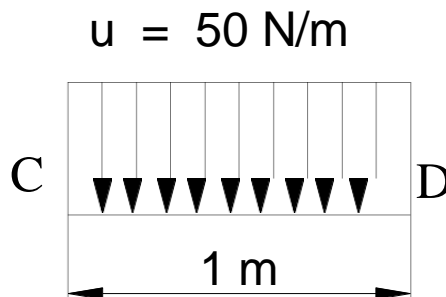
Maka gambar free body diagramnya :

Untuk gaya – gaya yang terdistribusi diubah terlebih dahulu menjadi gaya terpusat

Untuk gaya $u = 50 \text{ N}$

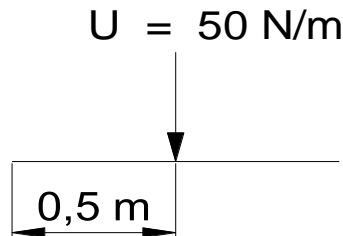
Besar gaya terpusat adalah luas model gaya terdistribusi, karena pada gaya $u = 50 \text{ N}$ model gayanya adalah persegi panjang maka besarnya gaya terpusat :

$$\begin{aligned} U &= 50 \text{ N/m} \cdot 1 \text{ m} \\ &= 50 \text{ N} \end{aligned}$$



Gaya terdistribusi

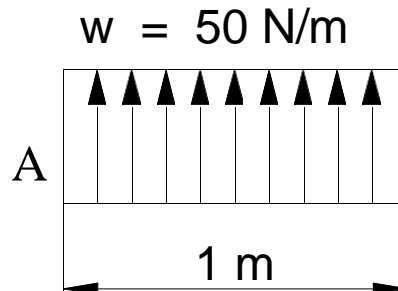
Sedangkan untuk jarak gayanya adalah $\frac{1}{2}$ panjang sisinya yaitu 0,5 m , maka gambar free body diagramnya :



Gaya terpusat

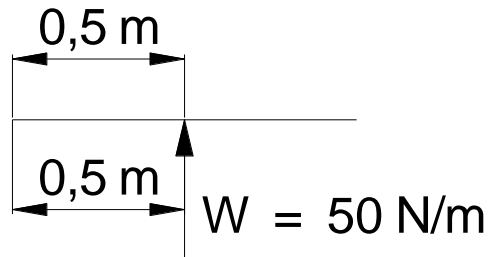
Maka untuk besar gaya terpusat di $w = 50 \text{ N/m}$

$$\begin{aligned} W &= 50 \text{ N/m} \cdot 1 \text{ m} \\ &= 50 \text{ N} \end{aligned}$$



Gaya terdistribusi

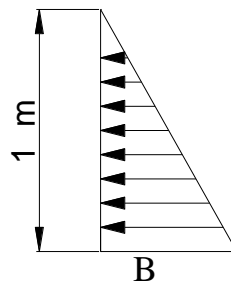
Maka gambar free diagram bodynya :



Gaya terpusat

sedangkan untuk gaya $v = 150 \text{ N/m}$ besar gaya terpusatnya adalah :
karena model gayanya adalah segi tiga maka luas mudel gaya :

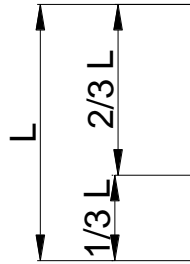
$$\begin{aligned} V &= \frac{150 \text{ N/m} \cdot 1\text{m}}{2} \\ &= 75 \text{ N} \end{aligned}$$



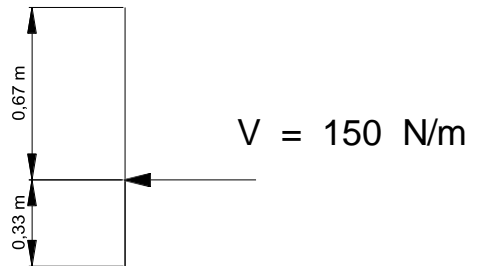
$$v = 150 \text{ N/m}$$

Gaya terdistribusi

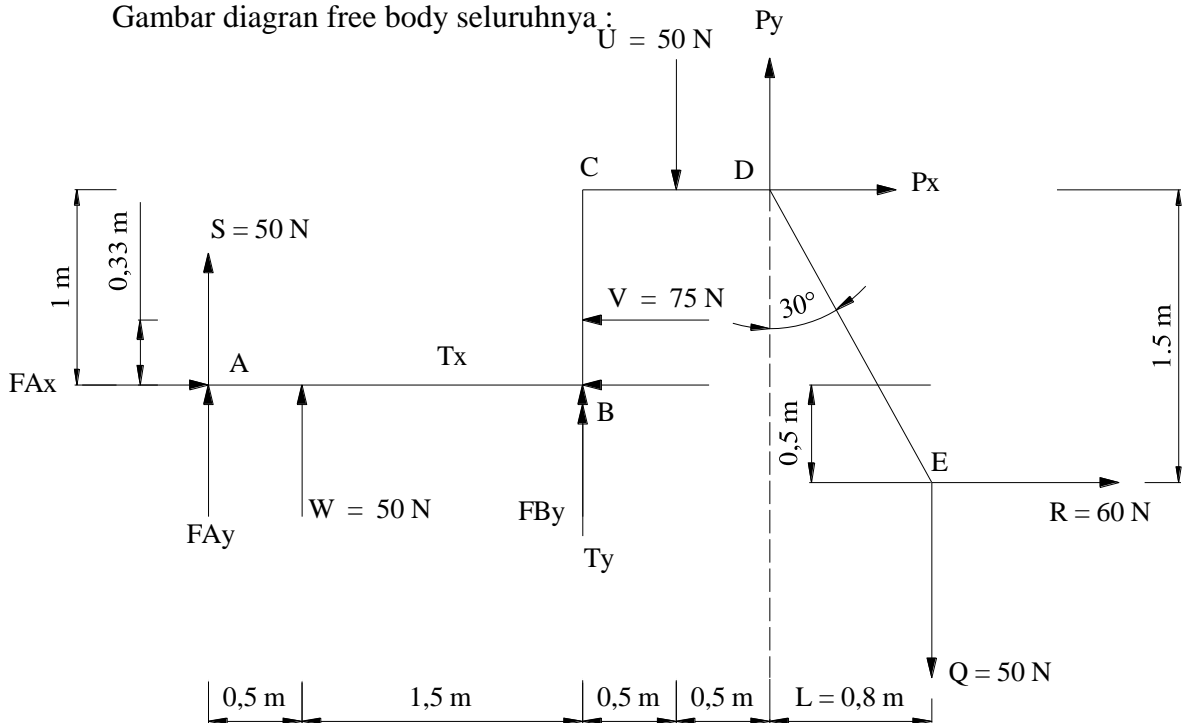
Untuk jarak gaya terpusatnya adalah :



Maka gambar fre diagram bodynya :



Gambar diagra free body seluruhnya :



Maka tumpuan di titik A dan B adalah

Syarat kesetimbangan:

$$\begin{aligned} \sum F_x \rightarrow &= 0 \\ F_{Ax} - T_x - V + P_x + R &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{Ax} &= T_x + V - P_x - R \\ &= 25\text{N} + 75 - 86,6\text{N} - 60\text{N} \\ &= -46,6\text{ N} \\ &= 46,6\text{ N} \quad \leftarrow \end{aligned}$$

Syarat kesetimbangan :

$$\sum F_y \uparrow = 0$$

$$\begin{aligned} F_{Ay} + S + W + F_{By} + T_y - U + P_y - Q &= 0 \\ F_{Ay} + F_{By} &= Q + U - W - S - T_y - P_y \\ F_{Ay} + F_{By} &= 50\text{N} + 50\text{N} - 50\text{N} - 50\text{N} - 43,3\text{N} - 50\text{N} \\ &= -93,3\text{ N} \\ &= 93,3\text{ N} \quad \downarrow \end{aligned}$$

$$\sum M_{A+} \curvearrowright = 0$$

$$\begin{aligned} F_{Ax} \cdot 0 + F_{Ay} \cdot 0 + S \cdot 0 + W \cdot 0,5\text{m} + T_x \cdot 0 + T_y \cdot 2\text{m} + V \cdot 0,33\text{m} + \\ F_{By} \cdot 2\text{m} + (-U \cdot 2,5\text{m}) + (-P_x \cdot 1\text{m}) + P_y \cdot 3\text{m} + R \cdot 0,5\text{m} + \\ (-Q \cdot 3,8\text{m}) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0 + 0 + 0 + 50\text{ N} \cdot 0,5\text{m} + 0 + 43,3\text{N} \cdot 2\text{m} + 75\text{ N} \cdot 0,33\text{m} + \\ F_{By} \cdot 2\text{m} + (-50\text{ N} \cdot 2,5\text{m}) + (-86,6\text{N} \cdot 1\text{m}) + 50\text{N} \cdot 3\text{m} + \\ 60\text{N} \cdot 0,5\text{m} + (-50\text{N} \cdot 3,8\text{m}) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0 + 0 + 0 + 25\text{ Nm} + 0 + 86,6\text{Nm} + 24,75\text{ Nm} + F_{By} \cdot 2\text{m} + \\ (-125\text{ Nm}) + (-86,6\text{Nm}) + 150\text{Nm} + 30\text{Nm} + (-190\text{Nm}) = 0 \end{aligned}$$

$$F_{By} \cdot 2\text{m} - 164,75\text{Nm} = 0$$

$$F_{By} = \frac{-85,25\text{Nm}}{2\text{m}}$$

$$F_{By} = -42,62 \text{ N}$$

$$F_{By} = 42,62 \text{ N} \downarrow$$

$$F_{Ay} + F_{By} = -93,3 \text{ N}$$

$$F_{Ay} + 5 \text{ N} = -93,3 \text{ N}$$

$$F_{Ay} = -93,3 \text{ N} - 42,62 \text{ N}$$

$$= -50,64 \text{ N}$$

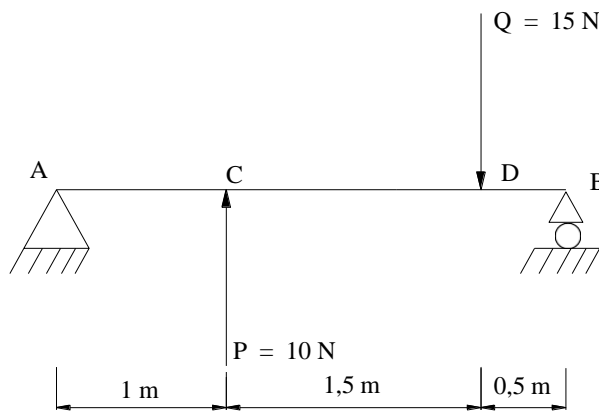
$$= 50,64 \text{ N} \downarrow$$

BAB 5

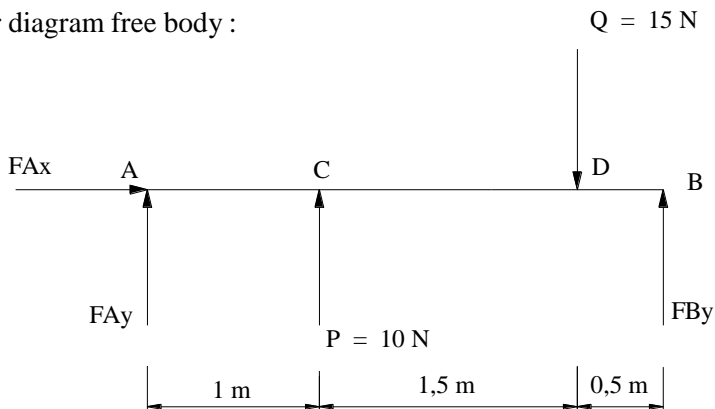
MENGGAMBAR DIAGRAM GAYA GESER (V) DAN MOMEN LENTUR (M)

1. Utuk beban terpusat

Gambar diagram gaya geser (V) dan momen lentur (M) dari gambar memon terpusat di bawah ini:



Gambar diagram free body :



Syarat kesetimbangan:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{Ay} + P - Q + F_{By} = 0$$

$$\begin{aligned} F_{Ay} + F_{By} &= Q - P \\ &= 15\text{N} - 10\text{N} \\ &= 5\text{N} \end{aligned}$$

$$\sum M_{A+} \uparrow = 0$$

$$F_{Ax} \cdot 0 + F_{Ay} \cdot 0 + P \cdot 1\text{m} - Q \cdot 2,5\text{m} + F_{By} \cdot 3\text{m} = 0$$

$$10\text{N} \cdot 1\text{m} - 15\text{N} \cdot 2,5\text{m} + F_{By} \cdot 3\text{m} = 0$$

$$10 - 37,5\text{Nm} + F_{By} = 0$$

$$F_{By} = \frac{37,5\text{Nm} - 10\text{Nm}}{3\text{m}}$$

$$F_{By} = 9,167\text{N}$$

$$F_{Ay} + F_{By} = 5\text{N}$$

$$F_{Ay} = 5\text{N} - 9,167\text{N}$$

$$= -4,167\text{N}$$

Gambar diagram gaya geser (V) dimulai dari harga x = 0 sampai 3 meter

Pada x = 0

$$\begin{aligned} V_A &= F_A \\ &= -4,167\text{N} \end{aligned}$$

Pada x = 1 m

$$\begin{aligned} V_C &= F_{Ay} + P \\ &= -4,167\text{N} + 10\text{N} \\ &= 5,833\text{N} \end{aligned}$$

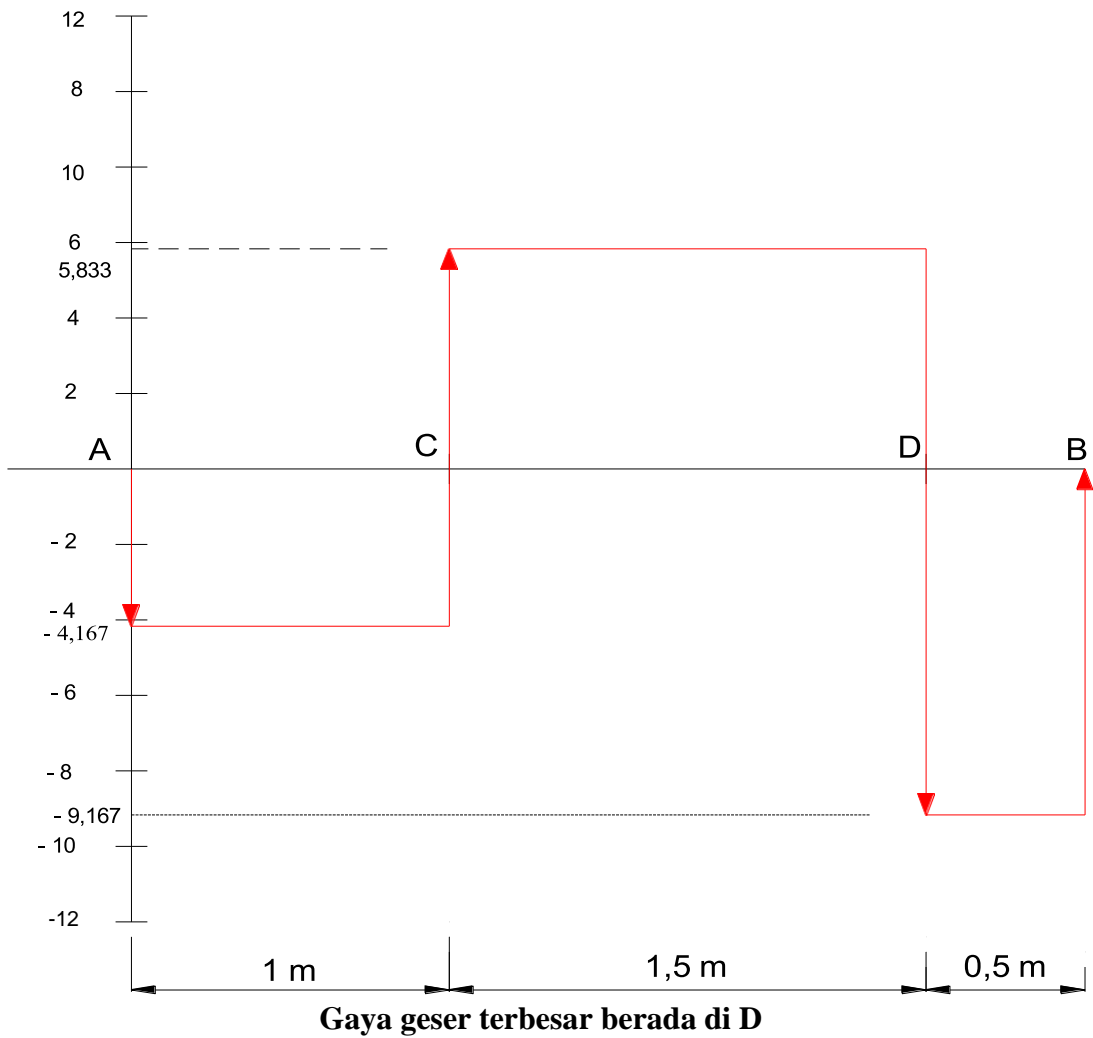
Pada x = 2,5m

$$\begin{aligned} V_D &= V_{Ay} + P - Q \\ &= -4,167\text{N} + 10\text{N} - 15\text{N} \\ &= -9,167\text{N} \end{aligned}$$

Pada $x = 3 \text{ m}$

$$\begin{aligned} V_B &= V_{Ay} + P - Q + F_{By} = 0 \\ &= -4,167 \text{ N} + 10 \text{ N} - 15 \text{ N} + 9,167 \text{ N} = 0 \end{aligned}$$

Gambar diagram gaya geser (V) :



Menggambar momen lentur dimulai dari $x = 0$ sampai 3 m :

