

MODUL
ILMU STATIKA DAN TEGANGAN
(MEKANIKA TEKNIK)



PROGRAM KEAHLIAN
TEKNIK GAMBAR BANGUNAN
SMK NEGERI 1 JAKARTA

KATA PENGANTAR

Modul dengan kompetensi menerapkan ilmu statika dan tegangan ini merupakan bahan ajar yang digunakan sebagai panduan siswa Sekolah Menengah Kejuruan bidang keahlian Teknik Bangunan. Dalam modul ini di jelaskan mengenai perhitungan konsep-konsep dari konstruksi bangunan atau biasa yang kita sebut ilmu statika, sehingga dengan modul ini diharapkan siswa dapat melaksanakan kegiatan belajar tanpa harus banyak dibantu oleh guru pembimbing/instruktur.

Melalui modul ini diharapkan siswa dan guru dapat terbantu dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar didalam sekolah.

DESKRIPSI

Modul ini terdiri dari satu kegiatan belajar yang mencakup tentang menjelaskan dan mengidentifikasi perhitungan dari konstruksi, seperti; menjelaskan besaran vektor sistem satuan hukum newton, menerapkan besaran vector pada gaya dan momen, membuat diagram gaya normal lintang dan momen, menerapkan teori keseimbangan serta menerapkan teori tegangan pada konstruksi bangunan.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	1
DESKRIPSI	1
DAFTAR ISI	2
TUJUAN AKHIR MODUL	3
KEGIATAN BELAJAR	3
A. Pendahuluan	4
B. Besaran vektor, system satuan, dan hukum Newton	4
C. Menerapkan besaran vector pada gaya, momen dan kopel.....	7
D. Menerapkan teori keseimbangan	20
E. Membuat diagram gaya pada konstruksi	25
F. Menerapkan teori tegangan.....	29
LATIHAN SOAL	32
DAFTAR PUSTAKA	33

TUJUAN AKHIR MODUL

Setelah mempelajari modul ini diharapkan siswa mampu memiliki kemampuan tentang menghitung suatu konstruksi bangunan, tanpa banyak dibantu oleh guru, dan siswa diharapkan dapat menelaah modul ini dengan baik karna pengetahuan mengenai ilmu statika dan tegangan ini sangat penting untuk merencanakan kekuatan dari konstruksi tersebut.

KEGIATAN BELAJAR

KOMPETENSI DASAR :

- Menjelaskan besaran vektor, sistem satuan, dan hukum *Newton*
- Menerapkan besaran vektor pada gaya, momen dan kopel
- Menerapkan teori keseimbangan
- Membuat diagram gaya normal, momen gaya, kopel pada konstruksi bangunan
- Menerapkan teori tegangan pada konstruksi bangunan.

1. TUJUAN

- Siswa mampu menjelaskan besaran vektor, sistem satuan, dan hukum *Newton*
- Siswa mampu menerapkan besaran vektor pada gaya, momen dan kopel
- Siswa mampu menerapkan teori keseimbangan
- Siswa mampu membuat diagram gaya normal, momen gaya, kopel pada konstruksi bangunan
- Siswa mampu menerapkan teori tegangan pada konstruksi bangunan.

2. MATERI

A. Pendahuluan

Statika adalah Ilmu yang mempelajari keseimbangan gaya di mana suatu konstruksi yang tetap diam walaupun pada konstruksi tersebut ada gaya-gaya

yang bekerja. Sedangkan perhitungan statika bangunan adalah ilmu yang mempelajari stabilitas dan kekuatan dari suatu konstruksi bangunan atau bagian-bagian dari bangunan itu sendiri.

B. Sistem satuan, dan hukum newton.

1) Satuan menurut standar ISO

Sistem Satuan Internasional atau lebih dikenal dengan sebutan satuan SI adalah system satuan yang telah diolah oleh organisasi standar internasional yang juga dikenal dengan nama ISO (International Organization for Standardization). Sistem ini menggantikan system satuan lama karna system satuan ini telah dipakai secara internasional (sejak 1980). Adapun system SI ini terdiri atas tiga macam satuan, yaitu satuan dasar, satuan tambahan, dan satuan turunan. Lambang besaran ditulis atau dicetak miring, tanpa tanda titik.

Contoh:

- a. L Lambang besaran untuk panjang
- b. E Lambang besaran untuk energy
- c. E_k untuk energy kinetis
- d. σ Lambang besaran untuk tegangan
- e. σ untuk tegangan yang diizinkan
- f. σ_b untuk tegangan patah yang diizinkan

Lambang satuan apabila ditulis lengkap maka menggunakan huruf kecil, termasuk lambang satuan yang diambil dari nama orang, Negara, atau nama sesuatu hal. Jika lambang satuan (nama orang/negara) itu disingkatkan maka huruf pertama (apabila terdiri atas dua huruf atau lebih) ditulis dengan huruf besar dan huruf berikutnya ditulis dengan huruf kecil.

Contoh:

- a. m untuk meter
- b. s untuk sekon/detik
- c. A untuk ampere (nama orang)

- d. N untuk newton (nama orang)
- e. Kg untuk kilogram
- f. Btu untuk british thermal unit (nama negara)
- g. Wb untuk weber (nama orang)

a) Satuan Panjang

Besaran panjang satuannya meter dengan lambang satuan (m). nama satuan meter adalah termasuk satuan dasar untuk SI

b) Satuan Massa

Nama satuan untuk besaran massa adalah kilogram dengan lambang satuan (kg). kilogram termasuk satuan dasar untuk SI

c) Satuan *Gravitasi*

Percepatan itu disebabkan karena gaya tarik bumi. Gaya tarik bumi disebut juga dengan *gravitasi* dan percepatan yang disebabkan oleh gaya tarik bumi disebut *percepatan gravitasi*. Gravitasi diberi lambang satuan g dan didalam menyelesaikan soal-soal pada umumnya gravitasi besarnya diambil sama dengan $9,8 \text{ m/s}^2$

d) Satuan Waktu

Besaran waktu nama satuannya detik dengan lambang satuan s.

e) Satuan Gaya

Nama satuan untuk gaya menurut SI adalah newton dengan lambang N. satuan gaya satuan turunan yang mempunyai nama dan lambang sendiri. Gaya menyebabkan percepatan pada benda dan besarnya percepatan itu tergantung pada besarnya massa benda dan besarnya gaya.

Seperti dikatakan dalam hukum Newton II sebagai berikut:

“Gaya yang bekerja pada suatu benda adalah sama dengan massa benda dikalikan percepatannya”

Jadi, gaya = massa x percepatan ($F = m \times a$)

1 *Newton* adalah gaya yang memberi percepatan sebesar 1 m/s^2 pada massa 1 kg. satuan lain untuk gaya adalah *dyne*.

- $1 \text{ Newton} = 1 \text{ kg m/s}^2$

$$= 1000 \text{ g} \times 100 \text{ cm/s}^2$$

- 1 newton = 10^5 dyne

2) Batasan Besaran

- Membedakan antara besaran dengan satuan

Besaran ini dapat diklasifikasi ke dalam kategori-kategori. Setiap kategori berisi hanya besaran-besaran yang dapat dibandingkan. Bila besaran itu dipilih sebagai besaran patokan disebut satuan. Semua besaran yang lain dapat dinyatakan sebagai hasil kali dari satuan ini dengan suatu angka yang disebut nilai bilangan dari besaran tersebut.

Contoh:

Gaya tekan sebesar 10 N

$$F = 10 \text{ N}$$

Maka N melambangkan satuan yang dipilih untuk besaran F dan 10 melambangkan nilai bilangan dari besaran F bila dinyatakan dalam satuan N.

Dalam bidang matematika, pada umumnya terdapat tiga besaran dasar, yaitu panjang, massa, dan waktu. Akan tetapi, pemilihan yang lain juga mungkin. Misalnya panjang, waktu, dan gaya atau panjang, waktu dan energi.

