



KURIKULUM SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

**BIDANG KEAHLIAN:
TEKNIK BANGUNAN**

**PROGRAM KEAHLIAN:
TEKNIK BANGUNAN GEDUNG**

**KOMPETENSI:
MENGHITUNG STATIKA BANGUNAN**

**MODUL / SUB-KOMPETENSI:
MENERAPKAN PERHITUNGAN AKSI DAN REAKSI GAYA
PADA TUMPUAN STATIKA**

**WAKTU (JAM):
30 JAM**

**KODE MODUL:
TBG-ADAPTIF-0703**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2002**

KATA PENGANTAR

Modul dengan kompetensi Menghitung Statika Bangunan dan dengan sub kompetensi Menerapkan Perhitungan Aksi dan Reaksi Gaya pada Tumpuan Statika merupakan bahan ajar yang digunakan sebagai panduan praktikum peserta diklat Sekolah Menengah Kejuruan Bidang Keahlian Teknik Bangunan.

Dalam modul ini mengetengahkan prinsip kerja dan reaksi gaya dan prinsip kerja keseimbangan gaya serta reaksi pada tumpuan statika bangunan. Modul ini terkait dengan modul lain yang membahas tentang menyusun dan menguraikan gaya serta menghitung resultan dan momen gaya; macam-macam muatan/beban sebagai gaya pada perhitungan statika bangunan.

Dengan modul ini diharapkan peserta diklat dapat melaksanakan praktik tanpa harus banyak dibantu instruktur.

DESKRIPSI

Modul ini terdiri dari dua kegiatan belajar yang mencakup : 1. Prinsip kerja aksi dan reaksi gaya dan prinsip kerja keseimbangan gaya. 2. Macam-macam tumpuan dan perhitungan reaksi pada tumpuan statika bangunan.

Pada kegiatan belajar 1 membahas tentang pemahaman tentang aksi dan reaksi gaya yang mengacu pada hukum Newton III, hukum-hukum tentang gaya geser serta prinsip kerja keseimbangan gaya. Kegiatan belajar 2 membahas tentang macam-macam tumpuan serta menerapkan dan menghitung gaya-gaya reaksi tumpuan pada konstruksi statika.


PETA MODUL ADAPTIF

BIDANG KEAHLIAN: TEKNIK BANGUNAN (TBG)

MATERI ADAPTIF
TBG-Adaptif-0101
TBG-Adaptif-0102
TBG-Adaptif-0103
TBG-Adaptif-0104
TBG-Adaptif-0105
TBG-Adaptif-0106
TBG-Adaptif-0107
TBG-Adaptif-0108
TBG-Adaptif-0109
TBG-Adaptif-0110
TBG-Adaptif-0111
TBG-Adaptif-0112
TBG-Adaptif-0113
TBG-Adaptif-0114
TBG-Adaptif-0115
TBG-Adaptif-0116
TBG-Adaptif-0117
TBG-Adaptif-0201
TBG-Adaptif-0202
TBG-Adaptif-0203
TBG-Adaptif-0204
TBG-Adaptif-0205
TBG-Adaptif-0206
TBG-Adaptif-0207
TBG-Adaptif-0208
TBG-Adaptif-0209
TBG-Adaptif-0210

MATERI ADAPTIF
TBG-Adaptif-0211
TBG-Adaptif-0212
TBG-Adaptif-0213
TBG-Adaptif-0214
TBG-Adaptif-0215
TBG-Adaptif-0216
TBG-Adaptif-0217
TBG-Adaptif-0218
TBG-Adaptif-0301
TBG-Adaptif-0302
TBG-Adaptif-0303
TBG-Adaptif-0304
TBG-Adaptif-0305
TBG-Adaptif-0306
TBG-Adaptif-0307
TBG-Adaptif-0308
TBG-Adaptif-0309
TBG-Adaptif-0310
TBG-Adaptif-0311
TBG-Adaptif-0312
TBG-Adaptif-0313
TBG-Adaptif-0314
TBG-Adaptif-0315
TBG-Adaptif-0401
TBG-Adaptif-0402
TBG-Adaptif-0403
TBG-Adaptif-0404
TBG-Adaptif-0405
TBG-Adaptif-0406
TBG-Adaptif-0407
TBG-Adaptif-0408
TBG-Adaptif-0501
TBG-Adaptif-0502
TBG-Adaptif-0503
TBG-Adaptif-0504
TBG-Adaptif-0505
TBG-Adaptif-0601
TBG-Adaptif-0602
TBG-Adaptif-0603