Pada $x = 0$

$$\begin{aligned} M_{A+} &= F_{Ay} \\ &= 0 \end{aligned}$$

Pada $x = 1 \text{ m}$

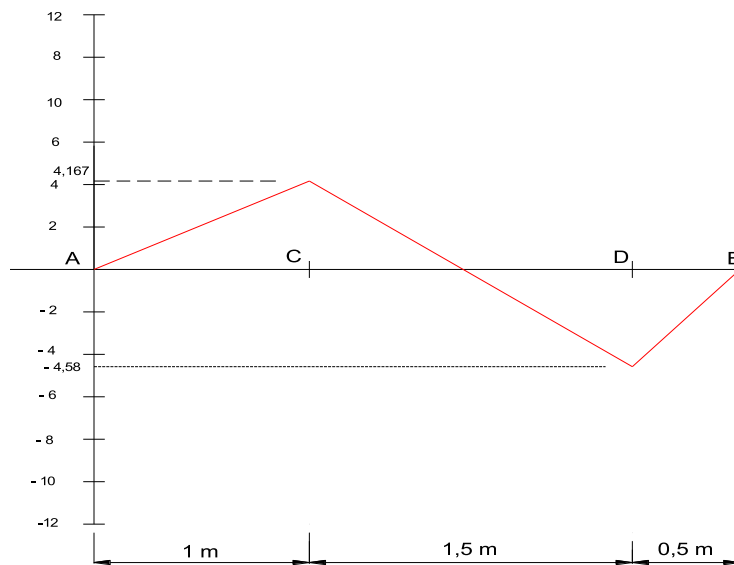
$$\begin{aligned} M_{C+} &= F_{Ay} \cdot 1 \text{ m} + P \cdot 0 \\ &= 4,167 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} + 10 \text{ N} \cdot 0 \\ &= 4,167 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Pada $x = 2,5 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_{D+} &= F_{Ay} \cdot 2,5 \text{ m} - P \cdot 1,5 \text{ m} + Q \cdot 0 \\ &= 4,167 \text{ N} \cdot 2,5 \text{ m} - 10 \text{ N} \cdot 1,5 \text{ m} + 15 \cdot 0 \\ &= 10,42 \text{ Nm} - 15 \text{ Nm} \\ &= -4,58 \text{ Nm} \end{aligned}$$

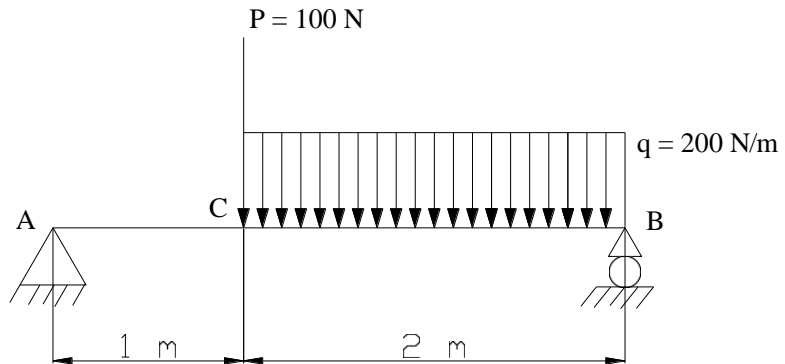
Pada $x = 3 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_{B+} &= F_{Ay} \cdot 3 \text{ m} - P \cdot 2 \text{ m} + Q \cdot 0,5 \text{ m} + F_{By} \cdot 0 \\ &= 4,167 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} - 10 \cdot 2 \text{ m} + 15 \text{ N} \cdot 0,5 \text{ m} + 9,15 \text{ N} \cdot 0 = 0 \end{aligned}$$



Momen terbesar terbesar berada di D

Gambar diagram gaya geser (v) dan diagram momen pada gambar di bawah :



Jawab :

untuk gaya terdistribusi diubah menjadi gaya terpusat

$$\begin{aligned} Q &= q \cdot 2 \text{ m} \\ &= 200 \text{ N/m} \cdot 2 \text{ m} \\ &= 400 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F_y \uparrow &= 0 \\ F_{Ay} - P - Q + F_{By} &= 0 \\ F_{Ay} + F_{By} - P - Q &= 0 \\ F_{Ay} + F_{By} - 100 \text{ N} - 400 \text{ N} &= 0 \\ F_{Ay} + F_{By} &= 500 \text{ N} \uparrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_A + \uparrow &= 0 \\ F_{Ax} \cdot 0 + F_{Ay} \cdot 0 - P \cdot 1 \text{ m} - Q \cdot 2 \text{ m} + F_{By} \cdot 3 \text{ m} &= 0 \\ 0 + 0 - 100 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} - 400 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} + F_{By} \cdot 3 \text{ m} &= 0 \\ -900 \text{ Nm} + F_{By} \cdot 3 \text{ m} &= 0 \\ F_{By} &= \frac{900 \text{ N/m}}{3 \text{ m}} \\ F_{By} &= 300 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{Ay} + F_{By} &= 500 \text{ N} \\ F_{Ay} + 300 \text{ N} &= 500 \text{ N} \end{aligned}$$

$$F_{Ay} = 500 \text{ N} - 300 \text{ N}$$

$$= 200 \text{ N}$$

Gambar diagram gaya geser (V)

Dimulai dari harga $x = 0$

Pada $x = 0$

$$V_A = F_{Ay}$$

$$= 200 \text{ N}$$

Pada $x = 1 \text{ m}$

$$V_C = F_{Ay} - P$$

$$= 200 \text{ N} - 100 \text{ N}$$

$$= 100 \text{ N}$$

Pada $x = 2 \text{ m}$

$$V_D = F_{Ay} - P - q \cdot 1 \text{ m}$$

$$= 200 \text{ N} - 100 \text{ N} - 200 \text{ N/m} \cdot 1 \text{ m}$$

$$= -100 \text{ N}$$

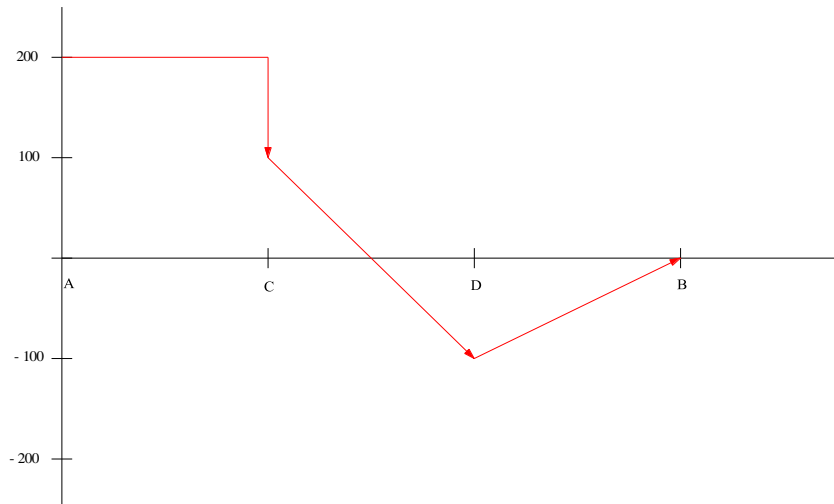
Pada $x = 3 \text{ m}$

$$V_B = F_{Ay} - P - q \cdot 2 \text{ m} + F_{By}$$

$$= 200 \text{ N} - 100 \text{ N} - 200 \text{ N/m} \cdot 2 \text{ m} + 300 \text{ N}$$

$$= 0$$

Maka gambar diagram gaya gesernya :



Gambar diagram momen :
Dimulai dari $x = 0$

Pada $x = 0$

$$M_{A+} \uparrow = F_{Ay} \cdot 0 \\ = 0$$

Pada $x = 1 \text{ m}$

$$M_{C+} \uparrow = -F_{Ay} \cdot 1 \text{ m} + P \cdot 0 + q \cdot 0 \\ = -200 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} \\ = -200 \text{ N}$$

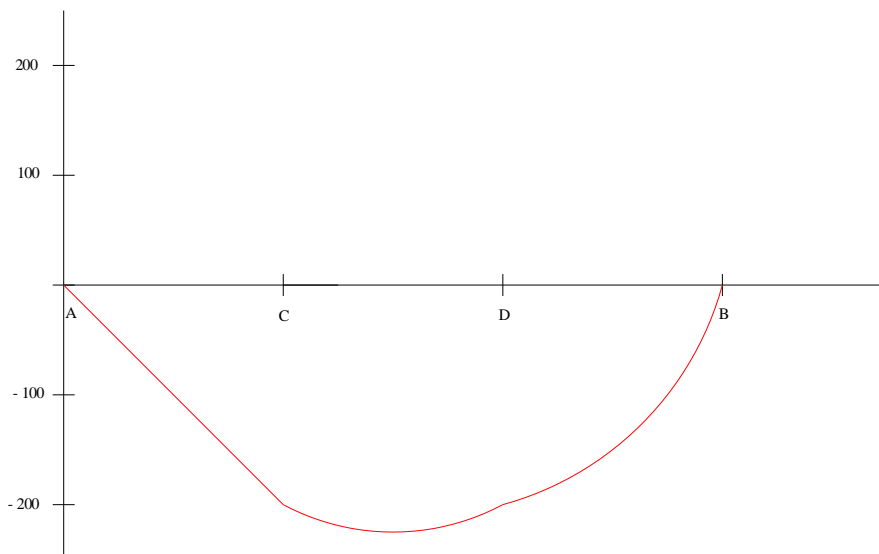
Pada $x = 2 \text{ m}$

$$M_{D+} \uparrow = -F_{Ay} \cdot 2 \text{ m} + P \cdot 1 \text{ m} + (q \cdot 1 \text{ m}) \cdot \frac{1}{2} \text{ m} \\ = -200 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} + 100 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} + (200 \text{ N/m} \cdot 1 \text{ m}) \cdot \frac{1}{2} \text{ m} \\ = -400 \text{ Nm} + 100 \text{ Nm} + 100 \text{ Nm} \\ = -200 \text{ Nm}$$

Pada $x = 3 \text{ m}$

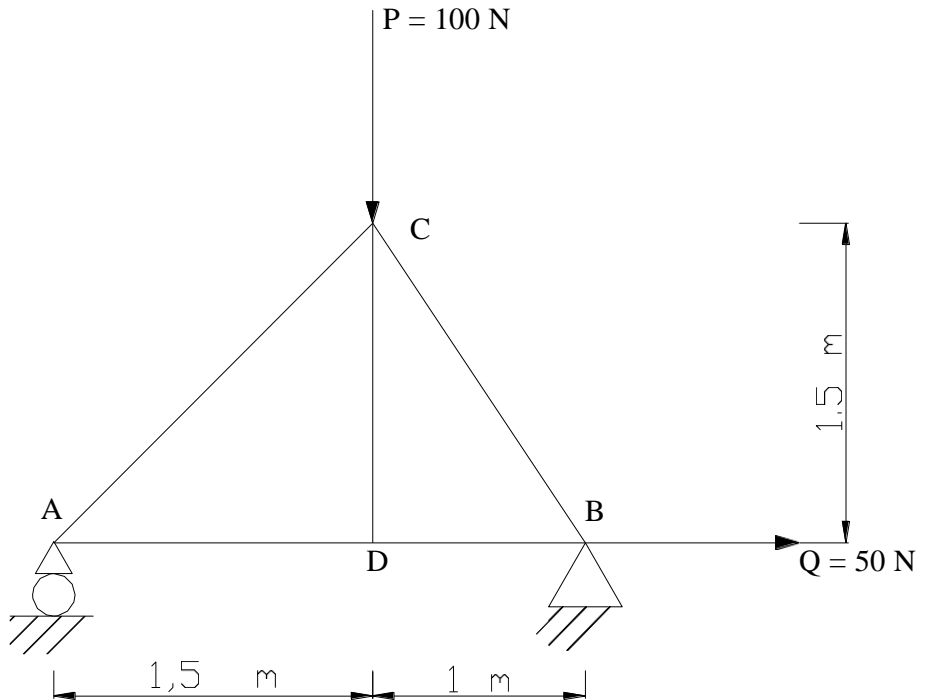
$$M_{B+} \uparrow = -F_{Ay} \cdot 3 \text{ m} + P \cdot 2 \text{ m} + (q \cdot 2 \text{ m}) \cdot 1 \text{ m} \\ = -200 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} + 100 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} + (200 \text{ N/m} \cdot 2 \text{ m}) \cdot 1 \text{ m} \\ = -600 \text{ Nm} + 200 \text{ Nm} + 400 \text{ Nm} \\ = 0$$

Maka gambar diagram momennya :



BAB 6 RANGKA BATANG (TRUSS)

Tentukan gaya – gaya batang pada gambar di bawah ini :



Jawab :

Reaksi tumpuan :

$$\Sigma F_x \rightarrow = 0$$

$$F_{Ax} + Q = 0$$

$$F_{Ax} + 50 \text{ N} = 0$$

$$F_{Ax} = - 50 \text{ N}$$

$$F_{Ax} = 50 \text{ N} \leftarrow$$

$$\Sigma f_y \uparrow = 0$$

$$F_{Ay} - P + F_{By} = 0$$

$$F_{Ay} - 100 \text{ N} + F_{By} = 0$$

$$F_{Ay} + F_{By} = 100 \text{ N} \uparrow$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$-P \cdot 1,5 \text{ m} + F_{By} \cdot 2,5 \text{ m} = 0$$

$$-100 \text{ N} \cdot 1,5 \text{ m} + F_{By} \cdot 2,5 \text{ m} = 0$$

$$F_{By} \cdot 2,5 \text{ m} = 150 \text{ Nm}$$

$$F_{By} = \frac{150 \text{ Nm}}{2,5 \text{ Nm}}$$

$$F_{By} = 60 \text{ N}$$

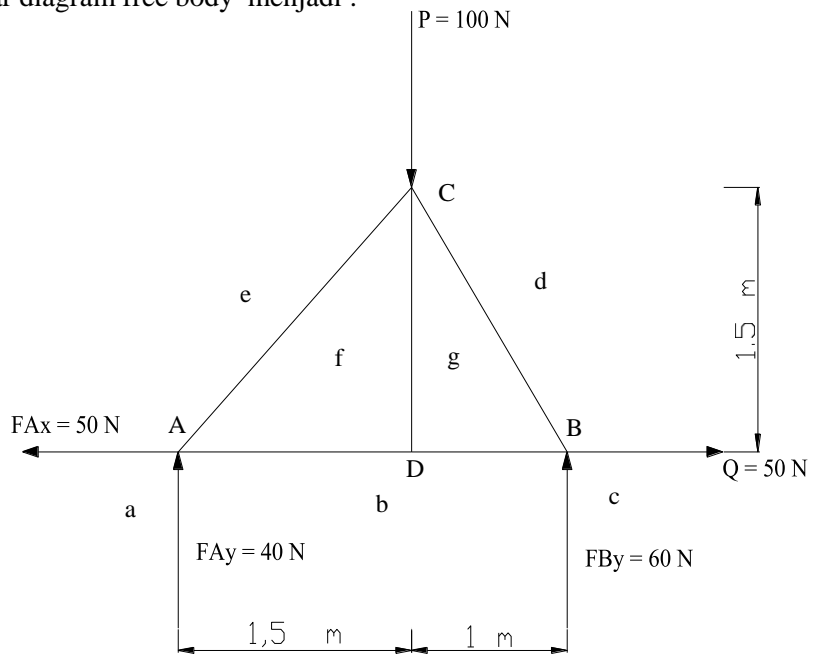
$$F_{Ay} + F_{By} = 100 \text{ N}$$

$$F_{Ay} + 60 \text{ N} = 100 \text{ N}$$

$$F_{Ay} = 100 \text{ N} - 60 \text{ N}$$

$$F_{Ay} = 40 \text{ N}$$

Maka gambar diagram free body menjadi :



Menggambar poligon gaya :

Skala 1 cm : 10 N

Dengan syarat maksimal dua gaya yang tidak diketahui maka perhitungan yang bisa dilakukan diawali dari titik A dan B.