Dari satuan dasar, satuan tambahan, dan satuan turunan bersama-sama membentuk satuan SI yang koheren.

No.	Besaran	SI Unit dalam Satuan Dasar
1.	Kecepatan	m/s
2.	Gaya	kg m/s ²
3.	Energi	kg m ² /s ²
4.	Tekanan	kg/ms ²

▪ **Besaran vektor dan besaran skalar**

Besaran vektor adalah besaran yang memiliki besar dan arah . contohnya : kecepatan, percepatan gravitasi, dan gaya. Vektor dapat digambarkan dengan tanda anak panah. Panjang anak panah melambangkan besarnya vektor dan ujung anak panah menunjukkan arah bekerjanya vektor.

Besaran *skalar* adalah besaran yang hanyamemiliki besar saja. Contohnya: laju, berat, jarak, dan waktu.

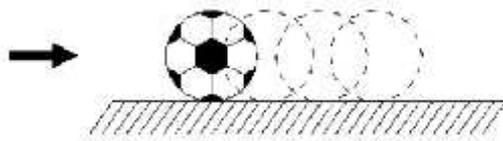
Besaran vektor dan Besaran *skalar*

No.	Besaran Vektor	Besaran Skalar
1.	Perpindahan	Jarak
2.	Kecepatan	Laju
3.	Percepatan	Kekuatan
4.	Gaya	Waktu
5.	Momentum	Volume
6.	Kuat medan magnet	Kerja
7.	Torsi (momen-gaya)	Massa (Inersia)

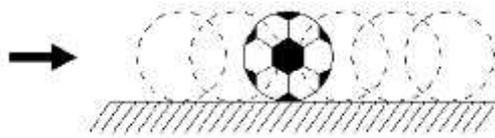
Catatan: Untuk besaran vektor perpindahan, kecepatan, dan percepatan ada hubungannya dengan kolom di sebelah kanannya pada besaran scalar. Misalnya, laju adalah besarnya kecepatan.

C. Menerapkan besaran vektor pada gaya momen dan kopel.

Apabila kita hendak memahami tentang gaya amati dan perhatikan kejadian-kejadian di bawah ini.



Sebuah bola di tendang maka bola tersebut akan bergulir, dengan kata lain terjadi perubahan tempat dari bola.



Sebuah bola yang sedang bergulir di tendang lagi, bola tersebut akan bergulir lebih cepat. Dengan kata lain, terjadi perubahan gerak pada bola.

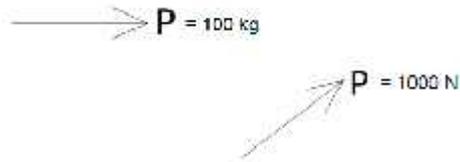


Sebuah bola dalam keadaan diam di sisi sebuah tembok. Setelah bola itu di tendang bola tersebut tetap diam. Namun tak lama berselang akan terjadi perubahan bentuk pada bola itu.

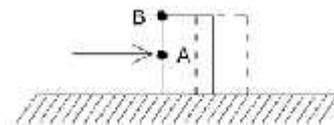
Dari ketiga kejadian tadi dapat disimpulkan bahwa, **Gaya** adalah sesuatu yang dapat menimbulkan perubahan tempat, gerak, atau bentuk suatu benda. Gaya juga merupakan besaran **vektor** dan dapat digambarkan dengan lukisan garis dan dengan perhitungan.

Gaya mempunyai ciri-ciri:

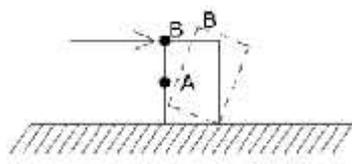
- Gaya mempunyai besaran
Misalnya 100 kg, 1000 Newton dan 50 Ton



- Gaya mempunyai titik tangkap
Suatu titik tempat gaya itu bekerja



Kotak di dorong pada titik A maka kotak akan bergerak ke kanan



Kotak di dorong pada titik B maka kotak tidak akan bergeser namun akan terjungkir.

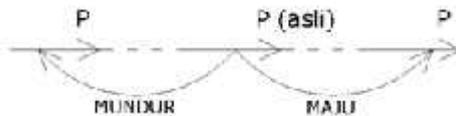
Kedua peristiwa pada gambar tadi menunjukkan bahwa gaya mempunyai titik kerja atau titik tangkap.

- Mempunyai garis kerja

Garis kerja gaya merupakan garis lurus yang terletak berhimpit dengan gaya itu sendiri.

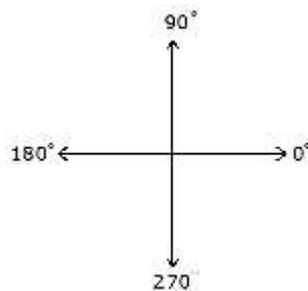


Sebuah gaya dapat dipindahkan maju atau mundur asal tetap dalam garis kerjanya



- Mempunyai arah

Gaya mempunyai arah ke kiri, ke kanan, ke atas, ke bawah dan lain-lain. Gaya adalah sebuah vektor yaitu besaran yang mempunyai arah.



Gaya tidak dapat kita lihat tetapi hanya dapat dirasakan. Oleh sebab itu untuk menggambarkan gaya dalam penyelesaian soal-soal statika bangunan diperlukan lambang. Lambang adalah suatu garis berskala dan berarah yang disebut **vektor**.

Misalnya gaya (P) = 100 kg

Skala gaya 1 cm = 20 kg maka panjang

$$\frac{100}{20} = 5 \text{ cm}$$

vektornya =

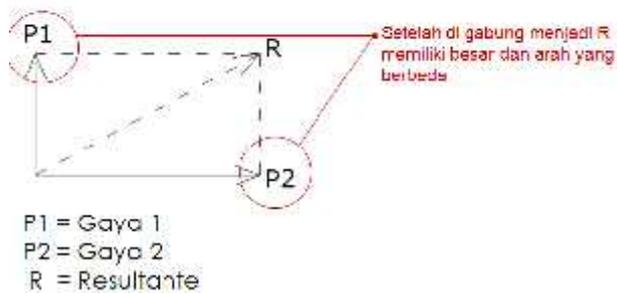
Skala gaya 1 cm = 20 kg diartikan tiap 1 cm mewakili 20 kg gaya.

Resultan

Menyusun gaya atau menjumlahkan gaya atau dengan kata lain dua buah gaya atau lebih dapat digabung menjadi satu gaya pengganti yang di sebut RESULTANTE.

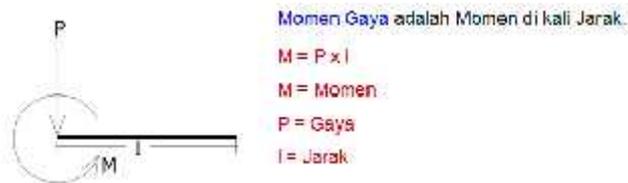
Resultante di lambangkan R

Perhatikan gambar :



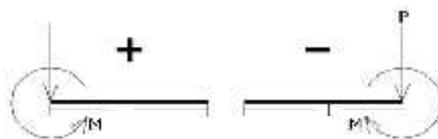
Momen Gaya

Momen adalah suatu keadaan di mana aksi dan reaksi tidak dalam satu garis kerja.



Untuk momen ada perjanjian :

1. Apabila putarannya searah jarum jam maka di sebut momen positif (+).
2. Apabila putarannya berlawanan jarum jam maka di sebut momen negatif (-).