MATERI ADAPTIF
TBG-Adaptif-0604
TBG-Adaptif-0605
TBG-Adaptif-0701
TBG-Adaptif-0702
TBG-Adaptif-0703
TBG-Adaptif-0704
TBG-Adaptif-0705
TBG-Adaptif-0706
TBG-Adaptif-0707
TBG-Adaptif-0801
TBG-Adaptif-0802
TBG-Adaptif-0803
TBG-Adaptif-0804
TBG-Adaptif-0805
TBG-Adaptif-0901
TBG-Adaptif-0902
TBG-Adaptif-0903
TBG-Adaptif-0904
TBG-Adaptif-0905
TBG-Adaptif-0906
JUMLAH MODUL
86

 Modul yang dibahas

PRASYARAT

Untuk melaksanakan modul dengan sub kompetensi menerapkan perhitungan aksi dan reaksi gaya pada tumpuan statika, memerlukan kemampuan awal yang harus dimiliki peserta diklat yaitu :

- a. Peserta diklat telah menguasai gambar teknik seperti menarik garis-garis sejajar.
- b. Peserta diklat telah menguasai matematika seperti membuat persamaan aljabar, substitusi dan eliminasi.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DESKRIPSI	ii
PETA MODUL	iii
PRASYARAT	iv
DAFTAR ISI	v
PERISTILAHAN (<i>GLOSSARY</i>)	1
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	2
TUJUAN AKHIR MODUL	3
KEGIATAN BELAJAR	4
KEGIATAN BELAJAR 1	4
1. Tujuan	4
2. Pengetahuan	4
3. Lembar Latihan	8
• Soal-soal dan Tugas Siswa	8
• Petunjuk Penilaian	8
KEGIATAN BELAJAR 2	9
1. Tujuan	9
2. Pengetahuan	9
3. Lembar Latihan	42
• Soal-soal dan Tugas Siswa	42
• Petunjuk Penilaian	44
LEMBAR EVALUASI	45
LEMBAR KUNCI JAWABAN	47
DAFTAR PUSTAKA	48

PERISTILAHAN (GLOSSARY)

- N = gaya normal, yaitu gaya reaksi pada tumpuan bidang datar yang garis kerjanya tegak lurus terhadap bidang datar tersebut.
- Hukum Newton III; Gaya aksi = gaya reaksi.
- Newton ; dipakai sebagai Satuan Internasional (SI) = kg m/det^2
Berat $G=m.g=\text{kg} \cdot 10 \text{ m/det}^2 = 10 \text{ kg m/det}^2 = 10 \text{ Newton}$.

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Pelajarilah kegiatan belajar dalam modul ini secara berurutan karena kegiatan belajar disusun berdasarkan urutan yang perlu dilalui.
2. Usahakan kegiatan belajar dan latihan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.
3. Bertanyalah kepada guru/instruktur bila anda mengalami kesulitan dalam memahami materi belajar maupun kegiatan latihan.
4. Anda dapat menggunakan buku lain yang sejenis bila dalam modul ini kurang jelas.
5. Dalam mengerjakan secara grafis anda harus betul-betul menggambar dengan skala yang tepat baik skala gaya maupun skala panjang.
6. Skala gaya tidak harus sama dengan skala panjang.

TUJUAN AKHIR MODUL

Setelah mengikuti kegiatan belajar dan latihan dalam modul ini diharapkan peserta diklat SMK memiliki kemampuan tentang prinsip kerja aksi dan reaksi gaya dan prinsip kerja keseimbangan serta memiliki kemampuan tentang macam-macam tumpuan dan perhitungan reaksi pada tumpuan statika. Pengetahuan ini penting sekali dalam kaitannya untuk menghitung gaya dalam pada konstruksi statika bangunan.

KEGIATAN BELAJAR

KEGIATAN BELAJAR 1:

Prinsip Kerja Aksi Dan Reaksi Gaya Dan Prinsip Kerja Keseimbangan Gaya

1. TUJUAN

Siswa dapat memahami prinsip kerja gaya aksi dan reaksi, serta keseimbangan gaya.

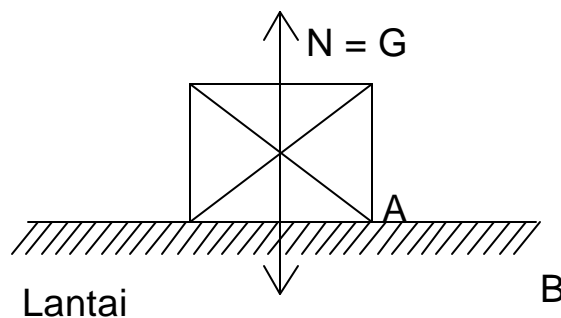
2. PENGETAHUAN DASAR

2.1. Prinsip Kerja Aksi dan Reaksi Gaya

Suatu benda A mengadakan gaya tekan pada benda lain misalnya benda B, maka pada benda B juga mengadakan gaya tekan pada benda A yang besarnya sama akan tetapi arahnya berlawanan dengan arah gaya tekan yang diterima oleh B.