Maka :

Titik A

Diketahui :

$$F_{Ay} = 40 \text{ N} = 4 \text{ cm (b - a)}$$

$$F_{Ax} = 50 \text{ N} = 5 \text{ cm (a - e)}$$

Dari titik e sejajar (//) AC (tempat kedudukan f)

Dari titik b sejajar (//) AD (tempat kedudukan f)

Diperoleh :

Setelah digambar maka hasil batang AC (e - f) panjangnya 5,7 cm

Maka gaya batang AC = $5,7 \times 10 \text{ N} = 57 \text{ N}$ (tekan)

Setelah digambar maka hasil batang AD (f - b) panjangnya 9 cm

Maka gaya batang AD = $9 \times 10 \text{ N} = 90 \text{ N}$ (tarik)

Titik C

Diketahui :

Gaya batang AC = (e - f)

Gaya p = 100 N = (e - d) = 10 cm sejajar (//) dengan batang CD

Tarik garis darititik D sejajar dengan (//) CB (titik g)

Karena titik g sama dengan titik f maka gaya bantang CD = 0

Diperoleh :

Setelah digambar gaya batang CD = (f - g) = 0

Panjang batang CB (d - f) = 7,2 cm

Maka gaya batang CB = $7,2 \times 10 \text{ N} = 72 \text{ N}$ (tekan)

Titik B

Diketahui :

Gaya batang CD (g - d)

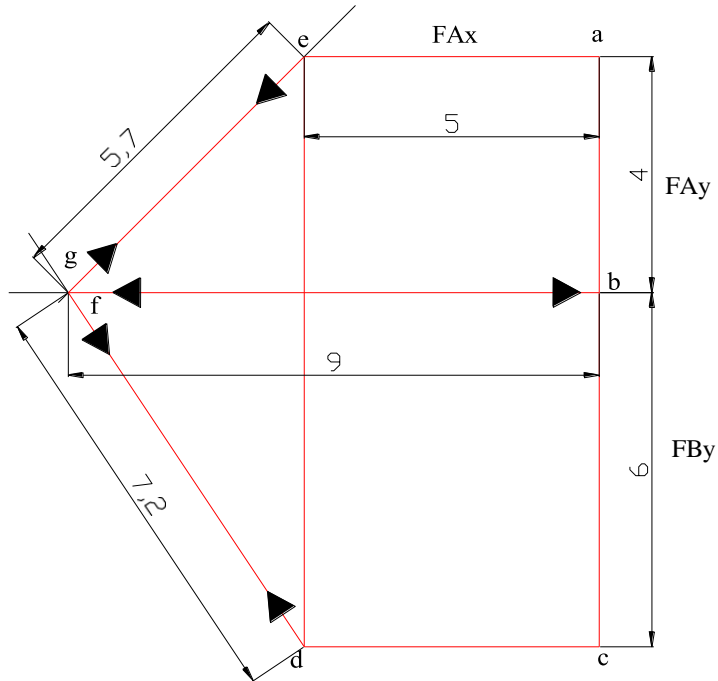
Gaya Q = 50 N = 5 cm (d - e)

Gaya FBy = 60 N = 6 cm

Diperoleh :

Panjang batang BD ($b - g$) = 9 cm

Maka gaya batang BD = $9 \times 10 \text{ N} = 90 \text{ N}$



Keterangan gambar :

Tarik :

Tekan :

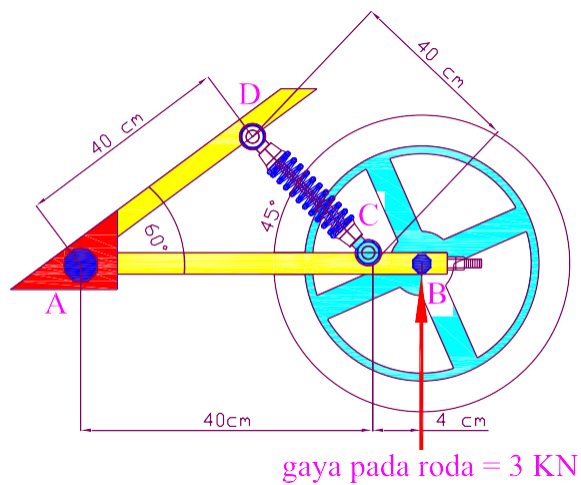
Dari hasil diatas diperoleh :

| NO | NAMA BATANG | GAYA | JENIS |
|----|-------------|------|-------|
| 1 | Batang AC | 57 N | Tekan |
| 2 | Batang AD | 90 N | Tarik |
| 3 | Batang CB | 72 N | Tekan |
| 4 | Batang CD | 0 | - |
| 5 | Batang BD | 90 N | Tarik |

BAB 7

RANGKA DAN MESIN

Pehatkan gambar di bawah ini:

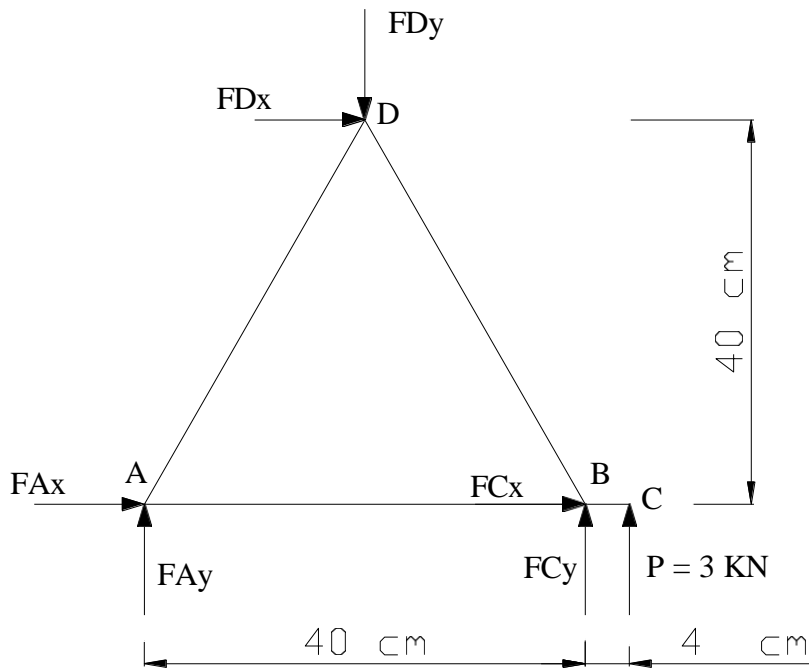


Tentukan :

- Gaya – gaya pada swing arm ACB (mesin)
- Gaya pada shock breker DC (mesin)
- Gaya pada sasis AD (rangka)
- Gaya pada pin A (baut swing arm)
- Gaya pada pin C (baut shock breker)
- Gaya pada pin D (baut shock breker)
- Gaya pada pin B (baut roda)

Jawab :

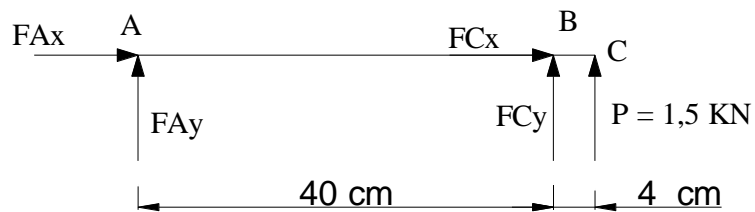
Gambar free body diagramnya menjadi :



gambar benda bebas rangka dan mesin

Dari gambar diatas dapat diketahui gaya roda (P) sebesar 3 kN maka gaya pada pin B adalah 3 kN dibagi dua karena tekanan roda di topang oleh dua lengan swing arm , maka gaya pada pin B adalah sebesar 1,5 kN

Tinjau pada bagian swing arm



$$\Sigma F_{y+} \uparrow = 0$$

$$F_{Ay} + F_{Cy} + P = 0$$

$$F_{Ay} + F_{Cy} + 1,5 \text{ KN (beban satu swing arm)} = 0$$

$$F_{Ay} + F_{Cy} = - 1,5 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_{x+} \rightarrow = 0$$

$$F_{Ax} + F_{Cx} = 0$$

$$\Sigma M_{A+} \curvearrowright = 0$$

$$F_{Ax} \cdot 0 + F_{Ay} \cdot 0 + F_{Cx} \cdot 0 + F_{Cy} \cdot 40 + P \cdot 44 = 0$$

$$F_{Cy} \cdot 40 + 1,5 \text{ KN} \cdot 44 = 0$$

$$F_{Cy} = \frac{1,5 \text{ KN} \cdot 44}{40}$$

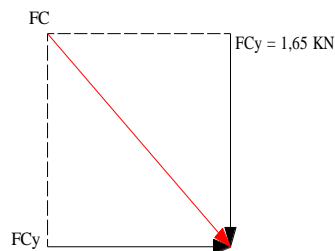
$$= - 1,65 \text{ KN} = 1,65 \text{ KN} \downarrow$$

$$F_{Ay} + F_{Cy} = - 1,5 \text{ KN}$$

$$F_{Ay} - 1,65 \text{ KN} = 1,5 \text{ KN}$$

$$F_{Ay} = 0,15 \text{ KN}$$

Lihat titik C



$$F_{Cx} = F_{Cy} = 1,65 \text{ KN (karena sudutnya } 45^\circ \text{)}$$

Gaya pada shok breker DC

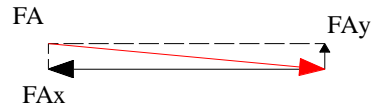
$$\begin{aligned} F_c &= \sqrt{F_{Cx}^2 + F_{Cy}^2} \\ &= \sqrt{1,65^2 + 1,65^2} \\ &= 2,33 \text{ KN} \end{aligned}$$

Maka gaya pada pin C = 2,33 KN

$$F_{Ax} + F_{Cx} = 0$$

$$F_{Ax} = F_{Cy}$$

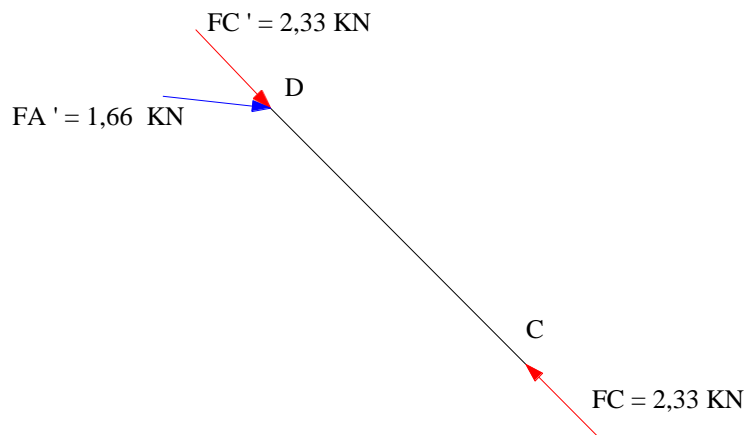
$$F_{Ax} = -1,65 \text{ KN}$$



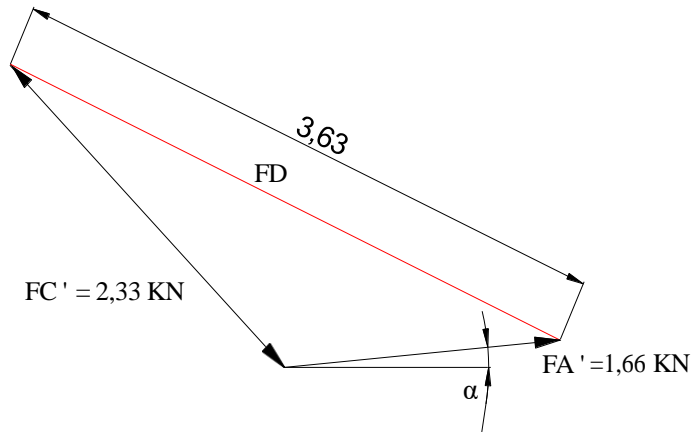
$$\begin{aligned} F_A &= \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} \\ &= \sqrt{1,65^2 + 0,15^2} \\ &= 1,66 \text{ KN} \end{aligned}$$

Maka gaya pada pin A = 1,66 KN

Gaya pada bagian shok breker (DC)



Cara menghitung



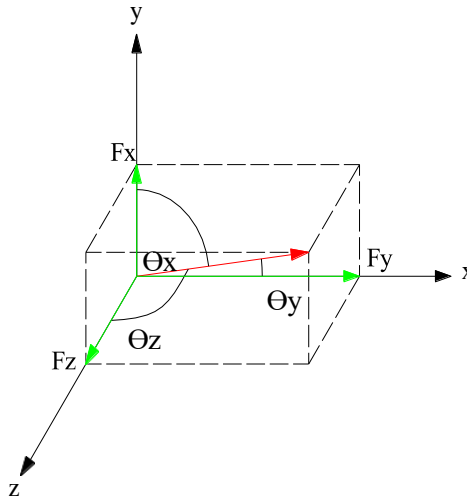
$$\alpha = \tan^{-1} \frac{0,15}{1,65} = 5,14^\circ$$

Gaya pin D = $FD = 3,66$ KN

BAB 8

KESETIMBANAGAN BENDA TEGAR DALAM TIGA DIMENSI

Gambar diagram free body pada kesetimbangan benda tegar dalam tiga dimensi adalah



Komponen gayanya :

$$\Sigma F_{y+} \uparrow = 0$$

$$\Sigma F_{x+} \uparrow = 0$$

$$\Sigma F_{z+} \uparrow = 0$$

momen yang bekerja :

$$\Sigma M_{x+} \curvearrowright = 0$$

$$\Sigma M_{y+} \curvearrowright = 0$$

$$\Sigma M_{z+} \curvearrowright = 0$$

Besar resultan = merupakan diagram ruangnya

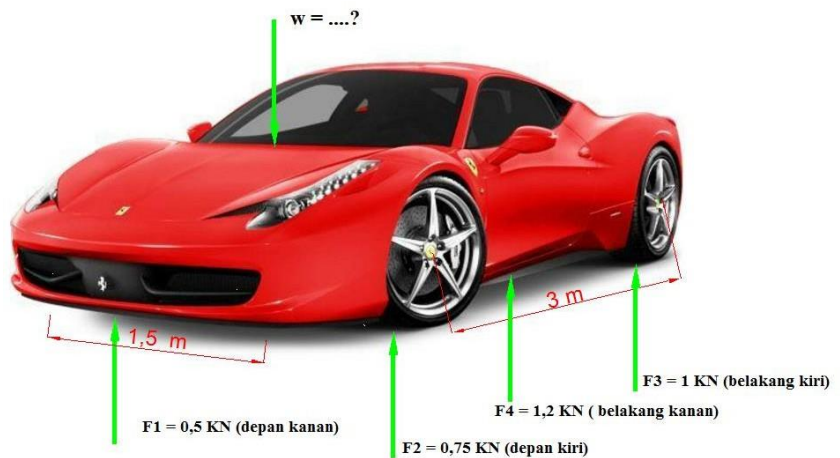
$$R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

Arah gaya R

$$\Theta_x = \tan^{-1} \frac{F_x}{F}$$
$$\Theta_y = \tan^{-1} \frac{F_y}{F}$$
$$\Theta_z = \tan^{-1} \frac{F_z}{F}$$

Contoh Kasus :

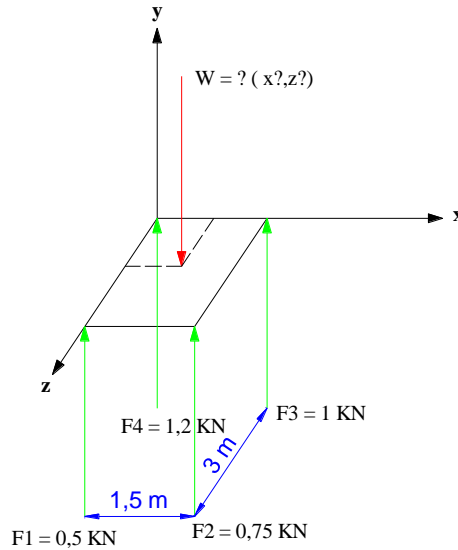
Perhatikan gambar mobil idaman di bawah ini :



Tentukan berat mobil ferrari (W) diatas dengan data – data tersebut

Jawab :

Langkah pertama gambar diagram free body tiga dimensinya



Maka :

$$\sum F_y + \uparrow = 0$$

$$F_1 + F_2 + F_3 + F_4 - W = 0$$

$$0,5 + 0,75 + 1 + 1,2 - W = 0$$

$$3,45 - W = 0$$

$$W = 3,45 \text{ KN}$$

$$\sum M_x + \curvearrowright = 0$$

$$-F_1 \cdot 3 \text{ m} - F_2 \cdot 3 \text{ m} + F_3 \cdot 0 + F_4 \cdot 0 + W \cdot z = 0$$

$$z = \frac{3F_1 + 3F_2}{W}$$

$$z = \frac{1,5 + 2,25}{3,45}$$

$$z = 1,08 \text{ m}$$

$$\sum M_z + \curvearrowright = 0$$

$$F_1 \cdot 0 + F_2 \cdot 1,5 \text{ m} + F_3 \cdot 1,5 \text{ m} + F_4 \cdot 0 - W \cdot x = 0$$

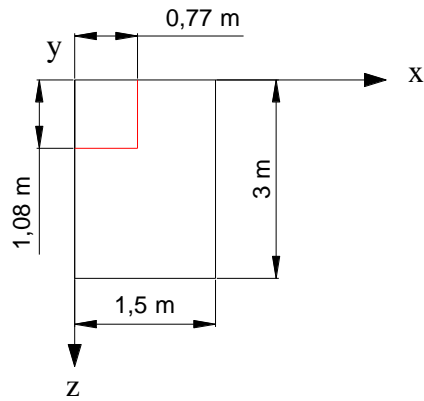
$$x = \frac{1,5F_2 + 1,5F_3}{W}$$

$$x = \frac{1,125 + 1,5}{3,45}$$

$$x = 0,77 \text{ m}$$

Maka koordinat titik berat $W (x , z) = (0,77 , 1,08)$

Dapat digambar sebagai berikut :



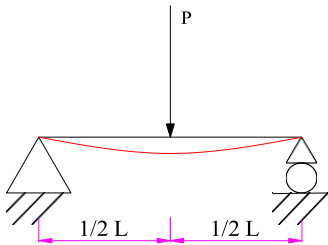
BAB 9

DEFLEKSI BALOK (δ)

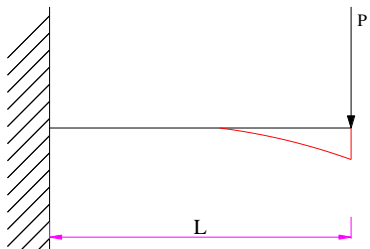
Lendutan balok yang ditumpu besarnya tergantung pada :

1. Jenis tumpuan (sendi, roll, jepit)
2. Letak dan jenis gaya (terpuat, merata)
3. Bahan E
4. Profil (bentuk penampang)

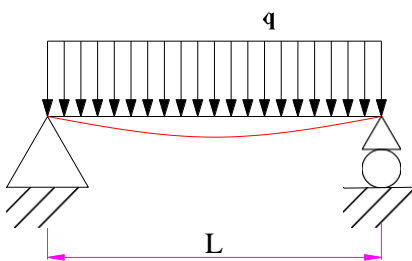
Besarnya lendutan (δ) untuk beberapa jenis sudah ditabelkan :



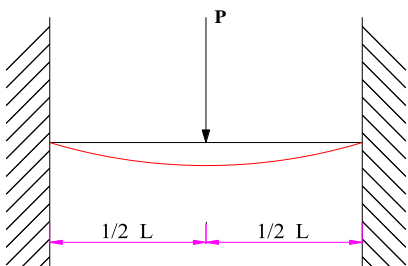
$$\delta = \frac{PL^3}{48 EI}$$



$$\delta = \frac{PL^3}{3 EI}$$



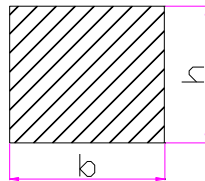
$$\delta = \frac{5 q L^3}{384 EI}$$



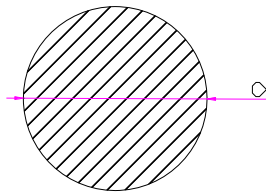
$$\delta = \frac{P L^3}{192 E I} \quad \text{dst lihat tabel}$$