Menyusun Gaya (Menghitung Resultant Gaya)

Menyusun gaya dapat dilakukan dengan dua cara:

1. Secara grafis

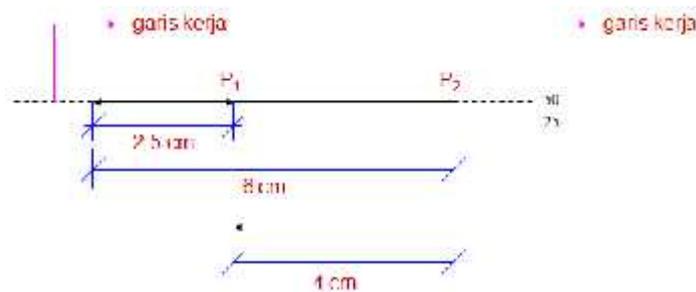
Dalam menyusun gaya secara lukisan atau grafis harus menggunakan skala gaya dan menggambarannya dengan benar. Kesalahan menggambar akan mempengaruhi hasil yang sebenarnya.

Contoh:

Susunlah dua buah gaya $P_1 = 150$ kg ke kiri dan $P_2 = 50$ kg (ke kanan) menjadi satu resultante (R).

Penyelesaian :

Tentukan skala gaya misalnya $1\text{ cm} = 25$ kg



a. Gambarkan vektor $P_1 = \frac{150}{25} = 6$ cm

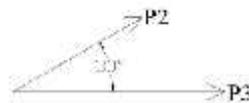
b. Gambarkan vektor $P_2 = \frac{50}{25} = 2$ cm

Jadi $R = (6 - 2) \text{ cm} \times 25$
 $= 100$ kg (arah ke kiri)

❖ Menyusun gaya dengan cara jajaran Genjang (Paralelogram)

Menyusun gaya-gaya dengan cara jajaran genjang (paralelogram) sangat mudah dikerjakan, tetapi untuk gaya-gaya yang berlainan arah dan titik tangkap yang berlainan arah, menimbulkan gambar yang rumit.

Contoh: P_1



Tentukan resultante gaya

$P_1 = 100$ kg

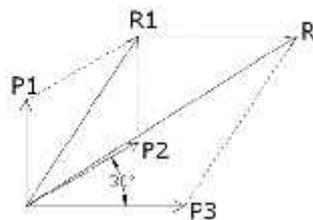
$P_2 = 100$ kg

$P_3 = 125$ kg

Dengan sudut-sudut seperti gambar

Penyelesaian :

1. Tentukan skala gaya misalnya 1 cm = 25 kg.
2. Gambarkan posisi gaya dengan berskala.
3. Buat jajaran genjang dengan P1 dan P2 sebagai sisi.
4. Tarik diagonal (dari sudut yang dibentuk P1 dan P2 dan itulah R1).
5. Buat jajaran genjang dengan R1 dan P3 sebagai sisi.
6. Tarik diagonal dari sudut yang dibentuk R1 dan P3 dan itulah R.
7. Ukur panjang R kemudian kalikan dengan skala gaya dan itulah besar R.



$$R = 10,2 \text{ cm} \times 25 = 255 \text{ kg}$$

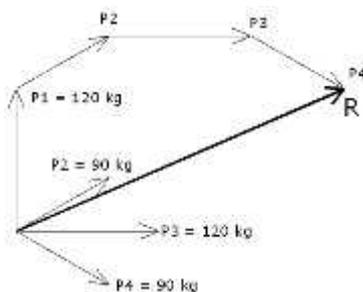
Apabila banyak gayanya maka cara yang dipakai sama dengan yang diatas.

❖ Menyusun gaya dengan cara segi banyak (poligon gaya)

Menentukan resultante dengan cara segi banyak gaya, kita hanya menghubungkan gaya yang satu dengan yang lainnya, kemudian garis penghubung titik tangkap gaya yang pertama dengan ujung gaya yang terakhir itulah yang di sebut resultante (R) sedangkan arahnya menuju ujung gaya yang terakhir.

Contoh : Tentukan resultante gaya P1, P2, P3 dan P4

Misalkan skala gaya 1 cm = 30 kg



Langkah penyelesaian :

1. Gambarkan posisi gaya dengan berskala.
 2. Hubungkan P2 dari ujung P1.
 3. Hubungkan P3 dari ujung P2.
 4. Hubungkan P4 dari ujung P3.
 5. Hubungkan titik tangkap P1 dengan ujung P4 dan itulah R.
 6. Ukur panjang R dan kalikan dengan skala gaya dan itulah besar R.
2. Secara Hitungan atau analitis

- ❖ Menyusun gaya-gaya yang berada dalam satu garis kerja

Cukup dengan menjumlahkan angka gaya dengan perjanjian gaya arah ke kanan positif (+) dan ke kiri negatif(-) atau sebaliknya.



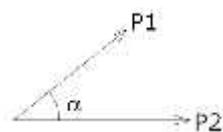
$$R = 60 + 50 + 40 = 150 \text{ kg (ke kanan)}$$

Contoh 2 :



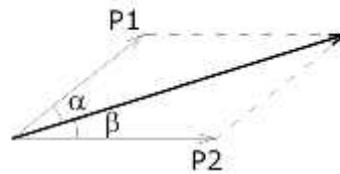
$$R = -120 + 40 + 30 = -50 \text{ kg (ke kiri)}$$

- ❖ Menyusun dua gaya yang satu titik tangkap tapi tidak dalam satu garis kerja



Resultante kedua gaya P1 dan P2 yang membentuk sudut α dapat dihitung dengan rumus : $R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2P_1P_2 \cos \alpha}$

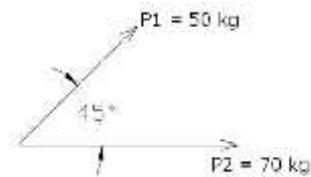
Sedang letak R dapat di hitung dengan dalil sinus



$$\frac{P1}{\sin \beta} = \frac{R}{\sin (180 - \alpha)}$$

$$\sin \beta = \frac{P1 \cdot \sin (180 - \alpha)}{R}$$

Contoh:



Tentukanlah resultante P1 dan P2 yang membentuk sudut 45° serta tentukanlah sudut β yang dibentuk R

$$R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2P_1P_2 \cos \alpha}$$

$$= \sqrt{50^2 + 70^2 + 2 \cdot 50 \cdot 70 \cos 45^\circ}$$

$$= \sqrt{2500 + 4900 + 7000 \cdot 0,707}$$

$$= \sqrt{7400 + 4949}$$

$$= \sqrt{12349}$$

$$= 111 \text{ kg}$$

$$\sin \beta = \frac{P_1 \cdot \sin (180 - \alpha)}{R}$$

$$= \frac{50 \cdot \sin 45^\circ}{111}$$

$$= \frac{35,35}{111}$$

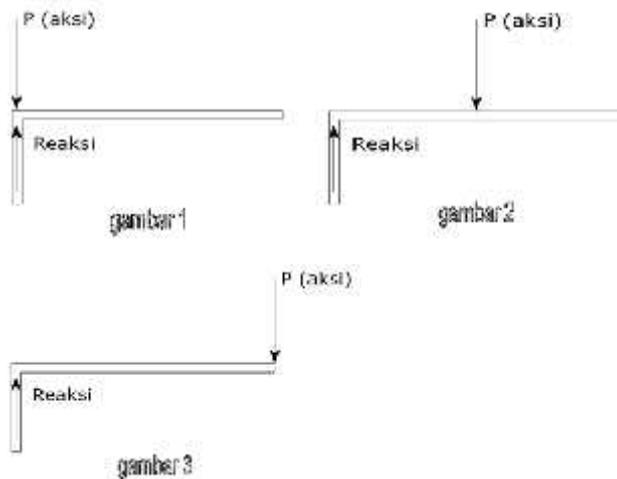
$$= 0,3184$$

$$\beta = \alpha \sin 0,3184$$

$$= 18,57^\circ$$

Menghitung Momen Gaya

Apabila kita ingin mengetahui tentang momen maka lihatlah kejadian di bawah ini.