Gaya tekan A pada B disebut gaya aksi sedangkan gaya tekan B pada A disebut gaya reaksi. Dengan demikian hukum Newton III; Gaya Aksi = Gaya Reaksi sebagai contoh adalah sebagai berikut :

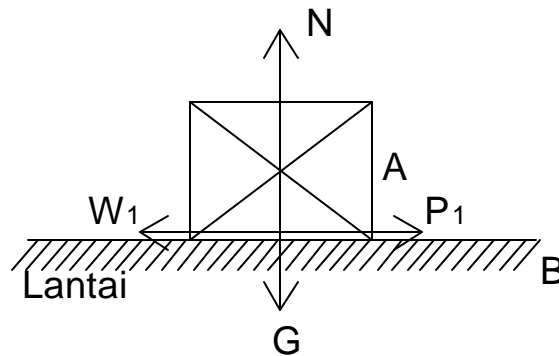
Suatu benda A dengan berat G terletak di atas bidang datar lantai B.



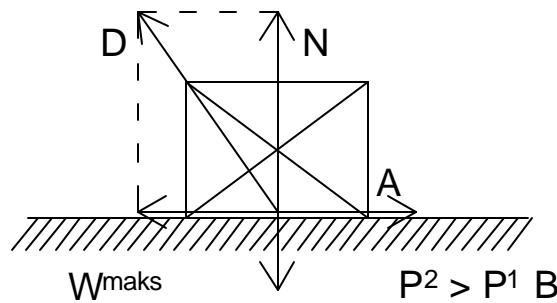
Karena benda A dalam keadaan diam, maka lantai B akan mengadakan gaya reaksi sebesar N kg pada benda A. Dengan demikian $N=G$ kg dengan arah gaya N berlawanan dengan arah gaya G . Gaya itu disebut gaya normal.

Apabila benda A terletak pada bidang datar yang kasar ditarik dengan gaya P_1 , benda A tidak berjarak, hal ini terjadi karena gaya geser W_1 yang timbul antara benda A dan bidang datar yang kasar itu. Karena gaya

geser W_1 sama besarnya dengan gaya P_1 tetapi arahnya berlawanan maka gaya resultannya nol, $W_1 = P_1$.



Jika benda A terletak pada bidang datar yang kasar ditarik dengan gaya P_2 di mana $P_2 > P_1$ sehingga benda A pada saat akan bergerak ke kanan, maka pada saat itu gaya gesek W mencapai nilai yang terbesar (W_{maks}).



Pada waktu benda A akan bergerak artinya benda masih diam maka :
 $W_{maks} = P_2$
 Gaya resultan dari W_{maks} dan gaya normal (N) adalah D .

$$\text{tgn } \varphi = \frac{W_{maks}}{N}$$

$\text{tgn } \varphi = f$ disebut koefisien gesek.

Sudut φ disebut sudut gesek.

Apabila gaya tarik P_2 diperbesar hingga P_3 , ternyata W_{maks} tetap besarnya dan karena P_3 lebih besar dari pada W_{maks} maka benda A bergerak ke kanan dengan percepatan $a = \frac{P_3 - W_{maks}}{m}$

Keterangan :