Harga E untuk baja = $2,1 \times 10^6$ kg/cm untuk material lain lihat referesnsi

Harga I untuk profil :



$$I = \frac{1}{2} b h^3$$



$$I = \frac{\pi}{64} d^4$$

Untuk profil lain lihat referensi atau di hitung

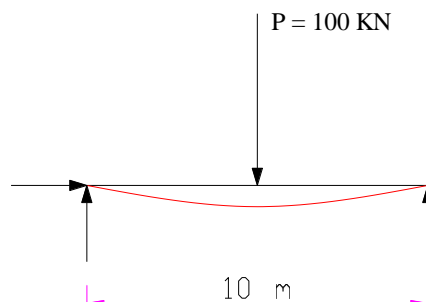
Contoh soal

Balok profil 30 cm x 50 cm dari baja panjang ditumpu sendi dan rol pada kedua ujungnya beban (P) di tengah balok = 100 KN hitunglah :

- δ tarik berat sendiri diabaikan
- δ bila berat sendiri tidak diabaikan masa jenis baja = 11,7 KN /m

jawab :

a. gambar free diagram body nya menjadi :



Rumus yang di pakai adalah :

$$\delta = \frac{PL^3}{48 EI}$$

dari soal di atas diketahui :

$$p = 100 \text{ KN}$$

$$l = 10 \text{ m}$$

$$E = 2,1 \times 10^8 \text{ KN/m}^2$$

$$I = \frac{1}{2} (0,3)(0,5)^2$$

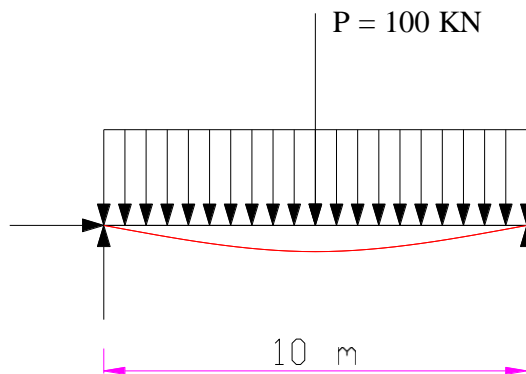
$$= 3,12 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$\delta = \frac{100 \text{ KN} \times (10 \text{ m})^3}{48 \times \frac{2,1 \times 10^8 \text{ KN}}{\text{m}^2} \times 3,12 \times 10^{-3} \text{ m}^4}$$

$$\delta = 317 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\delta = 3,1 \text{ mm}$$

b.



$$\delta_1 = 3,1 \text{ mm (sudah di hitung)}$$

$$\delta_2 = \frac{5 q L^3}{384 EI}$$

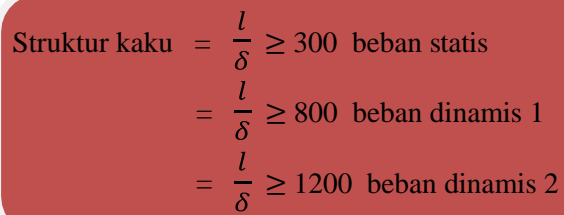
$$= \frac{5 (11,7 \frac{\text{KN}}{\text{m}}) (10 \text{ m})^3}{384 \times \frac{2,1 \times 10^8 \text{ KN}}{\text{m}^2} \times 3,12 \times 10^{-3} \text{ m}^4}$$

$$= 232,14 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$= 2,32 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka } \delta &= \delta_1 + \delta_2 \\ &= 3,1 \text{ mm} + 2,32 \text{ mm} \\ &= 5,42 \text{ mm}\end{aligned}$$

Struktur kaku atau tidak :


$$\begin{aligned}\text{Struktur kaku} &= \frac{l}{\delta} \geq 300 \text{ beban statis} \\ &= \frac{l}{\delta} \geq 800 \text{ beban dinamis 1} \\ &= \frac{l}{\delta} \geq 1200 \text{ beban dinamis 2}\end{aligned}$$

$$\text{Maka dari perhitungan diatas} = \frac{l}{\delta} = \frac{10.000 \text{ mm}}{5,42 \text{ mm}} = 1842 \text{ (beban dinamis 2)}$$

BAB 10 KOLOM

Kolom adalah batang yang mendapat gaya tekan

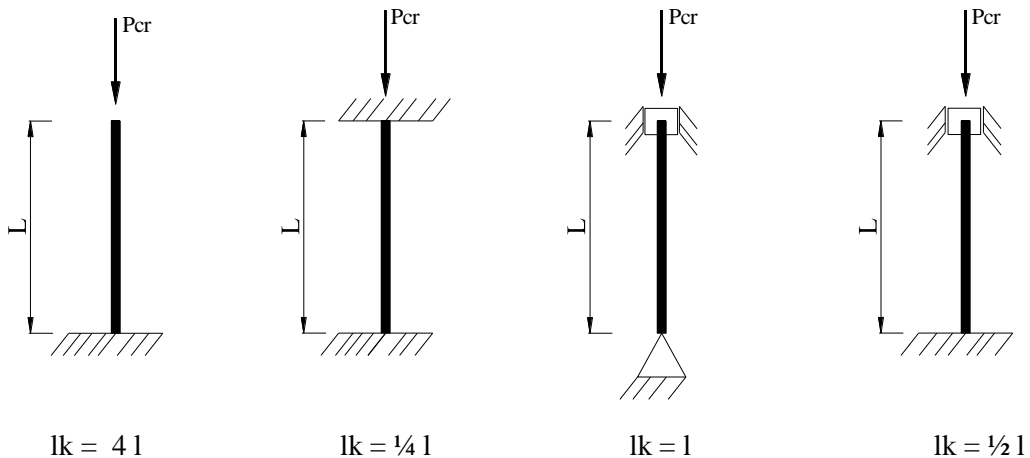
Contoh :

- Tiang
- Stang piston
- Kaki meja / kai kursi
- Batang tekan pada rangka batang

Pada beban kritis (P_{cs}) kolom akan deformasi (tekuk)

$$P_{cs} = \frac{\pi^2 E I}{l_k^2}$$

Harga l_k bergantung panjang tekuk yang dipengaruhi oleh jenis tumpuan dan panjang kolom ada empat jenis kolom :

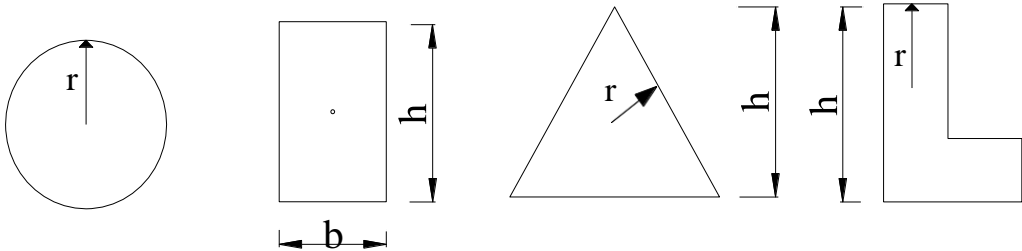
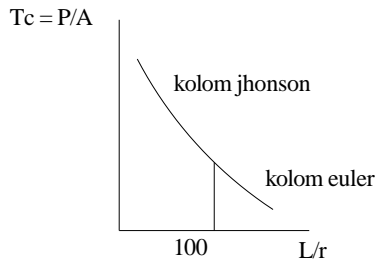


Kriteria :

- ❖ Kolom ramping bila : angka kerampingan $\lambda = \frac{l}{r} > 100$ harus di tinjau terhadap bahaya tekuk P_{cr} (kolom euler)
- ❖ Kolom gemuk bila : $\lambda = \frac{l}{r} < 100$ di tinjau terhadap tegangan tekan tidak ada bahaya tekuk

(kolom jhonshon) $T_c \text{ ijin} \geq \frac{P}{A}$

r = jari – jari girasi (jarak terjauh dari pusat profil ke pinggir profil)



$r = \text{jari – jari}$

$I_y = I_x$

$= \frac{\pi}{64} d^4$

$r = \frac{1}{2} h$

$I = \frac{1}{12} b h^3$

$r = \text{dihitung}$

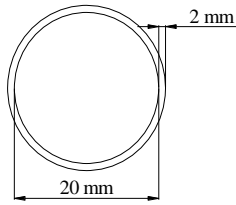
$r = \frac{2}{3} l$

Contoh soal :

1. Sebuah kaki meja dari baja terbuat dari pipa diameter dalam 2 cm tebal pipa 2 mm panjang kaki meja 1 m. berapa beban maksimum yang bisa di terima oleh kolom tersebut ?
2. Seperti soal no 1 tapi panjang kaki 3 m !
3. Sebuah tiang bangunan dari baja tingginya (panjangnya) 6 m penampang tiang 5 cm x 10 cm . berapa beban kritis yang dapat diterima kolom tersebut ?
4. Sebuah tiang burung perkutut tingginya 12 m dari pipa seperti no 1 beban burung perkutut dan kandangnya 100 N apakah tiang tersebut kuat ? lengan kerek di abaikan

Jawab

1.



$$\begin{aligned}
 I_y &= I_x \\
 &= \frac{\pi}{64} (24^4 - 20^4) \\
 &= 8427,76 \text{ mm}^4 \\
 E \text{ baja} &= 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm} \\
 L_k &= \frac{1}{2} \times 1000 = 500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{cr} &= \frac{\pi^2 E I}{l k^2} \\
 &= \frac{\pi^2 \times 2,1 \times 10^5 \times 8427,76}{(500)^2} \\
 &= 69,7 \times 10^3 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad l k &= \frac{1}{2} \times 3000 = 150 \\
 \lambda &= \frac{l}{r} = \frac{100}{12} = 83,3 < 100 \text{ (Johnson)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{cr} &= \frac{\pi^2 E I}{l k^2} \\
 &= \frac{\pi^2 \times 2,1 \times 10^5 \times 8427,76}{(1500)^2} \\
 &= 7,7 \times 10^3 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \quad I &= \frac{1}{12} (0,1)(0,05)^3 \\
 &= 1,04 \times 10^{-6} \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{l}{r} = \frac{6000}{5} = 1200 \\
 E &= 2,1 \times 10^8 \text{ KN/m}^2 \\
 l k &= \frac{1}{4} l \\
 &= \frac{1}{4} \times 6 \text{ m} \\
 &= 1,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{cr} &= \frac{\pi^2 E I}{l k^2} \\
 &= \frac{\pi^2 \times 2,1 \times 10^8 \times 1,04 \times 10^{-6}}{(1,5)^2} \\
 &= 9,5 \times 10^2 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$4. \quad \lambda = \frac{l}{r} = \frac{12000 \text{ mm}}{12 \text{ mm}} = 1000$$

$$lk = 4l$$

$$= 12000 \text{ mm} \times 4$$

$$= 48000$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{lk^2}$$

$$= \frac{\pi^2 \times 2,1 \times 10^5 \times 8427,76}{(1,5)^2}$$

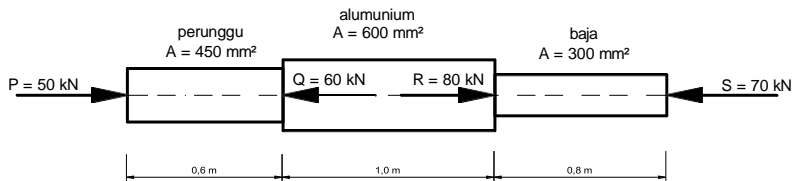
$$= 7,5 \text{ N}$$

Tiang tersebut tidak kuat menahan beban burung dan sangkarnya

BAB 11

TEGANGAN NORMAL

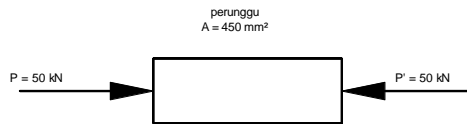
Cari tegangan normal masing – masing bagian poros di bawah ini :



Jawab

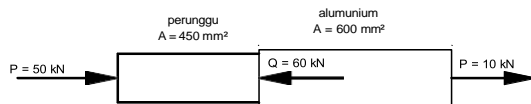
- Bagian perunggu

$$\begin{aligned} \tau_{\text{perunggu}} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{50000 \text{ N}}{450 \text{ mm}^2} \\ &= 111,11 \text{ N/mm}^2 \\ &= 111,11 \text{ MPa} \end{aligned}$$



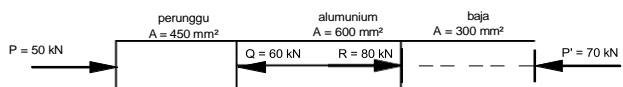
- Bagian aluminium

$$\begin{aligned} \tau_{\text{perunggu}} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{10000 \text{ N}}{600 \text{ mm}^2} \\ &= 16,67 \text{ MPa} \end{aligned}$$



- Bagian baja

$$\begin{aligned} \tau_{\text{Baja}} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{70000 \text{ N}}{300 \text{ mm}^2} \\ &= 233,33 \text{ MPa} \end{aligned}$$



Pertambahan panjang pada bagian poros diatas

- Bagian perunggu

$$\begin{aligned}\sigma \text{ perunggu} &= \frac{P \cdot l}{A \cdot E} \\ &= \frac{50 \text{ KN} \times 0,6 \text{ m}}{450 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 83 \times 10^6 \text{ kN/m}^2} \\ &= 8 \times 10^{-6} \text{ m}\end{aligned}$$

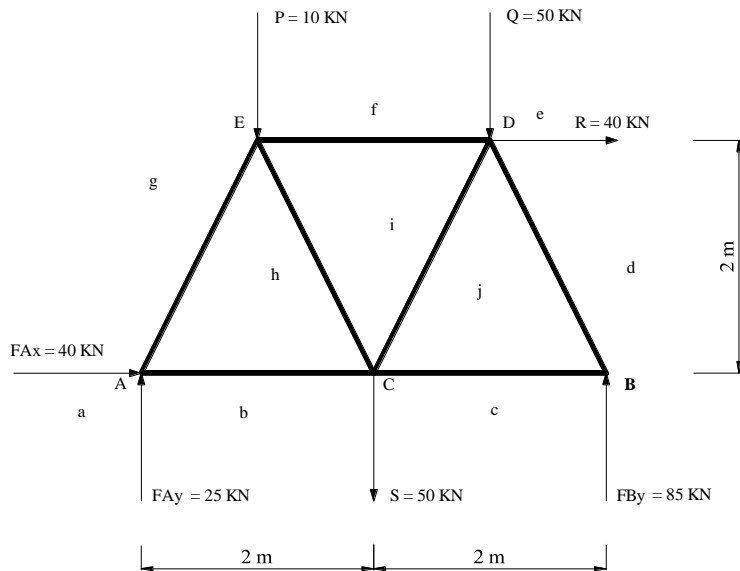
- Bagian alumunium

$$\begin{aligned}\sigma \text{ perunggu} &= \frac{P \cdot l}{A \cdot E} \\ &= \frac{10 \text{ KN} \times 1 \text{ m}}{600 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 70 \times 10^6 \text{ kN/m}^2} \\ &= 2,4 \times 10^{-6} \text{ m}\end{aligned}$$

- Bagian baja

$$\begin{aligned}\sigma \text{ perunggu} &= \frac{P \cdot l}{A \cdot E} \\ &= \frac{70 \text{ KN} \times 0,8 \text{ m}}{300 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2} \\ &= 9 \times 10^{-6} \text{ m}\end{aligned}$$

Perhatikan gambar di bawah ini



❖ TABEL HASIL PERHITUNGAN

| NO | NAMA BATANG | GAYA (KN) | JENIS |
|----|-------------|-----------|-------|
| 1 | BATANG AE | 27 | TEKAN |
| 2 | BATANG AC | 52 | TARIK |
| 3 | BATANG EC | 17 | TARIK |
| 4 | BATANG ED | 20 | TEKAN |
| 5 | BATANG CD | 39 | TARIK |
| 6 | BATANG CB | 42 | TARIK |
| 7 | BATANG DB | 95 | TEKAN |

Hitung ukuran dari A tiap batang apabila batag tersebut terbat dari daja dengan E = 200 Gpa dan pertambahan pajang yang di ijjinkan $\sigma = 1 \text{ mm}$

Jawab

- Batang AE

$$\sigma = \frac{P \cdot l}{A \cdot E}$$

$$1 \times 10^{-3} = \frac{27 \text{ kN} \times 2,2 \text{ m}}{A \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}$$

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{27 \text{ kN} \times 2,2 \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ m} \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2} \\
 &= \frac{59,4 \text{ kNm}}{200 \times 10^3 \text{ kN/m}} \\
 &= 0,297 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \\
 &= 297 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka ukuran batang yang sesuai dengan menggunakan baja siku sama adalah $35 \times 35 \times 4 \text{ mm}$ $A = 264 \text{ mm}^2$, untuk melihat kekuatan batang tersebut maka

$$\begin{aligned}
 \text{Tijin} &= \frac{T_{\max}}{l_k} = \frac{450 \text{ N/mm}^2}{3} = 150 \text{ N/mm}^2 \\
 \text{Kekuatan batang AE} &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{P}{A} \\
 &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{27000 \text{ N}}{264 \text{ (dari tabel)}} \\
 &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq 102,2 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Batang dengan ukuran tersebut bisa digunakan karena tegangannya lebih kecil dibanding dengan tegangan ijin, sedangkan untuk lebih mendekati ukuran tegangan ijin ukuran baja siku bisa diturunkan lagi misal ukuran $25 \times 25 \times 4$ dengan A nya 184 mm^2