Dari ketiga gambar tadi adalah potongan kayu kaso yang disambung dengan siku. Sekarang kita pegang kayu yang vertikal dan persis di atasnya diberi beban ringan (P) maka terasa oleh tangan kita beban ringan tersebut. Kita geser beban ringan P agak ke kanan pada bahu horizontal (gambar 2) maka terasa oleh tangan kita beban bertambah padahal beban tetap (tidak berubah). Kita geser lagi beban ringan itu hingga ujung kayu horizontal maka tangan kita terasa tidal kuat lagi untuk menahan beban itu padahal (beban tetap ringan). Dari kejadian diatas dapat disimpulkan pada keadan pertama beban terasa ringan karena beban berada satu garis kerja dengan reaksi (tidak ada momen).

Jadi :

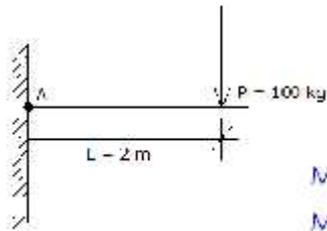
1. Momen adalah suatu kejadian dimana aksi dan reaksi tidak dalam satu garis kerja
2. Besarnya momen adalah gaya dikali jarak
3. Satuan momen adalah satuan gaya dikali satuan jarak (kg.cm, kg.m, ton.cm, ton.m)

Contoh 1 :

Sebuah balok dijepit tegak lurus pada tembok. Ujung balok sepanjang 2 m dari tembok dibebani $P = 100$ kg.

Berapa besarnya momen di A ?

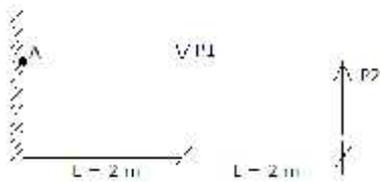
Penyelesaian :



Momen pada A adalah :

$$\begin{aligned}M_A &= P \cdot L \\ &= 100 \cdot 2 \\ &= 200 \text{ kg.m}\end{aligned}$$

Contoh 2 :



Diketahui :

$$P1 = 150 \text{ kg}$$

$$P2 = 50 \text{ kg}$$

Ditanya M_A ?

Penyelesaian:

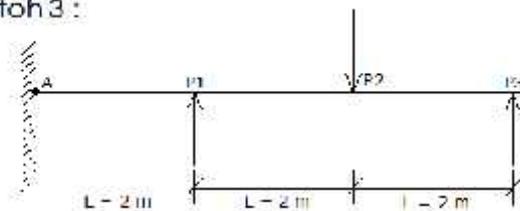
$$M_A = P1 \cdot 2 - P2 \cdot 4$$

$$= 150 \cdot 2 - 50 \cdot 4$$

$$= 300 - 200$$

$$= 100 \text{ kgm}$$

Contoh 3 :



Diketahui : $P1 = 100 \text{ kg}$, $P2 = 40 \text{ kg}$ dan $P3 = 80 \text{ kg}$

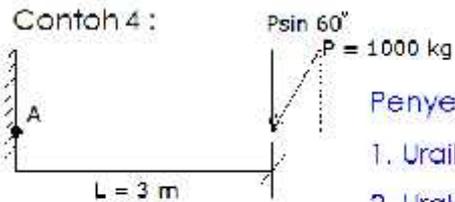
Ditanya : M_A ?

$$\text{Penyelesaian : } M_A = -P1 \cdot 2 + P2 \cdot 4 - P3 \cdot 6$$

$$= -100 \cdot 2 + 40 \cdot 4 - 80 \cdot 6$$

$$= -200 + 160 - 480$$

$$= -520 \text{ kgm}$$



Penyelesaian :

1. Uraikan P ke vertikal
2. Uraikannya adalah $P \sin 60^\circ$

Diketahui : $P = 1000 \text{ kg}$
 sudut 60°

$$M_A = P \sin 60 \times L$$

$$= 1000 \times 0,866 \times 3$$

$$= 2598 \text{ kgm}$$

Ditanya : $M_A?$

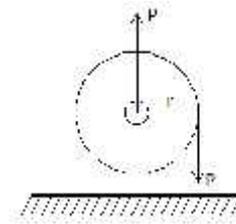
Menerapkan momen kopel

Perhatikan gambar di samping !

Benda tidak dalam keseimbangan walaupun $R = 0$.

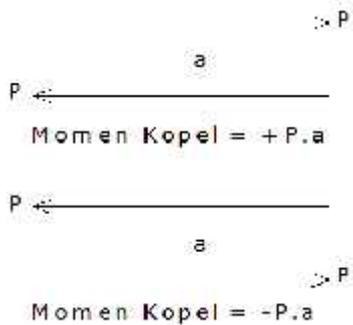
$$R = P - P$$

$$= 0$$



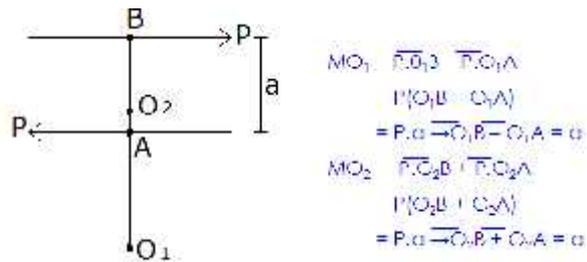
Mengapa benda tidak seimbang? Karena pada benda bekerja suatu kopel.

Kopel adalah dua buah gaya yang sama besar, sejajar, dan berlawanan arah. Kopel sama dengan momen di mana besarnya momen kopel adalah hasil kali salah satu dari gaya itu dengan jarak kedua gaya.



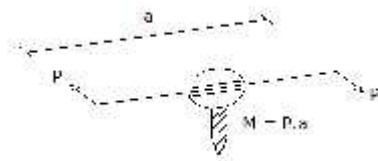
Sifat kopel ada dua yaitu :

1. Suatu kopel boleh dipindahkan pada bidang datar tempat kopel itu berada dan pada bidang datar yang sejajar dengan bidang datar tempat kopel itu. bukti lihat pada gambar



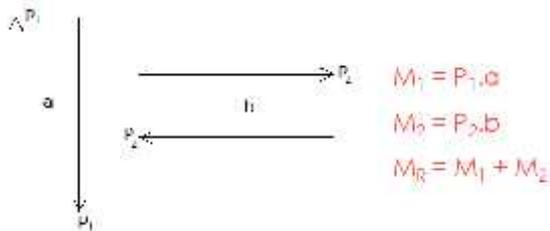
Jadi di mana pun titik O diambil momen kopel tidak akan berubah.

2. Suatu kopel memberi sifat rotasi dalam bidang datar kopel.

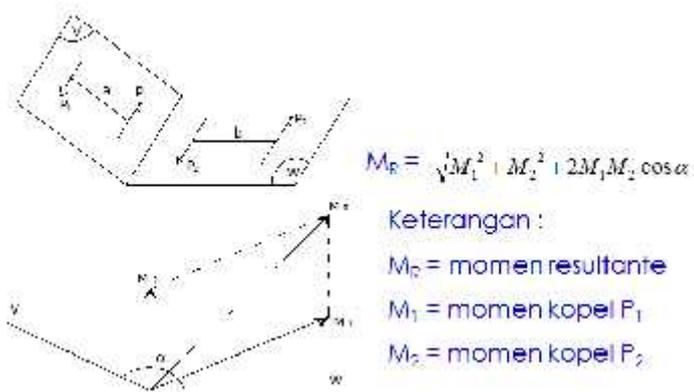


Sekrup akan diputar oleh suatu kopel maka momen kopel adalah $M = P \cdot a$.

Dua buah kopel yang terletak pada sebuah bidang datar dapat dijumlahkan secara aljabar.