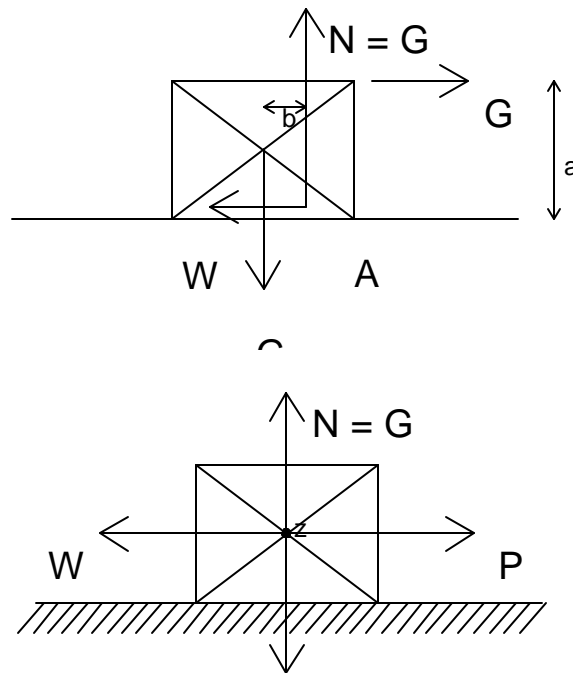
a = percepatan

m = massa benda A

Hukum-hukum tentang gaya gesek

- Gaya gesek berbanding lurus dengan gaya normal N .
- Besar gaya gesek bergantung pada jenis kedua bahan, pada besarnya muka singgung.
- Besarnya gaya gesek tidak tergantung pada besar luar singgung, kecuali bila luas singgungnya kecil sekali dan deformasi setempat relatif besar.
- Gaya gesek tak mungkin lebih besar dari pada gaya yang mengadakan benda dalam keadaan diam. Gaya gerak statis antara dua benda ialah gaya tangensial yang menentang bergesernya benda yang satu terhadap benda yang lainnya.
- Gaya gesek berupa gaya reaksi dengan arah berlawanan dengan arah gaya aksi.

Apabila gaya P tidak bekerja pada bidang singgung antara benda dan lantai (lihat gambar).



Gaya P dan gaya gesek W membuat kopel sebesar $+P \cdot a$. Kopel ini disebut kopel guling dan seimbang dengan kopel yang disusun oleh gaya normal N dan gaya berat G sebesar $-Nb$ (momen stabilitas).

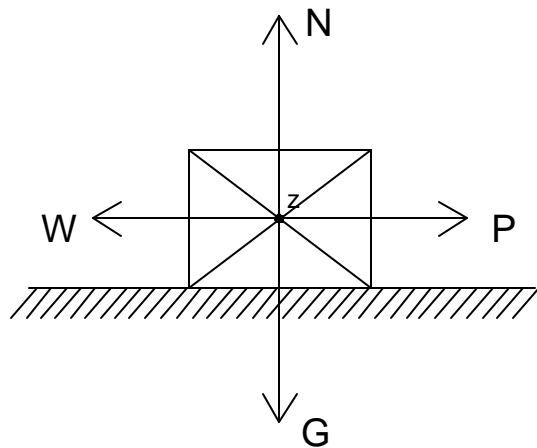
Jadi $Pa - Nb = 0$ atau $\sum \text{momen} = 0$. Dengan demikian titik tangkap dari gaya normal N bergeser dari B ke kanan pada jarak sebesar b . Bila benda tersebut pada saat akan terguling, maka titik tangkap N tepat di A .

Pada umumnya dalam ilmu gaya, bila benda dianggap sebagai titik materi, semua gaya aksi dan gaya reaksi diambil bertitik tangkap di titik berat Z dari benda.

2.2. Prinsip Kerja Keseimbangan Gaya

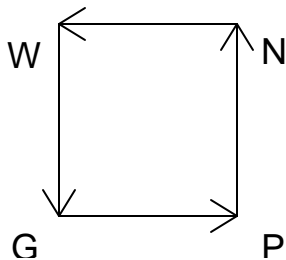
Bila gaya-gaya aksi dan gaya-gaya reaksi bekerja di suatu titik tangkap persekutuan (konkuren), maka benda dalam keseimbangan bila dipenuhi syarat-syarat keseimbangan :

- Jumlah gaya horizontal = 0 atau $\sum H=0$
- Jumlah gaya vertikal = 0 atau $\sum V=0$
- Jumlah momen=0 atau $\sum MA=0$, dengan A adalah sebuah titik sebarang pada bidang datar.



Dari gambar diagram gaya aksi dan gaya reaksi maka di dapat :

- $P-W=0$
- $N-G=0$
- Jumlah momen gaya-gaya terhadap titik tangkap persekutuan $Z=0$.



Pada perhitungan dengan cara grafis adalah sebagai berikut : benda dalam keseimbangan bila :

- Poligon gaya menutup, sehingga resultan $R=0$.
- Gaya-gaya melalui satu titik tangkap Z.

Catatan : Perlu diketahui bahwa walaupun resultan $R=0$ tidak selamanya diam dalam keadaan seimbang, untuk itu perlu diselidiki apakah pada benda itu tidak terjadi atau bekerja suatu kopel.

3. LEMBAR LATIHAN

- **Soal-soal dan Tugas Siswa**

1. Hukum keseimbangan pada konstruksi bangunan mengacu pada hukum
2. Tuliskan prinsip kerja aksi dan reaksi gaya
3. Tuliskan prinsip kerja keseimbangan gaya
4. Tuliskan rumus dari gaya gesek W
5. Bila diketahui dua buah gaya koplanar besarnya sama, sejajar berlawanan arah, apakah hal tersebut memenuhi syarat keseimbangan ?