- Batang AC

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{P \cdot l}{A \cdot E} \\
 1 \times 10^{-3} &= \frac{52 \text{ kN} \times 2 \text{ m}}{A \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2} \\
 A &= \frac{52 \text{ kN} \times 2 \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ m} \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2} \\
 &= \frac{104 \text{ kNm}}{200 \times 10^3 \text{ kN/m}} \\
 &= 0,52 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \\
 &= 520 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka ukuran batang yang sesuai dengan menggunakan baja siku sama adalah $45 \times 45 \times 6 \text{ mm}$, $A = 504 \text{ mm}^2$, untuk melihat kekuatan batang tersebut maka

$$\begin{aligned}
 \text{Tijin} &= \frac{T_{\max}}{l_k} = \frac{450 \text{ N/mm}^2}{3} = 150 \text{ N/mm}^2 \\
 \text{Kekuatan batang AE} &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{P}{A} \\
 &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{52000 \text{ N}}{504 \text{ (dari tabel)}} \\
 &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq 103,2 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Batang dengan ukuran tersebut bisa digunakan karena tegangannya lebih kecil dibanding dengan tegangan ijin, sedangkan untuk lebih mendekati ukuran tegangan ijin ukuran baja siku bisa diturunkan lagi misal ukuran 55 x 55 x 4 dengan A nya 424 mm²

- Batang EC

$$\sigma = \frac{P \cdot l}{A \cdot E}$$

$$1 \times 10^{-3} = \frac{17 \text{ kN} \times 2,2 \text{ m}}{A \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}$$

$$A = \frac{17 \text{ kN} \times 2,2 \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ m} \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}$$

$$= \frac{37,4 \text{ kNm}}{200 \times 10^3 \text{ kN/m}}$$

$$= 0,187 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$= 187 \text{ mm}^2$$

Maka ukuran batang yang sesuai dengan menggunakan baja siku sama adalah 25 x 25 x 4 mm A = 184 mm², untuk melihat kekuatan batang tersebut maka

$$T_{ijin} = \frac{T_{max}}{l_k} = \frac{450 \text{ N/mm}^2}{3} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Kekuatan batang AE} = 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{P}{A}$$

$$= 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{17000 \text{ N}}{184 \text{ (dari tabel)}}$$

$$= 150 \text{ N/mm}^2 \geq 92,4 \text{ N/mm}^2$$

Batang dengan ukuran tersebut bisa digunakan karena tegangannya lebih kecil dibanding dengan tegangan ijin, sedangkan untuk lebih mendekati ukuran tegangan ijin ukuran baja siku bisa diturunkan lagi misal ukuran 25 x 25 x 3 dengan A nya 141 mm²

- Batang ED

$$\sigma = \frac{P \cdot l}{A \cdot E}$$

$$1 \times 10^{-3} = \frac{20 \text{ kN} \times 2 \text{ m}}{A \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}$$

$$A = \frac{20 \text{ kN} \times 2 \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ m} \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}$$

$$= \frac{40 \text{ kNm}}{200 \times 10^3 \text{ kN/m}}$$

$$= 0,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$= 200 \text{ mm}^2$$

Maka ukuran batang yang sesuai dengan menggunakan baja siku sama adalah $25 \times 25 \times 4 \text{ mm}$ $A = 184 \text{ mm}^2$, untuk melihat kekuatan batang tersebut maka

$$\text{Tijin} = \frac{T_{\max}}{l_k} = \frac{450 \text{ N/mm}^2}{3} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan batang AE} &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{P}{A} \\ &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{20000 \text{ N}}{184 \text{ (dari tabel)}} \\ &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq 108,7 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Batang dengan ukuran tersebut bisa digunakan karena tegangannya lebih kecil dibanding dengan tegangan ijin, sedangkan untuk lebih mendekati ukuran tegangan ijin ukuran baja siku bisa diturunkan lagi misal ukuran $25 \times 25 \times 3$ dengan A nya 141 mm^2

- Batang CD

$$\sigma = \frac{P \cdot l}{A \cdot E}$$

$$1 \times 10^{-3} = \frac{39 \text{ kN} \times 2,2 \text{ m}}{A \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{39 \text{ kN} \times 2,2 \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ m} \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2} \\ &= \frac{85,8 \text{ kNm}}{200 \times 10^3 \text{ kN/m}} \\ &= 0,429 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \\ &= 429 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka ukuran batang yang sesuai dengan menggunakan baja siku sama adalah $45 \times 45 \times 5 \text{ mm}$ $A = 425 \text{ mm}^2$, untuk melihat kekuatan batang tersebut maka

$$\text{Tijin} = \frac{T_{\max}}{l_k} = \frac{450 \text{ N/mm}^2}{3} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan batang AE} &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{P}{A} \\ &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{39000 \text{ N}}{425 \text{ (dari tabel)}} \\ &= 150 \text{ N/mm}^2 \geq 91,7 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Batang dengan ukuran tersebut bisa digunakan karena tegangannya lebih kecil dibanding dengan tegangan ijin, sedangkan untuk lebih mendekati ukuran tegangan ijin ukuran baja siku bisa diturunkan lagi misal ukuran $45 \times 45 \times 3$ dengan A nya 261 mm^2

- Batang CB

$$\sigma = \frac{P \cdot l}{A \cdot E}$$

$$1 \times 10^{-3} = \frac{42 \text{ kN} \times 2 \text{ m}}{A \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}$$

$$A = \frac{42 \text{ kN} \times 2 \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ m} \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}$$

$$= \frac{84 \text{ kNm}}{200 \times 10^3 \text{ kN/m}}$$

$$= 0,42 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$= 420 \text{ mm}^2$$

Maka ukuran batang yang sesuai dengan menggunakan baja siku sama adalah 45 x 45 x 5 mm A = 425 mm², untuk melihat kekuatan batang tersebut maka

$$\text{Tijin} = \frac{T_{\max}}{l_k} = \frac{450 \text{ N/mm}^2}{3} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Kekuatan batang AE} = 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{P}{A}$$

$$= 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{39000 \text{ N}}{425 \text{ (dari tabel)}}$$

$$= 150 \text{ N/mm}^2 \geq 91,7 \text{ N/mm}^2$$

Batang dengan ukuran tersebut bisa digunakan karena tegangannya lebih kecil dibanding dengan tegangan ijin, sedangkan untuk lebih mendekati ukuran tegangan ijin ukuran baja siku bisa diturunkan lagi misal ukuran 45 x 45 x 3 dengan A nya 261mm²

- Batang DB

$$\sigma = \frac{P \cdot l}{A \cdot E}$$

$$1 \times 10^{-3} = \frac{95 \text{ kN} \times 2,2 \text{ m}}{A \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}$$

$$A = \frac{95 \text{ kN} \times 2,2 \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ m} \times 200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}$$

$$= \frac{209 \text{ kNm}}{200 \times 10^3 \text{ kN/m}}$$

$$= 1,045 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$= 1045 \text{ mm}^2$$

Maka ukuran batang yang sesuai dengan menggunakan baja siku sama adalah 90 x 90 x 6 mm A = 1040 mm², untuk melihat kekuatan batang tersebut maka

$$T_{ijin} = \frac{T_{max}}{l_k} = \frac{450 \text{ N/mm}^2}{3} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Kekuatan batang AE} = 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{P}{A}$$

$$= 150 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{95000 \text{ N}}{1040 \text{ (dari tabel)}}$$

$$= 150 \text{ N/mm}^2 \geq 91,3 \text{ N/mm}^2$$

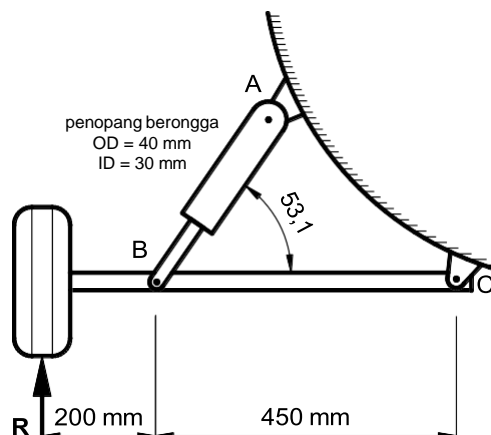
Batang dengan ukuran tersebut bisa digunakan karena tegangannya lebih kecil dibanding dengan tegangan ijin, sedangkan untuk lebih mendekati ukuran tegangan ijin ukuran baja siku bisa diturunkan lagi misal ukuran 45 x 45 x 8 dengan A nya 656 mm²

Maka tabel hasil perhitungannya :

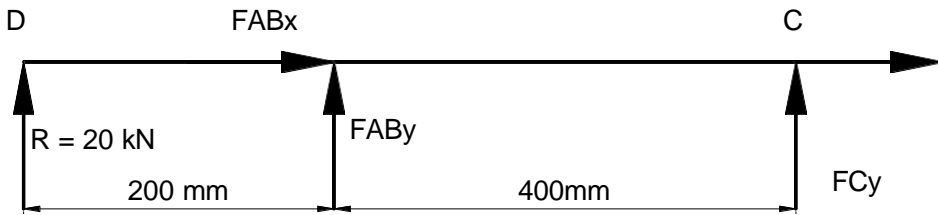
| NO | NAMA BATANG | GAYA (KN) | JENIS | UKURAN BATANG |
|----|-------------|-----------|-------|----------------|
| 1 | BATANG AE | 27 | TEKAN | 25 x 25 x 4 mm |
| 2 | BATANG AC | 52 | TARIK | 55 x 55 x 4 mm |
| 3 | BATANG EC | 17 | TARIK | 25 x 25 x 3 mm |
| 4 | BATANG ED | 20 | TEKAN | 25 x 25 x 3 mm |
| 5 | BATANG CD | 39 | TARIK | 45 x 45 x 3 mm |
| 6 | BATANG CB | 42 | TARIK | 45 x 45 x 3 mm |
| 7 | BATANG DB | 95 | TEKAN | 45 x 45 x 8 mm |

Contoh Kasus

bagian dari roda –roda pendarat pesawat terbang diperlihatkan pada gambar dibawah ini carilah tegangan tekan pada penopang AB yang disebabkan oleh reaksi pendaratan $R = 20 \text{ kN}$. Penampang AB miring ke arah BC sebesar $53,1^\circ$, abaikan berat batang.



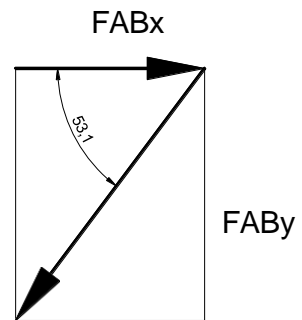
Penyelesaian



Gambar diagrafs benda bebas batang DBC

$$\begin{aligned} \sum F_{y+} &= 0 \\ R + F_{ABy} + F_{Cy} &= 0 \\ F_{ABy} + F_{Cy} &= -R \quad (-20 \text{ kN}) \end{aligned}$$

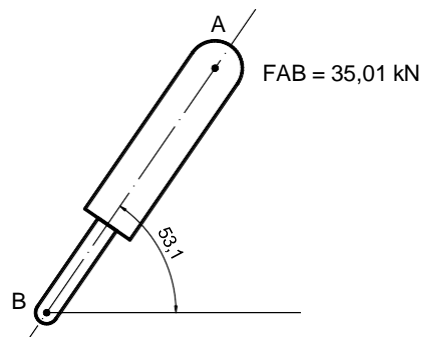
$$\begin{aligned} \sum M_{C+} &= 0 \\ -R \cdot 650 + F_{ABy} \cdot 450 &= 0 \\ F_{ABy} &= \frac{-20 \cdot 650}{450} = -28,8 \text{ kN} \\ F_{ABy} &= 28,8 \text{ kN} \downarrow \end{aligned}$$



$$\sin 53,1^\circ C = \frac{F_{ABy}}{F_{AB}}$$

$$F_{AB} = \frac{F_{ABy}}{\sin 53,1} = \frac{28,8}{0,799} = 35,04 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{T}_{\text{tekan}} &= \frac{35,01 \text{ kN}}{\frac{\pi}{4} (0,0042 - 0,0032)} \\ &= \frac{35,01 \text{ kN}}{0,000549} = 63770,49 \text{ kPa} \\ &= 63,7 \text{ MPa} \end{aligned}$$

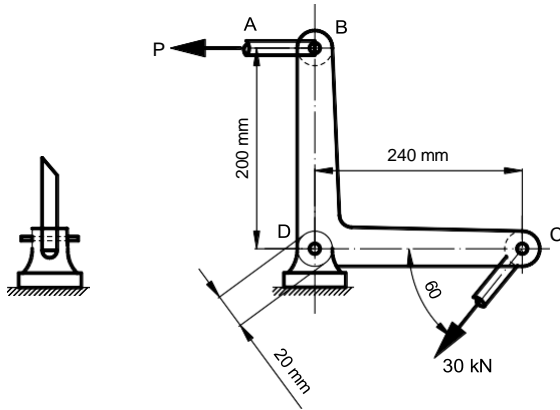


Gambar diagram benda bebas batang AB

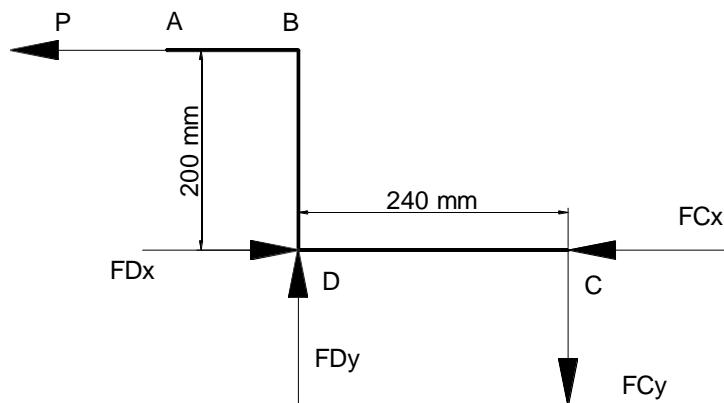
Contoh Kasus

bell crank seperti yang diperlihatkan pada gambar di bawah dalam keadaan setimbang. (a) carilah garis tengah yang dibutuhkan batang penghubung AB

apabila teangan aksialnya dibatasi hingga 100 MN/mm^2 . (B) carilah tegangan geser pada pin D apabila garis tengahnya 20 mm



Penyelesaian



Gambar diagram benda bebas soal 118

$$F_{Cy} = 25,98 \text{ kN} \left(\sin 60^\circ \cdot 30 \text{ kN} \right)$$

$$F_{Cx} = 15 \text{ kN} \left(\cos 60^\circ \cdot 30 \text{ kN} \right)$$

Ditanya : 1. Θ d = ?

2. \mathcal{T} s = ?

Jawab

1. Mencari $\ominus d$

Syarat kesetimbangan

$$\Sigma F_{x+} = 0$$

$$FD_x - P + FC_x = 0$$

$$P = FD_x - FC_x \dots\dots\dots (1)$$

$$\Sigma F_{y+} = 0$$

$$F_{dy} - FC_y = 0$$

$$F_{dy} = 25,98 \text{ kN} \dots\dots\dots (2)$$

$$\Sigma MD_+ = 0$$

$$P \cdot 200 \text{ mm} - FC_y \cdot 240 \text{ mm} = 0$$

$$P = \frac{25,98 \text{ kN} \cdot 240 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 31,17 \text{ kN}$$

$$\tau_t \geq \frac{P}{A}$$

$$100 \text{ MN/mm}^2 \geq \frac{31,16 \text{ kN}}{\frac{\pi}{4} d^2}$$

$$d^2 \geq \frac{31,16 \text{ kN}}{\frac{\pi}{4} 1000 \times 100 \text{ kN/mm}^2}$$

$$d^2 \geq 3,9 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d \geq \sqrt{3,9 \times 10^{-4}}$$

$$d \geq 1,97 \times 10^{-2} \text{ m} = 19,7 \text{ mm} \approx 20 \text{ mm}$$

2. Tegangan geser di D $\tau_s D$

Dari persamaan satu

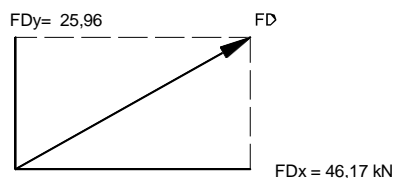
$$P = FD_x - FC_x$$

$$FD_x = P + FC_x$$

$$= 31,17 \text{ kN} + 15 \text{ kN}$$

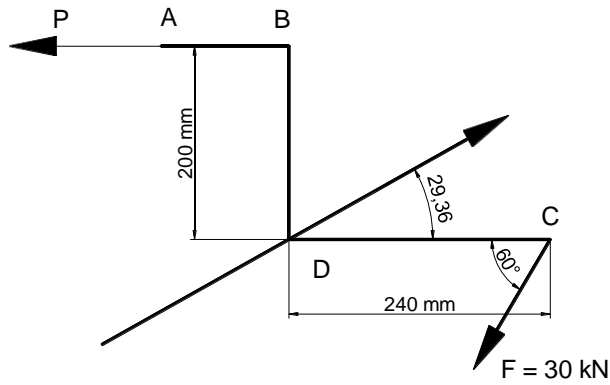
$$FD_x = 46,17 \text{ kN}$$

$$FD = \sqrt{FD_x^2 + F_{dy}^2}$$
$$= \sqrt{46,17^2 + 25,98^2}$$



$$= 52,98 \text{ kN}$$

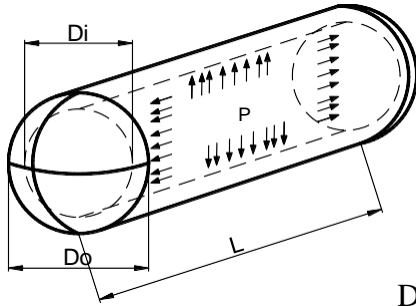
$$\alpha = \tan^{-1} \frac{25,98}{46,17} = 29,36^\circ$$



$$\begin{aligned} \tau_{sD} &= \frac{P}{A} = \frac{FD}{\frac{\pi}{4} D^2} \\ &= \frac{52,97}{\frac{\pi}{4} (0,02)^2} \\ &= 84347,13 \text{ kN/m}^2 \\ &= 84,34 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