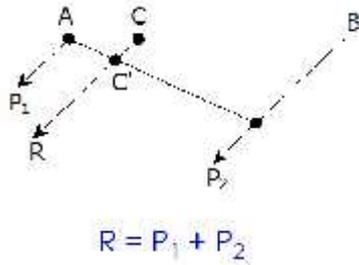


Jika kopel itu tidak terletak dalam satu bidang datar akan tetapi terletak pada dua bidang datar.



Dua buah gaya yang sejajar dan searah.

Letak resultante dua buah gaya yang sejajar dan searah dapat dihitung dengan dalil momen.



Letak R lebih dekat pada gaya yang lebih besar (P_1) dan menangkap di C.

Menurut dalil momen :

$$M_R > M_1 + M_2$$

terhadap titik A

$$R \cdot AC' = 0 + P_2 \cdot AB'$$

$$R = P_1 + P_2$$

$$(P_1 + P_2) \cdot AC' = P_2 \cdot AB'$$

$$AC' = AC \cos \alpha$$

$$AB' = AB \cos \alpha$$

Jadi

$$(P_1 + P_2) AC \cos \alpha = P_2 AB \cos \alpha$$

$$(P_1 + P_2)AC = P_2AB$$

$$P_1AC + P_2AC = P_2AB$$

$$P_1AC = P_2AB - P_2AC$$

$$P_1AC = P_2BC$$

$$AB - AC = BC$$

$$P_1 : P_2 = BC : AC$$

D. Menerapkan Teori Keseimbangan

a. Tumpuan

Suatu konstruksi direncanakan untuk suatu keperluan tertentu. Tugas utama suatu konstruksi adalah mengumpulkan gaya akibat muatan yang bekerja padanya dan meneruskannya ke bumi. Untuk melaksanakan tugasnya dengan baik maka konstruksi harus berdiri dengan kokoh.

Konstruksi akan stabil bila konstruksi diletakkan diatas pondasi yang baik. Pondasi ini akan melawan gaya aksi yang diakibatkan oleh muatan yang diteruskan oleh konstruksi kepada pondasi. Gaya lawan yang timbul pada pondasi disebut: Reaksi. Pondasi yang dimaksudkan disini adalah Perletakan atau tumpuan. Untuk menjamin stabilitas suatu konstruksi harus dipenuhi syarat aksi sama dengan Reaksi. Reaksi sebagai gaya yang bekerja pada pondasi dapat berupa momen atau gaya, ataupun kombinasi momen dan gaya.

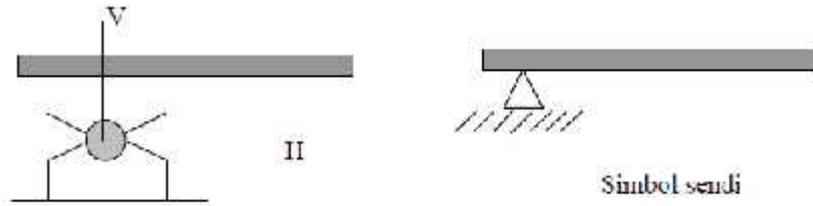
Tumpuan adalah tempat bersandarnya konstruksi dan tempat bekerjanya reaksi. Jenis tumpuan berpengaruh terhadap jenis konstruksi, sebab setiap jenis tumpuan mempunyai karakteristik sendiri.

Jenis tumpuan tersebut adalah :

- 1) Tumpuan Sendi / Engsel
- 2) Tumpuan Rol
- 3) Tumpuan Jepit
- 4) Tumpuan Gesek
- 5) Tumpuan Bidang
- 6) DatarTumpuan Tali
- 7) Pendel
- 8) Tumpuan Titik

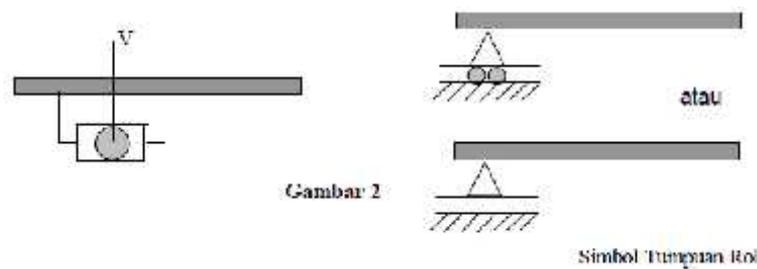
Dari jenis – jenis tumpuan tersebut yang banyak dijumpai dalam bangunan adalah tumpuan Sendi, Rol, dan Jepit. Oleh karena itu yang akan diuraikan karakteristiknya hanya tumpuan Sendi, Rol, dan Jepit.

- Tumpuan sendi dapat menerima gaya dari segala arah tetapi tidak mampu menahan momen. Dengan demikian tumpuan sendi mempunyai dua gaya reaksi.

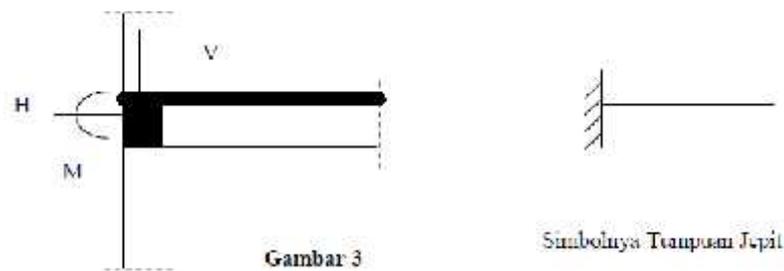


Gambar 1

- Tumpuan Rol hanya dapat menerima gaya dalam arah tegak lurus Rol dan tidak mampu menahan momen. Jadi tumpuan Rol hanya mempunyai satu gaya reaksi yang tegak lurus dengan Rol.



- Tumpuan Jepit dapat menahan gaya dalam segala arah dan dapat menahan momen. Dengan demikian tumpuan jepit mempunyai tiga gaya reaksi.



b. Konsep Keseimbangan

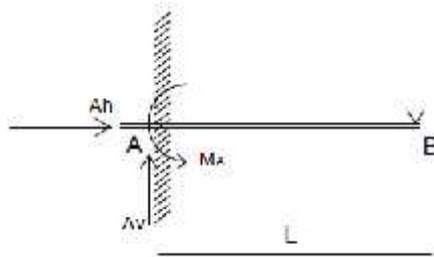
Gaya reaksi dapat ditentukan dengan syarat-syarat keseimbangan yaitu $\sum H=0$, $\sum V=0$ dan $\sum M=0$.

$M = 0$, Maksudnya adalah jumlah momen yang bekerja pada balok harus sama dengan 0.

$V = 0$, Maksudnya adalah jumlah gaya yang bekerja vertikal pada balok harus sama dengan 0.