- **Petunjuk Penilaian**

No	Aspek	Indikator	Skor maks	Skor Yang dicapai	Ket
1	Soal No.1	Terjawab benar	20		
2	Soal No.2	Terjawab benar	20		
3	Soal No.3	Terjawab benar	20		
4	Soal No.4	Terjawab benar	20		
5	Soal No.5	Terjawab benar	20		
Jumlah Skor Maksimal			100		
Syarat Skor Minimal Lulus			70		
Jumlah Skor Yang Dapat Dicapai					
Kesimpulan				LULUS / TIDAK LULUS	

KEGIATAN BELAJAR 2:

Macam-macam tumpuan dan perhitungan reaksi pada tumpuan statika bangunan

1. TUJUAN

Setelah selesai mempelajari kegiatan belajar ini diharapkan peserta diklat :

- Memahami macam-macam tumpuan
- Menerapkan dan menghitung reaksi tumpuan pada konstruksi statika

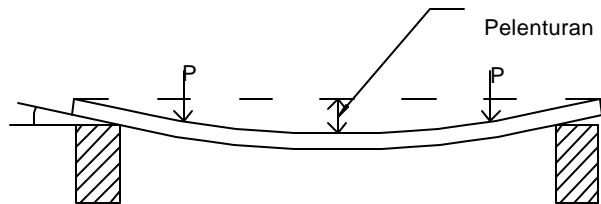
2. PENGETAHUAN

2.1. Macam-macam tumpuan

Dalam konstruksi bangunan ada beberapa macam tumpuan yaitu :

a. Tumpuan bebas

Apabila kedua ujung balok dapat berputar secara bebas maka tumpuannya disebut tumpuan bebas. Akibat pelenturan pada balok akan terjadi putaran sudut pada ujung balok dan apabila terjadi pelenturan maka panjang batang mendatar akan berkurang.

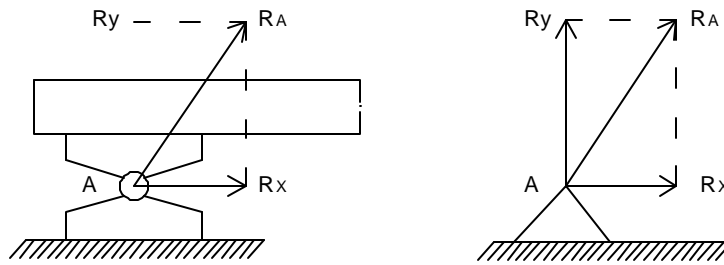


Apabila beban P dihilangkan maka kedudukan balok kembali pada semula (lurus), tetapi kedudukan ujung balok dapat bergeser.

Untuk menghindari bergeser/berpindahanya tumpuan akibat pelenturan maka kedua ujung batang diberi tumpuan rol dan engsel sehingga pada kedua tumpuan balok dapat bergerak bebas tetapi tidak terjadi penggeseran/perpindahan tumpuan.

b. Tumpuan engsel/sendi

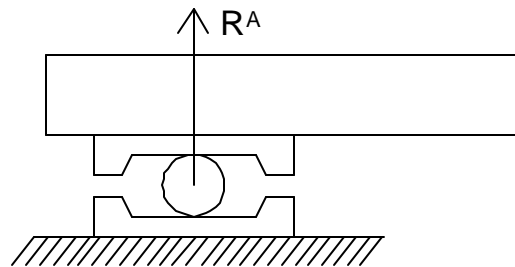
Pada tumpuan ini engsel dapat menerima gaya tarik maupun gaya tekan asalkan garis kerjanya melalui titik pusat engsel dan tumpuan ini tidak dapat menerima momen.



Tumpuan ini mampu menerima gaya sembarang sehingga gaya-gaya reaksi berupa gaya sembarang yang melalui titik pusat engsel sehingga dapat diuraikan menjadi komponen gaya datar dan gaya tegak.

c. Tumpuan rol

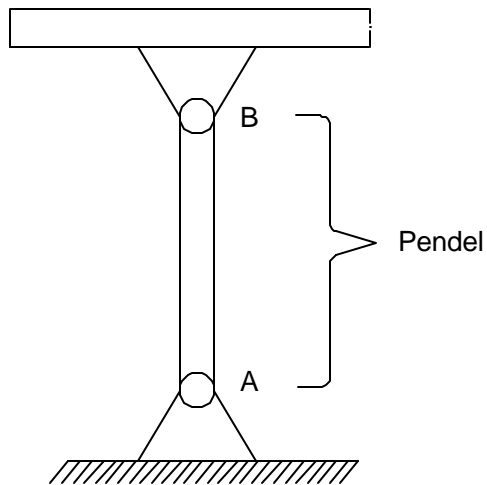
Tumpuan rol hanya dapat menerima gaya tekan yang tegak lurus pada bidang perletakan rol, jadi tumpuan rol ini hanya dapat membuat gaya reaksi yang tegak lurus pada bidang perletakan rol.