BAB 12

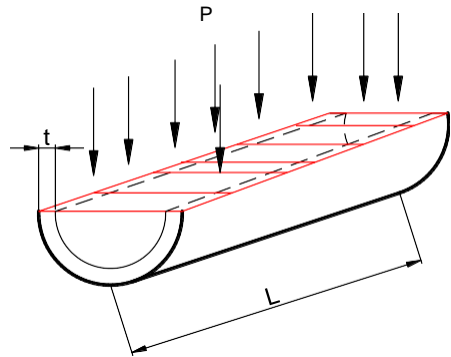
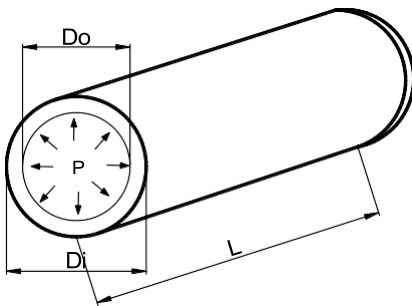
SILINDER DINDING TIPIS



Do = diameter luar
 Di = diameter dalam
 L = panjang

Menghitung kekuatan silinder / tabung

1. Akibat Beban Radial



$$F = p \cdot Di \cdot L$$

Luas penampang yang menahan

$$A = t \cdot L \cdot 2$$

Maka

$$\tau_{Tinjau} \geq \frac{F}{A} = \frac{p \cdot Di \cdot L}{t \cdot L \cdot 2}$$

$$t \geq \frac{p \cdot Di \cdot L}{\tau_{Tinjau} \cdot L \cdot 2}$$

$$t \geq \frac{p \cdot Di}{2 \cdot \tau_{Tinjau}}$$

2. Akibat Gaya Memanjang/Axial/Longitudinal

$$\text{Gaya } F = p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Di^2$$

Luas penampang yang menahan

$$\frac{\pi}{4} \cdot Di^2$$

Maka

$$\tau_{\text{Tinjau}} \geq \frac{p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Di^2}{\pi \cdot Di \cdot t}$$

$$t \geq \frac{p \cdot Di}{4 \cdot \tau_{\text{Tinjau}}}$$

contoh Kasus

- Tabung kompresor udara diameter dalam 400 mm panjang 800 mm bahan plat ss 41, dengan tekanan manometer 800 kPa. Apabilamenggunakan faktor keamanan 5 hitunglah tebal plat yang dibutuhkan tambahkan corosion allowance (AC) 1 mm (ketebalan diperuntukan untuk karat

Jawab

Diketahui :

$$Di = 400 \text{ mm}$$

$$L = 800 \text{ mm}$$

$$P = 800 \text{ kPa} + 101 \text{ kPa} = 901 \text{ kPa} = 0,9 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{\text{ijin}} = 410 / 5 = 82 \text{ Mpa}$$

Ditanya :

t ?

maka :

$$t \geq \frac{p \cdot Di}{2 \cdot \tau_{\text{Tinjau}}}$$

$$t \geq \frac{0,9 \text{ Mpa} \cdot 400 \text{ mm}}{2 \cdot 82 \text{ Mpa}}$$

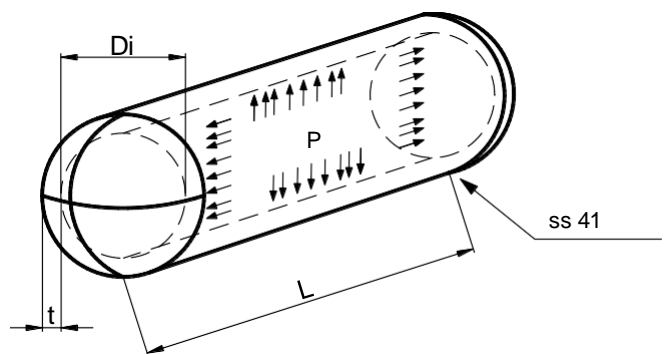
$$t \geq 2,1 \text{ mm} + 1 \text{ mm (AC)}$$

$$t \geq 3,1 \text{ mm}$$

$$A = 2 \cdot t \cdot L$$

$$= 2 \cdot 3,1 \cdot 800$$

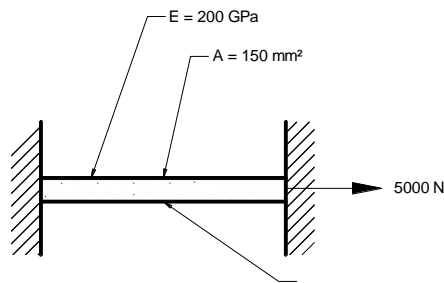
$$= 2480 \text{ mm}^2$$



BAB 13

TEGANGAN TERMIS

Batang baja dengan luas penampang 150 mm^2 diregangkan antara dua titik tetap. Beban titik pada 20° C besarnya 5000 N . Berapakah tegangan pada -20° C ? Pada suhu berapakah tegangan sama dengan nol? Andaikan $\alpha = 11,7 \mu\text{m}/(\text{m} \cdot ^\circ \text{C})$. $E = 200 \times 10^9 \text{ N/m}^2$



$$\alpha = 11,7 \mu\text{m}/(\text{m} \cdot ^\circ \text{C})$$

$$\alpha = 11,7 \mu\text{m}/(\text{m} \cdot ^\circ \text{C}) = 11,7 \times 10^{-6} \text{ m}/(\text{m} \cdot ^\circ \text{C})$$

Ditanya : a. T_{th} pada -20°

b. t ? $T_{\text{th}} = 0$

Jawab

1. mencari T_{th} pada -20°

$$\delta = \frac{PL}{AE} = \frac{\tau L}{E}$$

$$T_{\text{th}} = \alpha L \cdot \Delta t$$

$$T_{\text{th } 20^\circ \text{C}} = \frac{P}{A} = \frac{5000 \text{ N}}{150 \text{ mm}} = 33,33 \text{ N/mm}^2 = 33,33 \text{ Mpa}$$

$$\alpha L \cdot \Delta t = \frac{\tau L}{E}$$

$$\alpha \cdot \Delta t = \frac{\tau}{E}$$

$$T = \alpha \cdot E \cdot \Delta t$$

$$T_{\text{th pada } \Delta t \text{ } 40^\circ \text{C}} = \alpha \cdot E \cdot \Delta t$$

$$= 11,7 \times 10^{-6} \text{ m}/(\text{m} \cdot ^\circ \text{C}) \times 200 \times 10^9 \text{ N/mm}^2 \times$$

40°C

$$\begin{aligned} &= 93,6 \text{ MN/mm}^2 \\ &= 93,6 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

2. Temperatur t...? bila $\mathcal{T}_{th} = 0$

$$\mathcal{T}_{th 20^\circ\text{C}} = 33,33 \text{ Mpa}$$

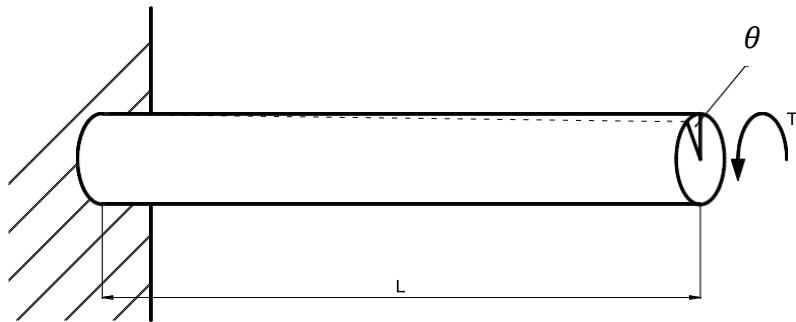
$$\mathcal{T}_{th 20^\circ\text{C}} = \alpha \cdot E \cdot \Delta t$$

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{33,33 \text{ MPa}}{11,7 \times 10^{-6} \text{ m}/(\text{m}^\circ\text{C}) \times 200 \times 10^9 \text{ N/mm}^2} \\ &= 14,24^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= 20^\circ\text{C} + 14,24^\circ\text{C} \\ &= 34,24^\circ\text{C} \end{aligned}$$

BAB 14

TORSI



Tegangan puntir $\theta = \frac{TL}{GI} \times 57.3$

\mathcal{T} geser max = $\frac{T \cdot r}{I}$ dimana $I = \frac{\pi}{32} D^4$

Contoh permasalahan

Diketahui :

$\theta = 3^\circ$

$L = 6 \text{ m}$

$G = 83 \text{ Gpa} = 83 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$

$T = 14 \text{ kNm}$

Ditanya :

a. median \ominus D poros

b. \mathcal{T} 's max

Penyelesaian

a. $\theta = \frac{TL}{GI} \times 57.3$

$$= \frac{14 \text{ kNm} \cdot 6 \text{ m} \cdot 57,3 \text{ max}}{83 \times 10^6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\pi}{32} D^4}$$

$$D^4 = \frac{32 \cdot 14 \text{ kNm} \cdot 6 \text{ m} \cdot 57,3 \text{ max}}{3 \cdot 83 \times 10^6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \pi} = \frac{154022,4}{781,86} = 1,96 \times 10^{-4}$$

$$D = (1,96 \times 10^{-4})^{0,25}$$

$$= 0,118 \text{ m} = 118 \text{ mm}$$

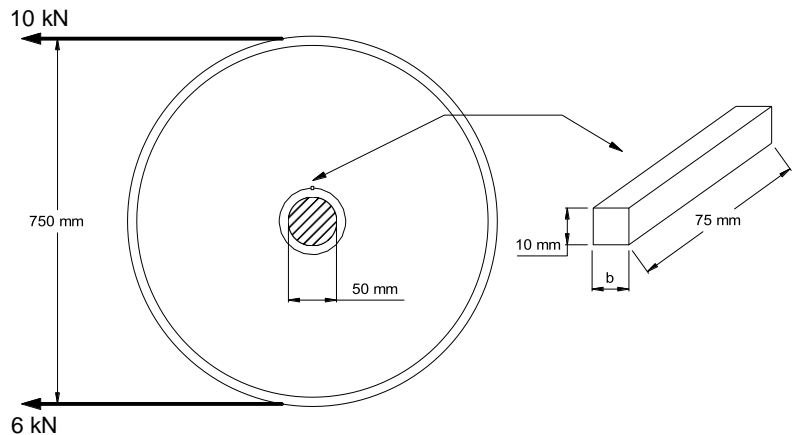
b. tegangan \mathcal{T} s max

\mathcal{T} s max ada di bagian paling luas poros di $D/2$

$$\begin{aligned}\mathcal{T} \text{ geser max} &= \frac{T \cdot r}{I} \\ &= \frac{14 \text{ kNm} \cdot 0,059}{\frac{\pi}{32} (0,118)^4} \\ &= 43418 \text{ kN/m}^2 = 43,4 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Contoh Kasus

Carilah kecepatan keliling tertinggi sebuah cincin baja yang berputar apabila tegangan ijin 140 MN/m^2 dan rapat massa baja 7850 kg/m^3 . Pada kecepatan sudut berapakah tegangan mencapai 200 MN/m^2 apabila jari – jari rata – rata 250 mm ?



Penyelesaian

Mencari kecepatan keliling

$$\tau_{\text{ijin}} = \rho v^2$$

$$140 \times 10^6 \text{ kN/m}^2 = 7850 \text{ kg/m}^3 \cdot v^2$$

$$v^2 = \frac{140 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}{7850 \text{ kg/m}^3}$$

$$v^2 = \sqrt{17834,40}$$

$$v = 133,54 \text{ m/detik}$$

Mencari kecepatan sudut (ω) apabila tegangan 200 MN/m^2 dan jari – jari rata – rata 250 mm

$$\tau = \rho v^2$$

$$200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2 = 7850 \text{ kg/m}^3 \cdot v^2$$

$$v^2 = \frac{200 \times 10^6 \text{ kN/m}^2}{7850 \text{ kg/m}^3}$$

$$v^2 = \sqrt{25477,70}$$

$$v = 159,62 \text{ m/detik}$$

$$v = r \cdot \omega$$

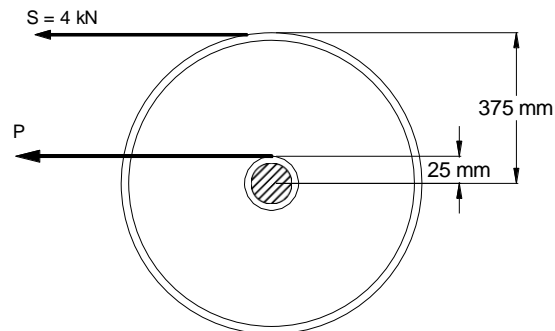
$$159,62 \text{ m/detik} = 0,25 \text{ m} \cdot \omega$$

$$\omega = \frac{159,62 \text{ m/detik}}{0,25 \text{ m}}$$

$$\omega = 638,48 \text{ rad/detik}$$

Contoh Kasus

Puli 750 mm , dibebani seperti pada gambar dibawah, dikunci keporos bergaris tengah 50 mm , carilah lebar pasak b dengan panjang pasak 75 mm , apabila tegangan geser ijin 70 Mpa



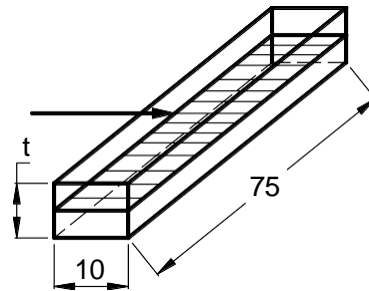
$$\begin{aligned} S &= P - Q \\ &= 10 \text{ kN} - 6 \text{ kN} \\ &= 4 \text{ Kn} \end{aligned}$$



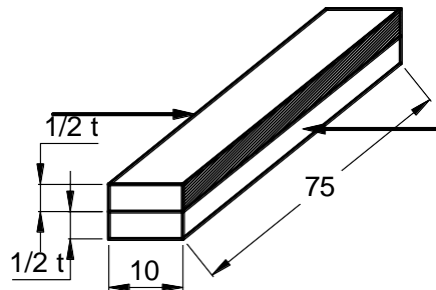
$$S \cdot 375 \text{ mm} = P \cdot 25 \text{ mm}$$

$$P = \frac{4 \text{ Kn} \cdot 375 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} = 40 \text{ kN}$$

Tinjau tegangna tarik



Tinjau tegangan tekan



$$\tau_{\text{ijin}} = \frac{P}{\left(\frac{1}{2}t \cdot L\right)2}$$

$$70000 \text{ kN/m}^2 = \frac{60 \text{ kN}}{t \cdot 0,075 \text{ m}}$$

$$t = \frac{60 \text{ kN}}{70000 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,075 \text{ m}}$$

$$t = 0,0114 \text{ mm} = 11,4 \text{ mm}$$

tinjau tegangan tarik

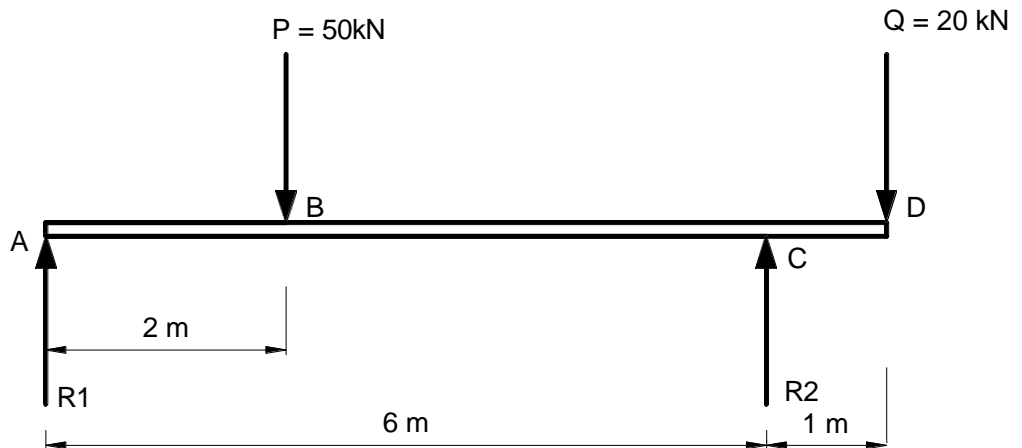
$$\tau_{\text{ijin}} \geq \frac{P}{A}$$

$$70000 \text{ kN/m}^2 \geq \frac{60 \text{ kN}}{0,01 \text{ m} \times 0,075 \text{ m}}$$

$$70000 \text{ kN/m}^2 \geq 80000 \text{ kN/m}^2 \text{ (tidak kuat)}$$

BAB 15

DIAGRAM GAYA GESER (V) DAN MOMEN LENTUR (M)