$H = 0$, Maksudnya adalah jumlah gaya yang bekerja horizontal pada balok harus sama dengan 0.

c. Menghitung Reaksi pada Perletakan Jepit.



besar gaya reaksi tumpuannya adalah :

$$H=0; H_a=0$$

$$V=0; V_a - P=0$$

$$V_a=P$$

$$M_a=0; M_a+PxL=0$$

$$M_a = -Px L$$

- Tanda arah dalam reaksi:

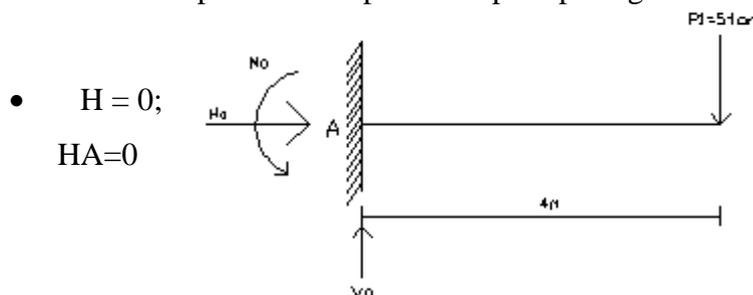
Vertikal = - apabila arah nya kebawah dan + apabila arahnya ke atas

Horizontal = - apabila mendekati tumpuan + menjauhi tumpuan

Momen = + apabila arah nya searah jarum jam dan mengarah ke tumpuan dan - sebaliknya

Contoh:

Menghitung gaya reaksi pada gelagar diatas tumpuan jepit dengan beban terpusat P. Sebuah gelagar A panjang L terletak diatas tumpuan jepit A dan mendapat beban terpusat P seperti pada gambar:

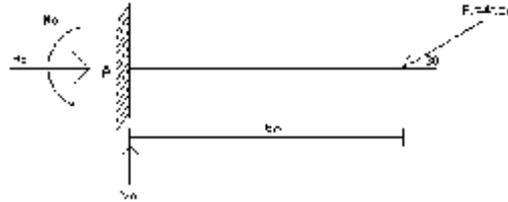


- $H = 0;$
 $H_A=0$

- $V=0;$
- $MA+(PxL)=0$
- $MA+(5x4)=0$
- $MA=-20Tm$
- $VA-P=0$
- $VA-5=0$
- $VA = +5 \text{ ton}$

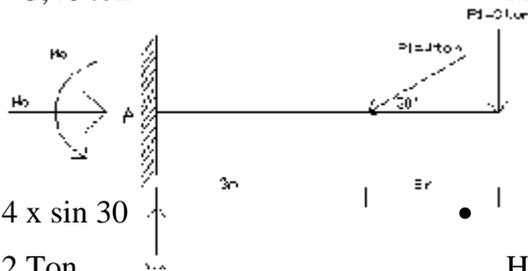
Contoh:

1.



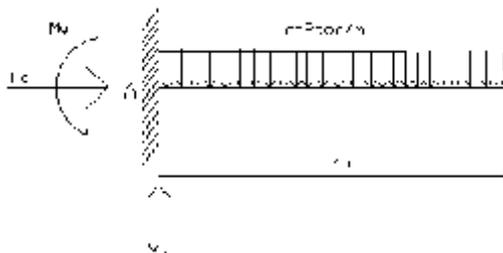
- $PV = 4 \times \sin 60$
- $PV = 3,46 \text{ KN}$
- $PH = 4 \times \cos 60$
- $PH = 2 \text{ Ton}$
- $H = 0;$
- $HA-PH=0$
- $HA-2=0$
- $HA=+2\text{Ton}$
- $V=0;$
- $M = 0$
- $MA+(PxL)=0$
- $MA+(3,46x5)=0$
- $MA=-17,3\text{Tonm}$
- $VA-PV=0$
- $VA-3,46=0$
- $VA = +3,46 \text{ ton}$

2.



- $PV = 4 \times \sin 30$
- $PV = 2 \text{ Ton}$
- $PH = 4 \times \cos 30$
- $PH = 3,46 \text{ Ton}$
- $H = 0;$
- $HA-PH=0$
- $HA-3,46=0$
- $HA=+3,46\text{Tonm}$
- $V=0;$
- $M = 0$
- $MA+(P1xL)+(P2xL)=0$
- $MA+(2x3)+(3x5)=0$
- $MA=-21\text{Tonm}$
- $VA-P1-P2=0$
- $VA-2-3=0$
- $VA = +5 \text{ ton}$

3.



- $H = 0;$

$$H_A = 0$$

- $V = 0;$

$$V_A - (q \times L) = 0$$

$$V_A - (2 \times 4) = 0$$

$$V_A = +8 \text{ ton}$$

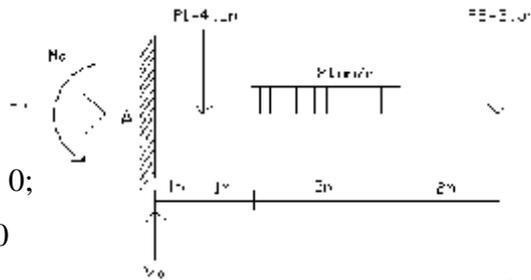
- $M = 0$

$$M_A + (q \times L \times \frac{1}{2}L) = 0$$

$$M_A + (2 \times 4 \times 2) = 0$$

$$M_A = -16 \text{ Tm}$$

4.



- $H = 0;$

$$H_A = 0$$

- $V = 0;$

$$V_A - (P1) - (q \times L) - (P2) = 0$$

$$V_A - (4) - (2 \times 3) - (3) = 0$$

$$V_A = +13 \text{ ton}$$

$$M_A + (P1 \times L) + (P2 \times L) + (q \times L \times \frac{1}{2}L) = 0$$

$$M_A + (4 \times 1) + (3 \times 7) + (2 \times 3 \times 3,5) = 0$$

- $M = 0$

$$M_A = -46 \text{ Tonm}$$

Menghitung Reaksi Pada Perletakkan Sendi-roll

- $H = 0;$

$$+H \pm P = 0 \text{ (Gaya-gaya horizontal yang ada pada balok)}$$

- $V = 0;$

$$+V \pm P = 0 \text{ (Gaya-gaya vertikal yang ada pada balok)}$$

- $M = 0;$

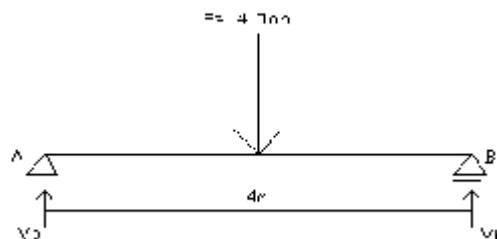
$$+(P_v \times a) \pm (V \times L) = 0$$

Contoh soal:

1.

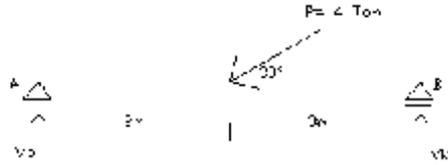
- $H = 0;$

$$H_A = 0$$



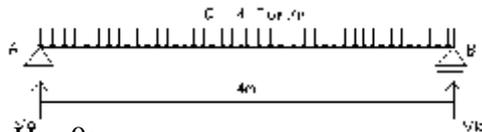
- $M_a=0;$ $V = 0$
 $+(P \times 1) - (V_b \times 4) = 0$ $V_a - (P) + V_b = 0$
 $+(4 \times 2) - (V_b \times 4) = 0$ $V_a - (4) + 2 = 0$
 $V_b = +2\text{Ton}$ $V_a = 2\text{Ton}$

2.



- $PV = 4 \times \sin 30$ • $H = 0;$
 $PV = 2 \text{ Ton}$ $H_A - PH = 0$
 $PH = 4 \times \cos 30$ $H_A - 3,46 = 0$
 $PH = 3,46 \text{ Ton}$ $H_A = +3,46\text{Ton}$
- $M_a=0;$ • $V = 0$
 $+(P_v \times 2) - (V_b \times 5) = 0$ $V_a - P_v + V_b = 0$
 $(2 \times 2) - (V_b \times 5) = 0$ $V_a - 2 + 0,8 = 0$
 $4 - (V_b \times 5) = 0$ $V_a = 1,2\text{ton}$
 $V_b = 0,8\text{ton}$

3.