d. Pendel

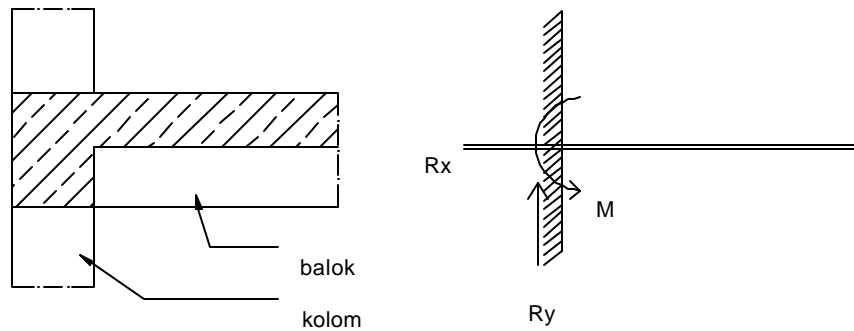
Pendel ialah suatu batang AB dengan ujung-ujung A dan B berupa engsel.

Pada batang AB tidak boleh dibebani dengan gaya antara A dan B. Gaya reaksi yang ditimbulkan oleh pendel AB ialah gaya yang garis kerjanya berimpit dengan AB.



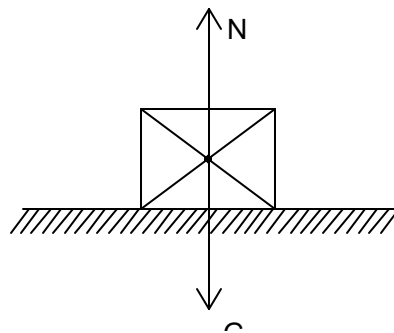
e. Tumpuan jepit.

Bila suatu balok datar dijepit dalam kolom atau dalam tembok, maka jepitan ini dapat menerima gaya dan momen. Dengan demikian reaksi dari jepitan ialah 2 buah gaya R_v dan R_y (atau A_h dan A_v), dan momen jepit M .



f. Tumpuan bidang datar (lantai)

Karena benda menekan pada bidang datar, maka gaya reaksi oleh bidang datar pada benda ialah gaya normal N yang tegak lurus pada bidang datar itu.

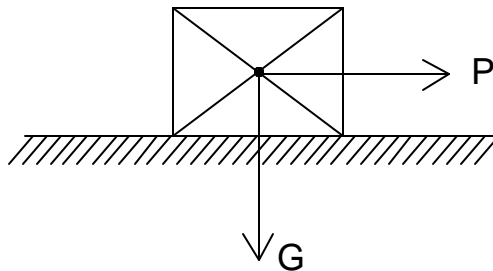


2.2. Menghitung Reaksi Tumpuan pada Konstruksi Statika

a. Menghitung gaya reaksi pada tumpuan bidang datar

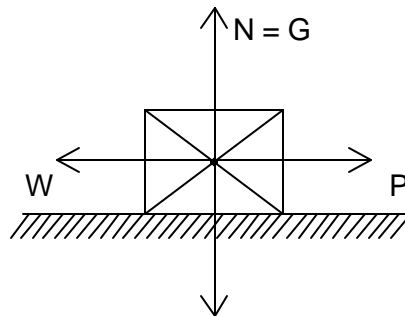
Contoh 1 :

Suatu benda terletak pada bidang datar yang kasar dengan koefisien gesek $f = 0,2$. Berat benda $a=1000$ kg, gaya P bekerja pada benda tersebut dengan arah horizontal (lihat gambar).



Hitunglah gaya P bila benda pada saat akan bergerak.