Tentukan VCD dan MCD dan gambar diagram gaya geser dan momen lentur

Penyelesaian

1. Tentukan reaksi tumpuan R1 dan R2 (F_{Ay} dan F_{Ax})
2. Gambar diagram gaya geser V dimulai dari kiri x = 0 ke kanan x = 7m
3. Gambar diagram momen lentur M dari kiri x= 0 ke kanan x = 7m

$$\sum F_{Ay} = 0$$

$$R_1 - P + R_2 - Q = 0$$

$$R_1 - 50 \text{ kN} + R_2 - 20 \text{ kN} = 0$$

$$R_1 + R_2 = 70 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-P \cdot 2 \text{ m} + R_2 \cdot 6 \text{ m} - Q \cdot 7 = 0$$

$$R_2 \cdot 6 \text{ m} = 50 \text{ kN} \cdot 2 \text{ m} + 20 \text{ kN} \cdot 7 \text{ m}$$

$$R_2 \cdot 6 \text{ m} = 240 \text{ kNm}$$

$$R_2 = 40 \text{ kN}$$

$$R1 + R2 = 70 \text{ kN}$$

$$R1 + 40 \text{ kN} = 70 \text{ kN}$$

$$R1 = 70 \text{ kN} - 40 \text{ kN}$$

$$R1 = 30 \text{ kN}$$

Diagram gaya geser

Pada $x = 0$

$$V_A = R1$$

$$= 30 \text{ kN}$$

Pada $x = 2 \text{ m}$

$$V_{AB} = R1 - P$$

$$= 30 \text{ kN} - 50 \text{ kN} = -20 \text{ kN}$$

Pada $x = 6 \text{ m}$

$$V_{AC} = R1 - P + R2$$

$$= 30 \text{ kN} - 50 \text{ kN} + 40 \text{ kN} = 20 \text{ kN}$$

Pada $x = 7 \text{ m}$

$$V_{AD} = R1 - P + R2 - Q$$

$$= 30 \text{ kN} - 50 \text{ kN} + 40 \text{ kN} - 20 \text{ kN} = 0$$

Diagram momen lentur

Pada $x = 0$

$$M_A = R1 \cdot 0 = 0$$

Pada $x = 2 \text{ m}$

$$M_{AB} = -R1 \cdot 2 \text{ m} + P \cdot 0$$

$$= -30 \text{ kN} \cdot 2 \text{ m} = -60 \text{ kNm}$$

Pada $x = 6 \text{ m}$

$$M_{AC} = -R1 \cdot 2 \text{ m} + P \cdot 4 \text{ m} + R2 \cdot 0$$

$$= -30 \text{ kN} \cdot 6 \text{ m} + 50 \text{ kN} \cdot 4 \text{ m} + 0$$

$$= 20 \text{ kNm}$$

Pada $x = 7$

$$M_{AD} = 0$$

Mencari rumus persamaan pada momen lentur

$$M_{AD} = -R1 (x - 0) + P (x - 2) - R2 (x - 6) + Q (x - x)$$

$$= -30 (x - 0) + 50 (x - 2) - 40 (x - 6) + 20 (x - x)$$

$$= -30x + 50x - 100 - 40x + 240$$

$$= (-20x + 140) \text{ kNm}$$

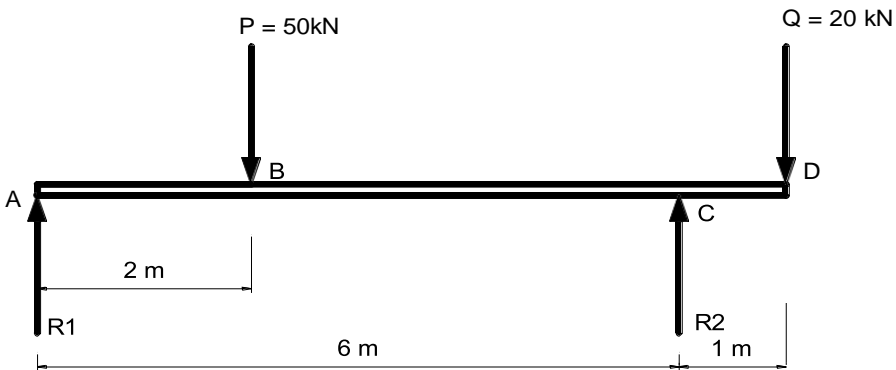


diagram beban

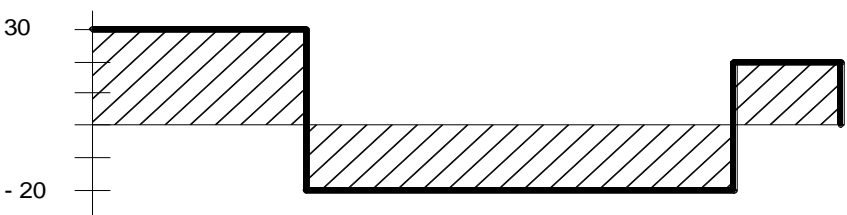


diagram gaya geser

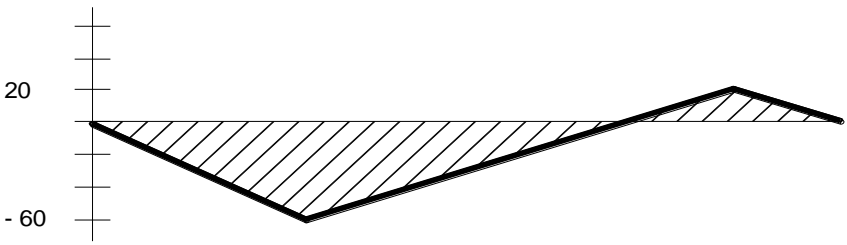


diagram momen

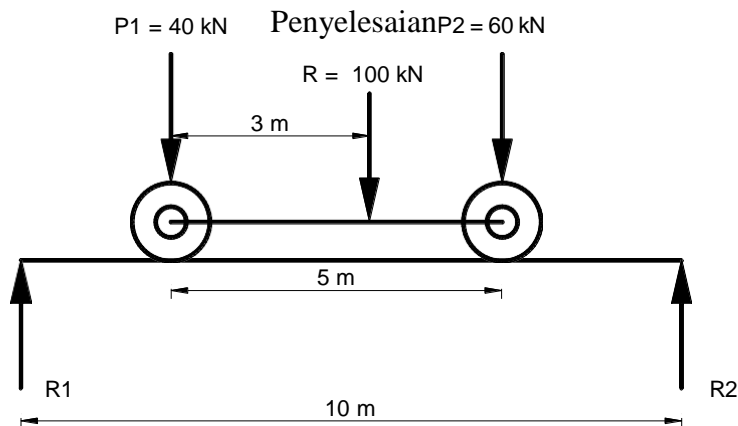
BAB 16

BEBAN BERGERAK

Sebuah truk atau jenis kendaraan lain yang melaju sepanjang balok atau balok penopang menunjukkan sistem beban terpusat pada jarak tertentu. Balok yang memikul hanya beban terpusat, momen lentur maksimumnya terjadi di bawah salah satu beban. Justru itu, masalahnya disini bagaimana menetapkan momen lentur di bawah beban sembarang apabila beban tersebut dalam kedudukan yang dapat menyebabkan momen maksimum terjadi di bawah beban tersebut. Harga terbesar dari berbagai harga ini merupakan momen maksimum yang mengatur rancangan balok.

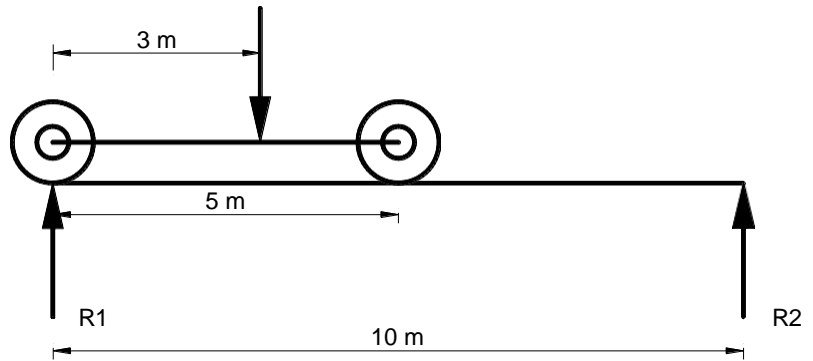
Contoh permasalahan

Truk dengan beban ganda 40 kN dan 60 kN pada landasan roda 5 m meluncur sepanjang bentangan 10 m. Hitunglah momen lentur maksimum dan gaya geser maksimumnya!



R merupakan beban terpusat dari P1 dan P2 dengan jarak 3 m dari arah P1 Untuk menghitung momen dan gaya geser maka salah satu roda harus berada pada R1 atau R2 kemudian di ambil reaksi tumpuan terbesar

Alternatif 1

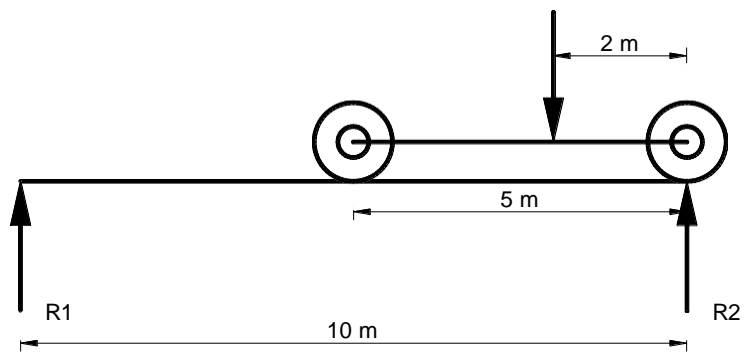


$$R_2 \cdot 10 = R \cdot 3$$

$$R_2 = \frac{R \cdot 3}{10} = \frac{100 \cdot 3}{10} = 30 \text{ kN}$$

Maka $R_1 = 70 \text{ kN}$

Alternatif 2



$$R_2 \cdot 10 = R \cdot 8$$

$$R_2 = \frac{R \cdot 8}{10} = \frac{100 \cdot 8}{10} = 80 \text{ kN}$$

Maka $R_1 = 20 \text{ kN}$

Dari hasil perhitungan diatas dihitung dengan reaksi terbesar yaitu 80 kN

$$M_{\max} = R_2 \cdot 2 \text{ m}$$

$$= 80 \text{ kN} \cdot 2 \text{ m}$$

$$= 160 \text{ kNm di titik } x = 2 \text{ m dari sisi kanan}$$

$$V_{\max} = R_2 = 80 \text{ kN pada } x = 10 \text{ m}$$

BAB 17

TEGANGAN PADA BALOK

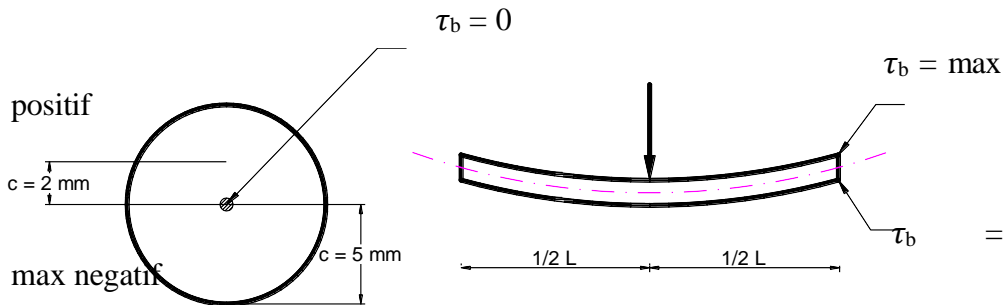
Balok apabila mendapatkan beban akan menderita tegangan geser dan tegangan lentur.

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

$$\tau_b = \frac{S \text{ (momen tekanan terhadap lentur (cm}^3\text{))}}{I \text{ (momen inersia penampang)}}$$

$$= \frac{MC \text{ (jarak titik pada profil terhadap sumbunya)}}{I \text{ (momen inersia penampang)}}$$

τ_b = maksimal bila C di tepi profil
 $\tau_b = 0$ apabila C disumbu atau pusat profil

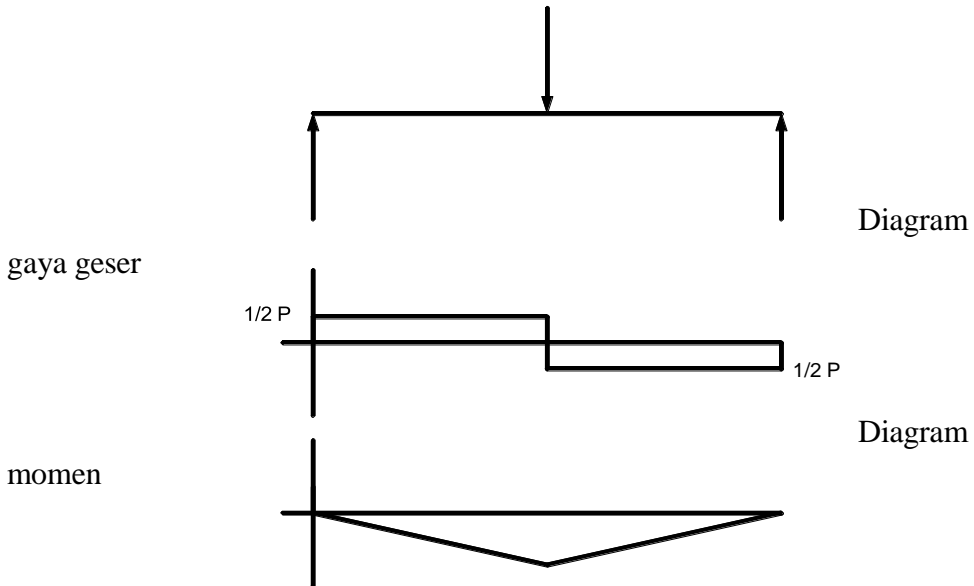


Gambar penampang yang terkena beban

Dari gambar diatas hitunglah τ_b max dan τ_b 2 mm dari sumbu apabila panjang penampang adalah 240 cm dan mendapat tekanan sebesar 75 N dan momen inersia penampang = 0,049 cm⁴

Jawab

Langkah pertama menggambar diagram gaya bebas ,diagram gaya lentur dan diagram momennya untuk mengetahui momendari soal tersebut



Dari diagram tersebut dapat di peroleh
 $M = \frac{1}{2} P \times \frac{1}{2} L$
 $= \frac{1}{4} P \cdot L$

Maka tegangan geser :

$$M = \frac{P \cdot L}{4} = \frac{75 \cdot 240}{4} = 4500 \text{ Ncm}$$

$$\tau_b \text{ max} = \frac{M \cdot c^4}{I} = \frac{4500 \text{ Ncm} \cdot 0,5 \text{ cm}}{0,049 \text{ cm}^4} = 45918 \text{ N/cm}^2 = 459,2 \text{ MPa}$$

$$\tau_b \text{ pada } 2 \text{ cm} = \frac{M \cdot c}{I} = \frac{4500 \text{ Ncm} \cdot 0,2 \text{ cm}}{0,049 \text{ cm}^4} = 183,6 \text{ Mpa}$$

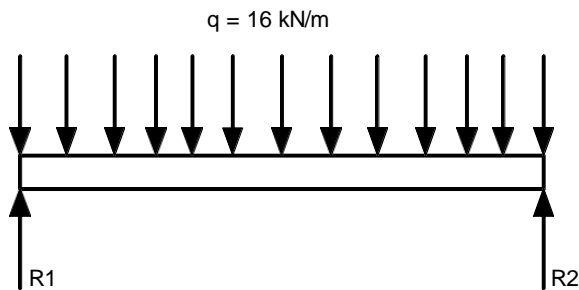
Mencari Penampang Ekonomis

Sebuah balok panjangnya 10 m ujungnya ditumpu sederhana, memikul beban terbagi merata 16 kN/m diatas seluruh panjangnya. Tentukan balok bentuk W teringan yang tidak akan melebihi tegangan lentur 120 MPa? berapakan tekanan sebenarnya pada balok yang dipilih.

Jawab

Langkah penyelesaian :

1. Menghitung reaksi tumpuan
2. Gambar diagram gaya geser (luas gaya geser)
3. Hitung besar momen lentur (luas gaya geser)
4. Dari diagram momen dapat di hitung momen tahanan lentur S (mm^3)
5. Dari hasil S cari S_{x-x} pada tabel untuk memilih profil
6. Dari profil yang anda pilih hitung tegangan sesungguhnya berdasarkan S_{x-x} profil tersebut

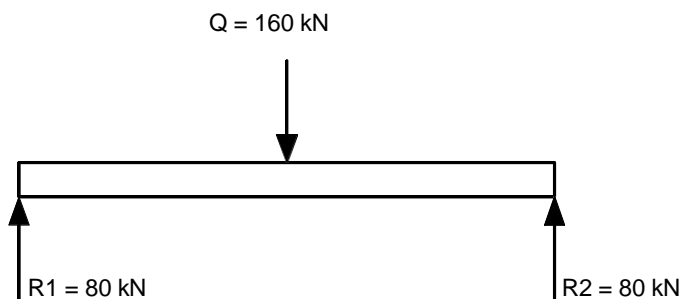


$$q = 16 \text{ kN/m}$$

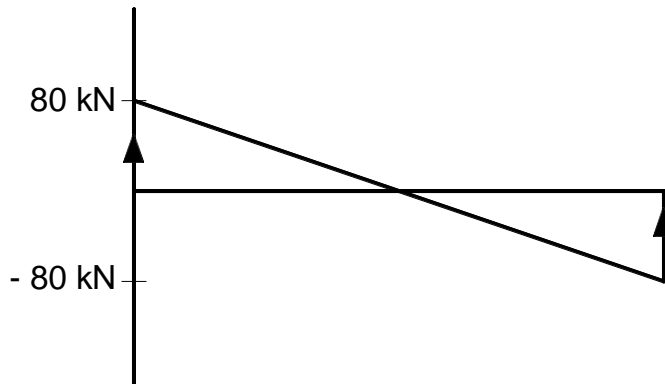
$$Q = 16 \text{ kN/m} \times 10 \text{ m}$$

$$= 160 \text{ kN (posisinya ada di tengah)}$$

$$R1 = R2 = \frac{1}{2} Q = 80 \text{ kN}$$



Menggambar diagram gaya geser sesuai perhitungan di atas



Maka momen dapat di hitung

$$M = \frac{Rl \cdot 5m}{2} = \frac{80 \text{ kN} \cdot 5m}{2} = 200 \text{ kNm}$$

Momen tahanan lenturnya :

$$S_{\tau} = \frac{M}{\tau} = \frac{200 \times 10^6 \text{ Nmm}}{120 \times 10^3 \text{ Nmm}^3} = 1666 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Dari tabel diperoleh :