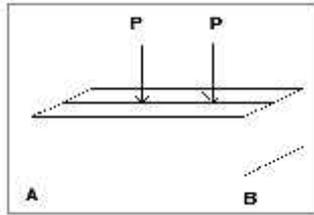


- $H = 0;$
 $H_A = 0$
- $M_a=0;$ • $V = 0$
 $+(q \times L \times \frac{1}{2}L) - (V_b \times L) = 0$ $V_a - (q \times l) + V_b = 0$
 $+(4 \times 2 \times 2) - (V_b \times 4) = 0$ $V_a - (2 \times 4) + V_b = 0$
 $V_b = +4\text{Ton}$ $V_a = 4\text{Ton}$

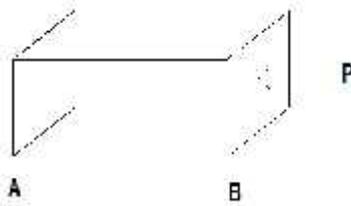
E. Membuat diagram gaya normal, momen gaya, dan lintang

Sebuah batang yang dibebani suatu gaya maka di dalam batang itu sendiri akan timbul gaya reaksi atau gaya lawan yang dihasilkan oleh gaya di antara molekul-molekul itu sendiri. Reaksi atau gaya lawan di dalam batang itu disebut dengan *gaya dalam*.

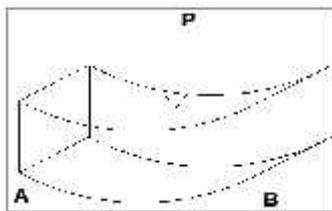
- Gaya lintang adalah gaya yang melintang pada batang atau gaya yang sejajar penampang (lihat gambar).



- Gaya normal adalah gaya yang sejajar dengan batang (searah serat balok) atau gaya yang tegak lurus penampang (lihat gambar).



- Momen adalah gaya yang melengkungkan/ melenturkan batang.



Gaya Normal : menyebabkan gaya tarik (+), menyebabkan gaya tekan (-)

Gaya Lintang : menyebabkan putaran searah jarum jam (+), menyebabkan putaran berlawanan arah jarum jam (-)

Gaya Momen : menyebabkan sumbu cekung keatas (+), menyebabkan sumbu cekung keatas (-)

Menghitung dan Menggambar Gaya Dalam pada Balok Tunggal yang Bermuatan Terpusat

- Gaya Lintang
 $L = (\text{Gaya} \pm \text{Gaya vertical yang ada pada balok})$
- Bidang Normal
 $N = \text{Gaya Horizontal}$
- Bidang Momen

$$M = (V \times L) \pm (P \times l)$$

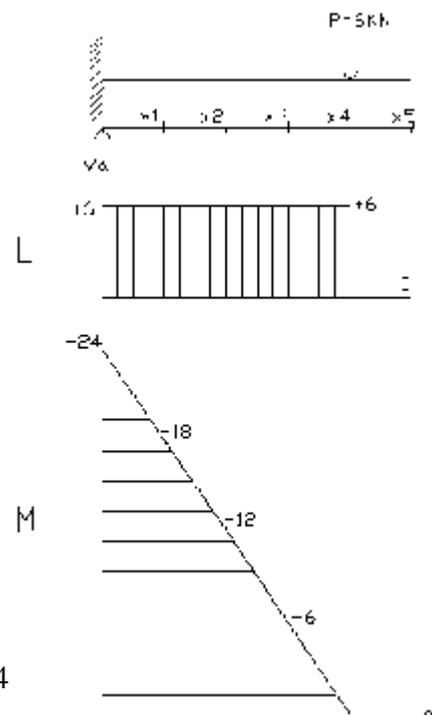
Gaya Dalam	Tanda Diagram	
	Positif	Negatif
Normal	Ke atas	Ke bawah
Lintang	Ke atas	Ke bawah
Momen	Ke bawah	Ke atas

Contoh Soal;

1. Hitung dan Gambarkan diagram gaya-gaya dalam yang ada pada balok perletakkan jepit dibawah ini:

- $V=0;$
 $V_A - P = 0$
 $V_A - 6 = 0$
 $V_A = +6 \text{ KN}$
- $M = 0$
 $M_A + (P \times L) = 0$
 $M_A + (6 \times 5) = 0$
 $M_A = -30 \text{ KNm}$
- Gaya Lintang (L)
 $X=0 \quad L = V_a = +6$
 $X=1 \quad L = V_a = +6$
 $X=2 \quad L = V_a = +6$
 $X=3 \quad L = V_a = +6$
 $X=4 \quad L = V_a - P = 6 - 6 = 0$
 $X=5 \quad L = V_a - P = 6 - 6 = 0$

- Momen (M)
 $M_0 = M_a = -30$
 $M_1 = M_a + V_a \times l = -30 + 6 \times 1 = -24$
 $M_2 = M_a + V_a \times l = -30 + 6 \times 2 = -18$
 $M_3 = M_a + V_a \times l = -30 + 6 \times 3 = -12$
 $M_4 = M_a + V_a \times l = -30 + 6 \times 4 = -6$



$$M_5 = M_a + V_a \times 1 - (P \times 1) = -30 + 6 \times 5 - (6 \times 1) = -6$$

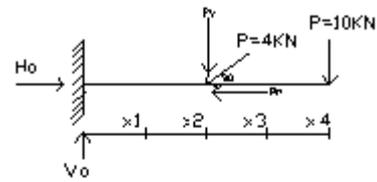
2. Hitung dan Gambarkan diagram gaya-gaya dalam yang ada pada balok perletakkan jepit dibawah ini:

- $PV = 4 \times \sin 30$
 $PV = 2 \text{ Ton}$
 $PH = 4 \times \cos 30$
 $PH = 3,46 \text{ KN}$

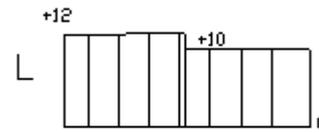
- $H = 0;$
 $HA - PH = 0$
 $HA - 3,46 = 0$
 $HA = +3,46 \text{ KNm}$

- $V = 0$
 $V_a - P_1 - P_2 = 0$
 $V_a - 2 - 10 = 0$
 $V_a = +12 \text{ KN}$

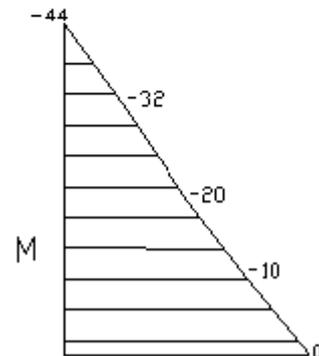
- $M = 0$
 $M_a + (P_1 \times 1) + (P_2 \times 1) = 0$
 $M_a + (2 \times 2) + (10 \times 4) = 0$
 $M_a + 4 + 40 = 0$
 $M_a = -44 \text{ KNm}$



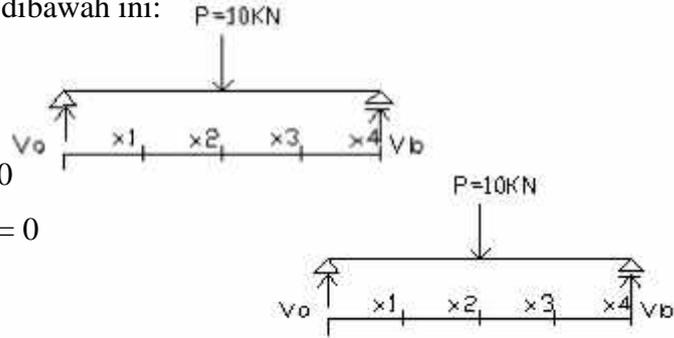
- Gaya Lintang (L)
 $X=0 \quad L = V_a = +12$
 $X=1 \quad L = V_a = +12$
 $X=2 \quad L = V_a - P_1 = 12 - 2 = 10$
 $X=3 \quad L = V_a - P_1 = 12 - 2 = 10$
 $X=4 \quad L = V_a - P_1 - P_2 = 12 - 2 - 10 = 0$