Penyelesaian :

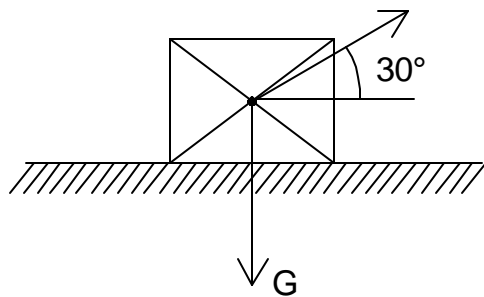


$$\begin{aligned} \sum V &= 0 & G &= 1000 \text{ kg} \\ N - G &= 0 & \sum H &= 0 \\ N - 1000 \text{ kg} &= 0 & P - W &= 0 \\ N &= 1000 \text{ kg} & P - f \cdot N &= 0 \\ & & P - 0,2 \cdot 1000 \text{ kg} &= 0 \\ & & P - 200 \text{ kg} &= 0 \\ & & P &= 200 \text{ kg} \end{aligned}$$

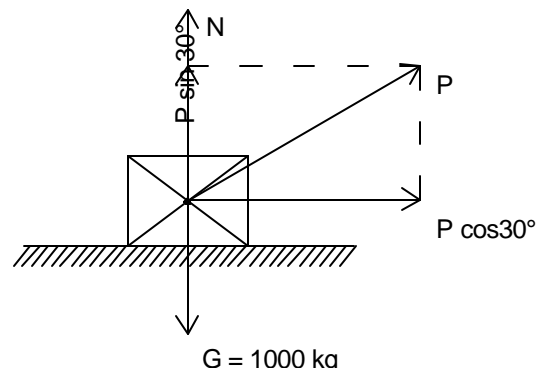
Jadi besar gaya $P=200$ kg

Contoh 2 :

Suatu benda terletak pada bidang datar yang kasar dengan koefisien gesek $f=0,2$. Berat benda 1000 kg, gaya P bekerja pada benda tersebut dengan arah kerja membentuk sudut sebesar 30° terhadap bidang datar (lihat gambar)



Penyelesaian :



$$\begin{aligned} \sum V &= 0 \\ N + P \sin 30^\circ - G &= 0 \\ N + P \cdot 0,5 - 1000 \text{ kg} &= 0 \\ N &= 1000 \text{ kg} - 0,5P \\ \sum H &= 0 \\ P \cos 30^\circ - W &= 0 \\ P \cdot 0,866 - fN &= 0 \\ P \cdot 0,866 - 0,2(1000 \text{ kg} - 0,5P) &= 0 \\ 0,866P - 200 \text{ kg} + 0,1P &= 0 \\ 0,966P - 200 \text{ kg} &= 0 \\ 0,966P &= 200 \text{ kg} \\ P &= \frac{200 \text{ kg}}{0,966} \\ P &= 207,04 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Menghitung gaya reaksi pada tumpuan jepitan

1. Menghitung gaya reaksi pada tumpuan jepitan akibat beban terpusat sebuah gelagar panjang l ditumpu jepitan pada A dan pada ujung B bekerja beban terpusat P .

Pada tumpuan jepitan A terdapat tiga gaya reaksi yang tidak diketahui besarnya. Gaya reaksi dapat ditentukan dengan syarat-syarat keseimbangan yaitu $\sum H=0$, $\sum V=0$ dan $\sum M=0$.

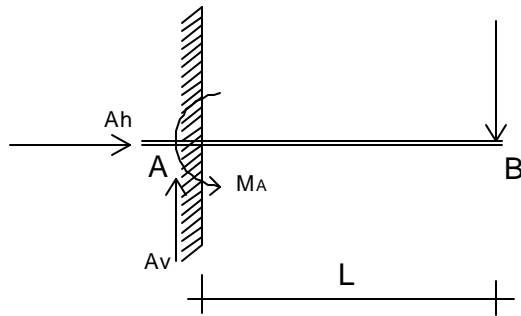


Diagram gaya luar yang bekerja maka besar gaya reaksi tumpuannya adalah :

$$\sum H=0; A_h=0$$

$$\sum V=0; A_v-P=0$$

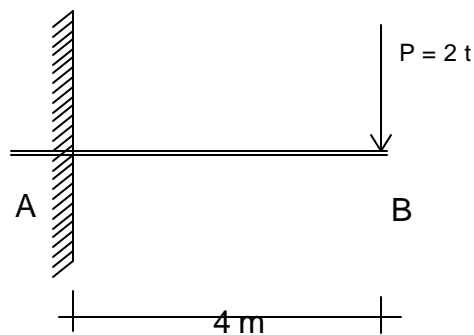
$$A_v=P$$

$$\sum M_A=0; M_A+P.l=0$$

$$M_A=-P.l.$$

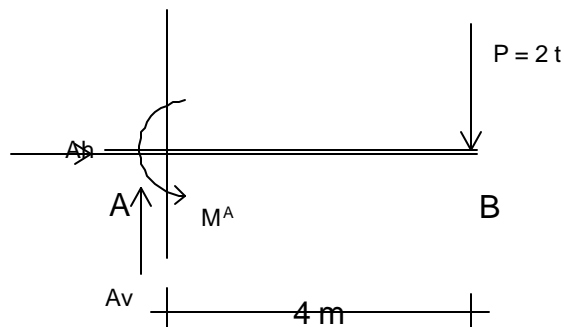
Contoh 1:

Sebuah gelagar dijepit sempurna di A (B= ujung bebas), padanya sebuah beban terpusat $P=2$ ton di titik B.