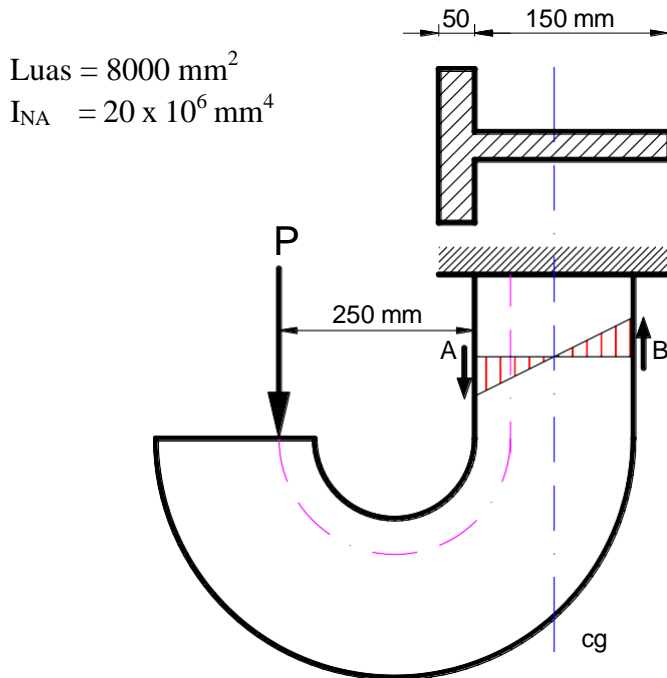
$$W = 610 \times 82$$

$$S = 1870 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\tau \text{ aktual} = \frac{200 \times 10^6 \text{ Nmm}}{1870 \times 10^3 \text{ Nmm}^3} = 106,9 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

BAB 18

TEGANGAN GABUNGAN



Carilah harga beban P terbesar yang dapat di tumpu oleh platfrom bracket besi cor seperti pada gambar di atas apabila $\sigma_t \leq 30 \text{ MN/m}^2$ dan $\sigma_c \leq 70 \text{ MN/m}^2$

Penyelesaian

$$\tau_A = \sigma_t \leq 30 \text{ MN/m}^2$$

$$\tau_B = \sigma_c \leq 70 \text{ MN/m}^2$$

Rumus umum untuk tegangan gabungan adalah

$$\tau_B = \frac{P}{A} \pm \frac{MC}{I}$$

Dimana :

P = Gaya

A = tegangan normal

M = momen

C = jarak sumbu netral (cg) ke titik A atau B (seperti terlihat pada soal diatas)

I = tegangan lentur

Maka untuk soal diatas persamaannya menjadi

$$\tau_B \geq \frac{P}{A} \pm \frac{MC}{I}$$

$$30 \text{ MPa} \geq \frac{P}{8000 \text{ mm}^2} + \frac{300P \cdot 50}{20 \times 10^6 \text{ mm}^4}$$

$$P \geq 35 \text{ MN}$$

$$\tau_B \geq \frac{P}{A} \pm \frac{MC}{I}$$

$$70 \text{ MPa} \geq \frac{P}{8000 \text{ mm}^2} - \frac{300P \cdot 150}{20 \times 10^6 \text{ mm}^4}$$

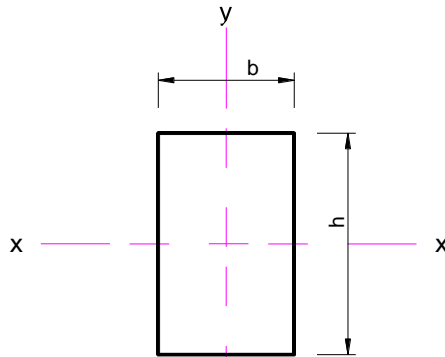
$$P \geq 29,4 \text{ MN}$$

Maka dipilih yang paling kecil

BAB 19

MENGHITUNG PROPIL TERSUSUN

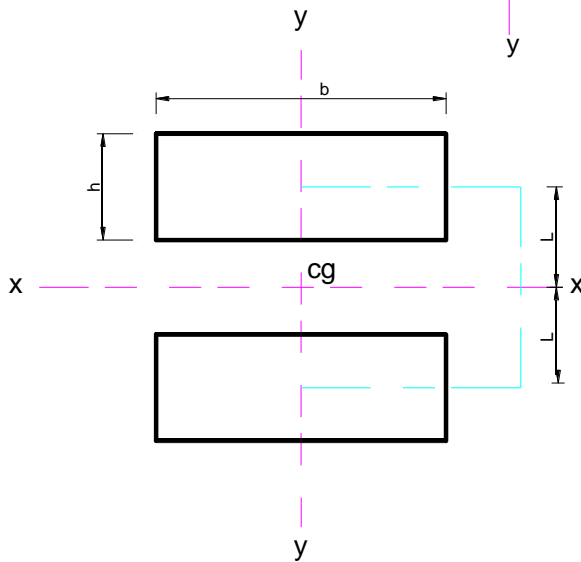
Untuk singel profil



$$I_{xx} = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

$$I_{yy} = \frac{1}{12} h \cdot b^3$$

Untuk double profil



$$I_{xx} = 2 \left(\frac{1}{12} b \cdot h^3 \right) + 2 L^2$$

(b . h)

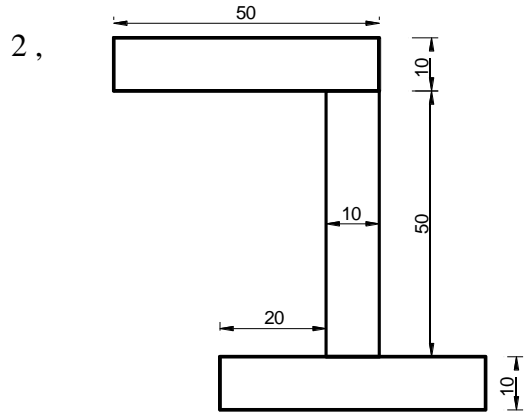
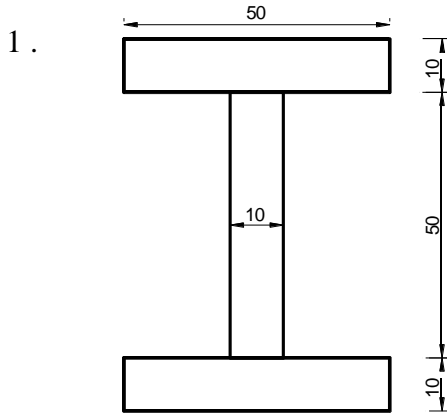
$$I_{xx} = 2 \left(\frac{1}{12} h \cdot b^3 \right) + 2 \cdot 0$$

(h . b)

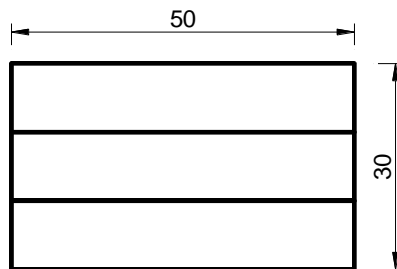
$$= 2 \left(\frac{1}{12} h \cdot b^3 \right)$$

Contoh Kasus

Hitunglah I_{xx} dan I_{yy} pada profil yang di susun seperti gambar di bawah ini

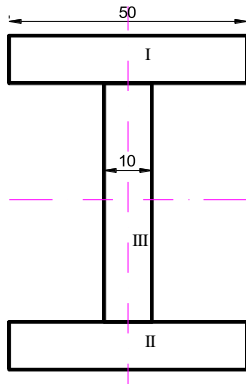


3 .



Jawab

1. Untuk menghitung kita tentukan terlebih dahulu sumbu x dan sumbu y



$$\begin{aligned}
 I_{xx} &= I_{xx1} + I_{xx2} + I_{xx3} \\
 &= \frac{1}{12} (50 \cdot 10^3) + 30^2 (50 \cdot 10) + \frac{1}{12} (50 \cdot 10^3) + 30^2 (50 \cdot 10) + \frac{1}{12} (10 \cdot 50^3) + 0 \\
 &= 4166,67 + 450000 + 4166,67 + 450000 + 104166,67 \\
 &= 1012500,01 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{yy} &= I_{yy1} + I_{yy2} + I_{yy3} \\
 &= \frac{1}{12} (10 \cdot 50^3) + 0 + \frac{1}{12} (10 \cdot 50^3) + 0 + \frac{1}{12} (50 \cdot 10^3) + 0 \\
 &= 104166,67 + 104166,67 + 4166,67 \\
 &= 212500,01 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

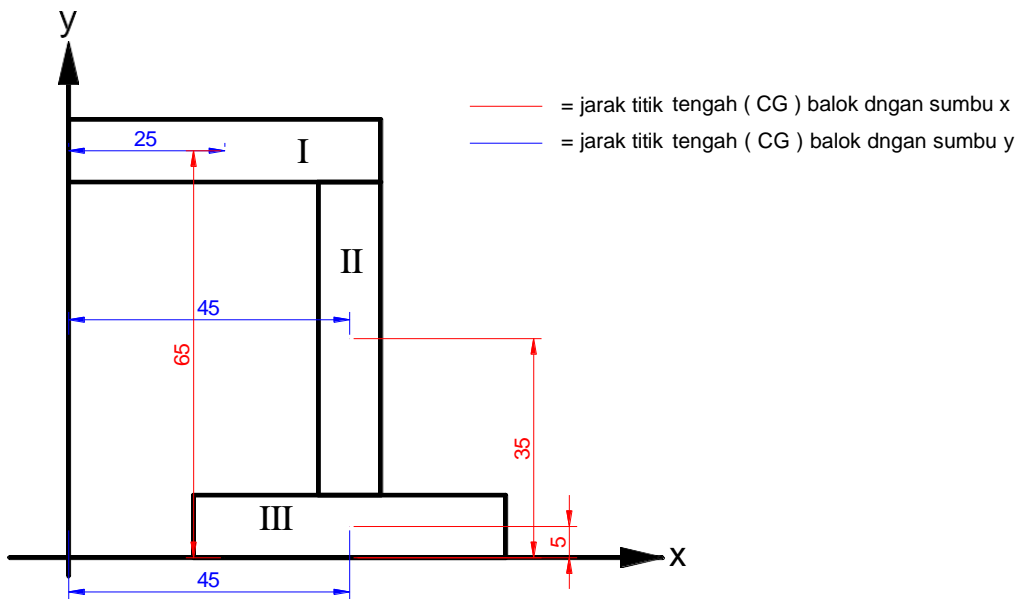
2. Untuk mencari I_{xx} dan I_{yy} terlebih dahulu kita mencari cg (centre of gravity)

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{L1 \cdot A1 + L2 \cdot A2 + L3 \cdot A3}{A1 + A2 + A3} \\
 &= \frac{25 \cdot 500 + 45 \cdot 500 + 45 \cdot 500}{500 + 500 + 500} = 38,33 \\
 y &= \frac{L1 \cdot A1 + L2 \cdot A2 + L3 \cdot A3}{A1 + A2 + A3} \\
 &= \frac{65 \cdot 500 + 35 \cdot 500 + 5 \cdot 500}{500 + 500 + 500} = 35
 \end{aligned}$$

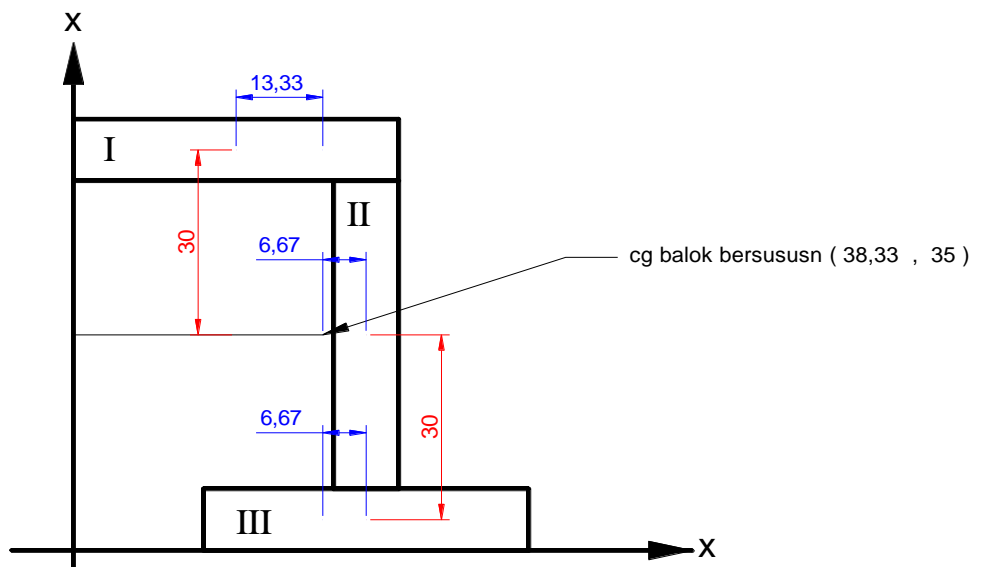
L untuk x diperoleh dari jarak cg balok ke sumbu x

L untuk y diperoleh dari jarak cg balok ke sumbu y

Yang ditunjukkan pada gambar di bawah



Dari hasil perhitungan cg balok bersusun seperti pada gambar adalah pada koordinat (38,33 , 35) maka I_{xx} dan I_{yy} dapat dihitung dengan cg balok bersusun sebagai acuan jarak cg balok bersusun dengan cg masing balok.



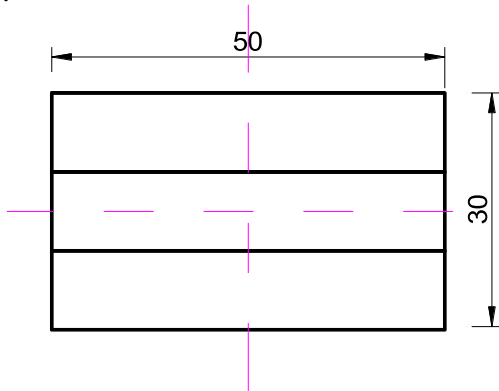
Gambar jarak cg balok bersusun dangan cg masing – masing balok

$$\begin{aligned}
 I_{xx} &= I_{xx1} + I_{xx2} + I_{xx3} \\
 &= \frac{1}{12} (50 \cdot 10^3) + 30^2 (50 \cdot 10) + \frac{1}{12} (10 \cdot 50^3) + 0 + \frac{1}{12} (50 \cdot 10^3) + 30^2 (50 \cdot 10)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 4166,67 + 450000 + 104166,67 + 4166,67 + 450000 \\
 &= 1012500,01 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{yy} &= I_{yy1} + I_{yy2} + I_{yy3} \\
 &= \frac{1}{12} (10 \cdot 50^3) + 13,33^2 (10 \cdot 50) + \frac{1}{12} (50 \cdot 10^3) + 6,67^2 (50 \cdot 10) \\
 &\quad + \frac{1}{12} (10 \cdot 50^3) + 6,67^2 (10 \cdot 50) \\
 &= 104166,67 + 88844,45 + 4166,67 + 22244,45 + 104166,67 + \\
 &\quad 22244,45 \\
 &= 341666,69 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

3.



$$\begin{aligned}
 I_{x,x} &= \frac{1}{12} b \cdot h^3 \\
 &= \frac{1}{12} 50 \cdot 30^3 \\
 &= 112500 \text{ mm}^4 \\
 I_{x,x} &= \frac{1}{12} h \cdot b^3 \\
 &= \frac{1}{12} 30 \cdot 50^3 \\
 &= 312500 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

DAFTAR PUSTAKA

Beer, F.P., Johnston, E.R.Jr., Mazurek, D.F., Cornwell, P.J., Eisenberg, E.R., 2010, VECTOR MECHANICS FOR ENGINEERS Statics and Dynamics 9th Edition, The McGraw-Hill Companies, Inc.

E. P. Popov 1984 " Mekanika Teknik (Mechanics of Matrials)" Erlangga : Indonesia

Ferdinand L. Singer, Andrew Pytel "Kekuatan bahan (teori kokoh - strength of materials)" Erlangga : Indonesia

Ferdinand P. Beer, E. Russell Jhonston, Jr, "MEKANIKA UNTUK INSINYUR" STATIKA · Edisi : 4: Erlangga : Indonesia

Hibbeler, R.C., 2013, Engineering Mechanics: STATICS 13th Edition, Published by Pearson Prentice Hall Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey

PROFIL PENULIS



Riyan Ariyansah, S.T., M.T.

Lahir di Karawang, 24 Juni 1991 Pernah menempuh pendidikan Sarjana S-1 di Universitas Singaperbangsa Karawang Program studi Teknik Mesin, S-2 pada program pascasarjana Universitas Pancasila jurusan Teknik Mesin, S-3 Universitas Sebelasmaret Program studi Teknik Matakuliah yang diampu : Statika Struktur, Mekanika Kekuatan Matrial, Getaran Mekanik Dan Lain Lain penulis dapat dihubungi melalui Email: riyan_ariyansah@uhamka.ac.id



Alfian Ady Saputra, S.T., M.T.

Lahir di Indramayu, 30 April 1987 Pernah menempuh pendidikan Sarjana (S-1) di STT Duta Bangsa Program studi Teknik mesin lulus pada tahun 2016, setelah itu melanjutkan Pendidikan S-2 pada program pasca sarjana Universitas Pancasila jurusan Teknik Mesin lulus Pada tahun 2018, pada tahun 2019 Aktif mengajar Matakuliah yang diampu : Statika Struktur, Mekanika Kekuatan Matrial, Getaran Mekanik Dan Lain Lain penulis dapat dihubungi melalui Email : alfianadys@gmail.com



Ir. Pungkas Prayitno, S.St. Pi., M.T.

Lahir di Pemalang 05 September 1983, Pernah menempuh Pendidikan D-IV Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta dengan mengambil Program Studi Permesinan Perikanan lulus tahun 2008. Melanjutkan studi S-2 di Universitas Pancasila Program studi Teknik Mesin Lulus 2018. Penulis aktif mengikuti pelatihan seperti : Pelatihan bela negara, Basic Training Safety Training (BST), Proficiency in Survival Craft and Rescue Boat (PSCRB) dan Teknik Familiarization (TF). Memiliki pengalaman kerja di MV Armada OIL sebagai Masinis 3, SMK Baruna Patarukan – Pemalang sebagai Kaprodi Teknik Mesin dan BAPPL-STP Serang sebagai Pengelola Workshop Mesin.