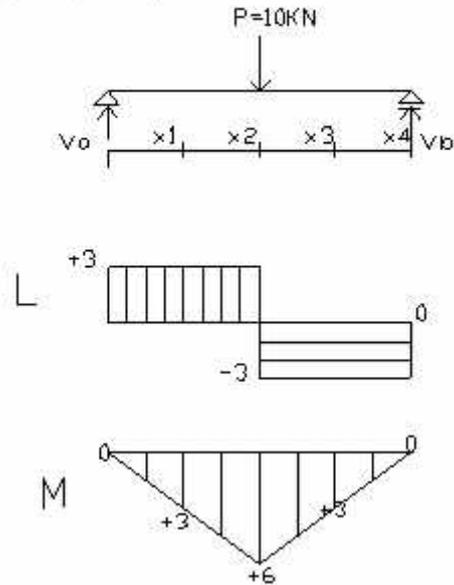
- Momen (M)
 $M = M_a = -44$
 $M_1 = M_a + V_a \times 1 = -44 + (12 \times 1) = -32$
 $M_2 = M_a + V_a \times 2 = -44 + (12 \times 2) = -20$
 $M_3 = M_a + V_a \times 3 - (P \times 1) = -44 + (12 \times 3) - (2 \times 1) = -10$
 $M_4 = M_a + V_a \times 4 - (P \times 2) = -44 + (12 \times 4) - (2 \times 2) = 0$



3. Hitung dan Gambarkan diagram gaya-gaya dalam yang ada pada balok perletakkan sendi-roll dibawah ini:



- $M_a=0;$
 $+(Px1) - (Vb \times L) = 0$
 $+(6 \times 2) - (Vb \times 4) = 0$
 $Vb = +3\text{KN}$
- $V = 0$
 $Va - (P) + Vb = 0$
 $Va - (6) + 3 = 0$
 $Va=3\text{KN}$
 Gaya Lintang (L)
 $X=0 \quad L=Va = +3$
 $X=1 \quad L=Va = +3$
 $X=2 \quad L=Va - P = 3 - 6 = -3$
 $X=3 \quad L=Va - P = 3 - 6 = -3$
 $X=4 \quad L=Va-P+Vb = 3 - 6 + 3 = 0$



- Momen (M)
 $M = 0$
 $M1 = Va \times 1 = (3 \times 1) = 3$
 $M2 = Va \times 2 = (3 \times 2) = 6$
 $M3 = Va \times 3 - (Px1) = (3 \times 3) - (6 \times 1) = 3$
 $M4 = Va \times 4 - (Px2) = (3 \times 4) - (6 \times 2) = 0$

F. Menerapkan teori tegangan pada konstruksi bangunan

Apabila sebuah batang dibebani suatu gaya akan terjadi gaya reaksi yang besarnya sama dengan arah yang berlawanan. Gaya tersebut akan diterima sama rata oleh setiap molekul pada bidang penampang tersebut. Gaya dalam yang bekerja pada setiap satuan luas penampang itu dinamakan *tegangan*.

Tegangan ada bermacam-macam sesuai dengan pembebanan yang diberikan. Misalnya, pada beban tarik akan terjadi tegangan tarik maka pada beban tekan akan terjadi tegangan tekan dan seterusnya.

Satuan Tegangan

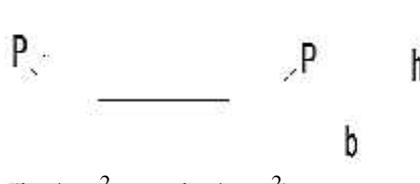
Bila gaya dalam diukur dalam kgf atau N, sedangkan luas penampang dalam m^2 maka:

$$\text{Tegangan} = \frac{\text{kgf}}{m^2} \text{ atau } \frac{N}{m^2} \text{ atau } \frac{\text{dyne}}{cm^2}$$

Tegangan disingkat dengan simbol huruf σ (baca: sigma) atau τ (baca: thau). Tegangan ada dua macam, yaitu tegangan normal disingkat σ dan tegangan tangensial disingkat τ .

- **Tegangan tarik adalah tegangan yang timbul akibat gaya tarik dan besarnya dihitung dengan rumus:**

$$\tau_t = \frac{P}{F}$$



Keterangan:

τ_t = tegangan tarik (kg/cm^2 atau kg/mm^2)

P = gaya tarik

F = luas penampang (cm^2)

Diketahui: P = 9600 kg

b = 8 cm

h = 12 cm

Ditanya: Tegangan tarik yang timbul ()

Penyelesaian:

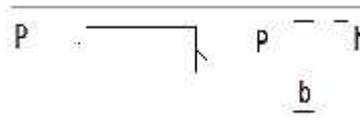
$$\sigma_t = \frac{P}{F} \Rightarrow \sigma_t = \frac{P}{b \times h}$$

$$\sigma_t = \frac{9600}{8 \cdot 12}$$

$$\sigma_t = 100 \text{ kg/cm}^2$$

- Tegangan tekan/ desak adalah tegangan yang timbul akibat gaya tekan/ desak dan besarnya dihitung dengan rumus:

$$\tau_d = \frac{P}{F}$$



Keterangan:

τ_d = tegangan desak (kg/cm^2 atau kg/mm^2)

P = gaya tekan

F = luas penampang (cm^2)

Contoh:

Diketahui: P = 1200 kg

b = 10 cm

h = 15 cm

Ditanya: Tegangan tekan yang timbul (τ_d)

Penyelesaian:

$$\tau_d = \frac{P}{b \times h} \quad \rightarrow \quad \tau_d = \frac{P}{F}$$

$$\tau_d = \frac{1200}{10 \cdot 15}$$

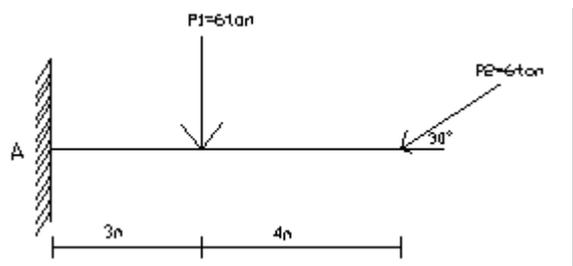
$$\tau_d = 10 \text{ kg/cm}^2$$

Seorang ahli mekanika teknik, yaitu Robert Hooke mengadakan penelitian di laboratorium mekanika teknik dan menemukan kesimpulan bahwa perpanjangan atau pemendekan yang terjadi pada suatu batang jika mendapat gaya tarik atau tekan adalah:

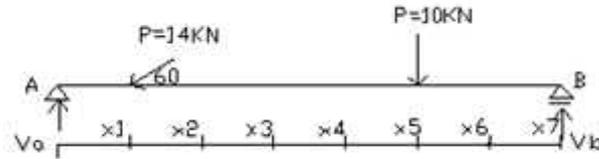
- Berbanding lurus dengan gaya tarik/ tekan P.
- Berbanding lurus dengan panjang semula L.
- Berbanding terbalik dengan luas penampang F.
- Bergantung pada koefisien bahan (C).

3) LEMBAR LATIHAN DAN EVALUASI

- 1) Sebutkan 5 besaran vektor dan skalar!
- 2) Sebutkan macam-macam tumpuan beserta lambang nya!
- 3) Berapa besar nya resultant dari dua gaya $P_1=20$ kg dan $P_2=20$ kg dengan sudut 60° ?
- 4) Untuk mengendurkan sebuah mur, diperlukan gaya tekan sebesar 14 N. panjang tangkai kunci 40cm. tentukan momen yang harus diberikan saat menekan kunci tersebut!
- 5) Carilah reaksi-reaksi yang terdapat pada gambar dibawah ini!



- 6) Hitung dan Gambar diagram dari balok tunggal diperletakkan sendi dibawah ini:



DAFTAR PUSTAKA

- Frick, Heinz. 1978. *Mekanika Teknik 1 Statika dan Kegunaannya*. Jogjakarta : Kanisius.
- Sucahyono Bagyo, Dian. 1999. *Mekanika Teknik*. Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri. Hal; 19-40