Hitunglah besar gaya reaksi pada tumpuan A bila diketahui panjang gelagar $AB=4$ m.

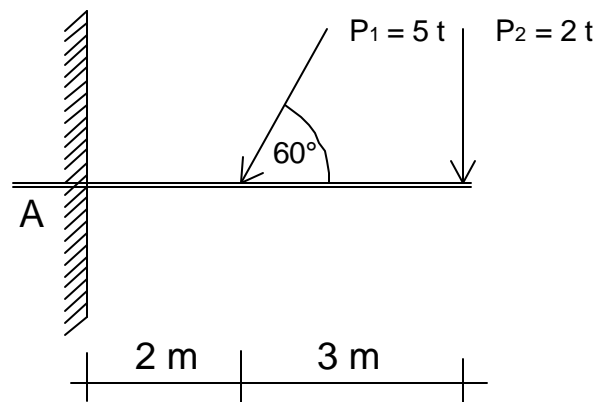
Penyelesaian :



$$\begin{aligned} \sum H &= 0; A_h - 0 = 0 \\ A_h &= 0 \\ \sum V &= 0; A_v - P = 0 \\ A_v - 2t &= 0 \\ A_v &= 2t \\ \sum M_A &= 0; M_A + P \cdot 4m = 0 \\ M_A + 2t \cdot 4m &= 0 \\ M_A + 8tm &= 0 \\ M_A &= -8tm \end{aligned}$$

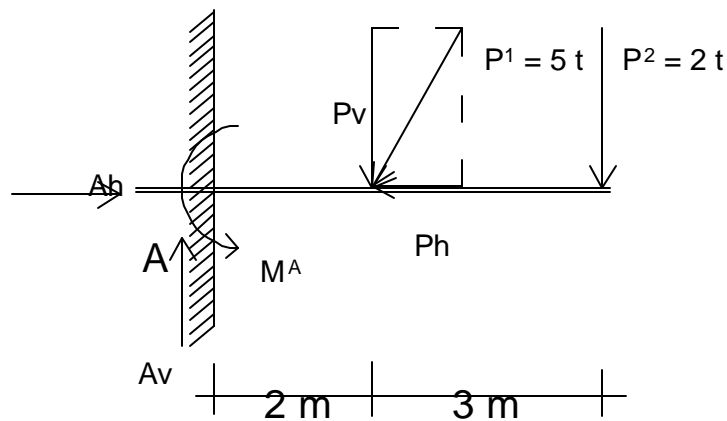
Contoh 2 :

Sebuah gelagar panjang 5 m ditumpu jepit di A dan ujung lainnya bebas, padanya bekerja dua buah gaya yaitu $P_1 = 5$ ton dan $P_2 = 2$ ton seperti pada gambar.



Hitunglah besar gaya-gaya reaksi pada tumpuan

Penyelesaian :



$$\begin{aligned} P_v &= P_1 \sin 60^\circ \\ &= 5t \cdot 0,866 \\ &= 4,33t \end{aligned}$$

$$P_h = P_1 \cos 60^\circ$$

$$= 5t \cdot 0,5$$

$$= 2,5t$$

Besarnya reaksi tumpuan :

$$\sum H = 0; A_h - P_h = 0$$

$$A_h - 2,5t = 0$$

$$A_h = 2,5t$$

$$\sum V = 0; A_v - P_1 - P_2 = 0$$

$$A_v - 4,33t - 2t = 0$$

$$A_v - 6,33t = 0$$

$$A_v = 6,33t$$

$$\sum M_A = 0; M_A + P_1 \cdot 2m + P_2 \cdot 5m = 0$$

$$M_A + 4,33t \cdot 2m + 2t \cdot 5m = 0$$

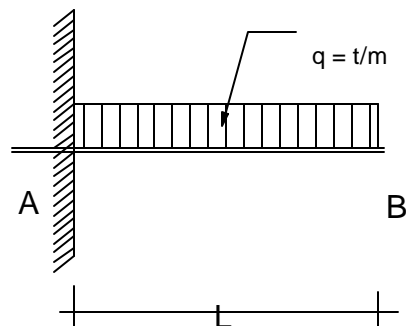
$$M_A + 8,66m + 10tm = 0$$

$$M_A + 18,66tm = 0$$

$$M_A = -18,66tm$$

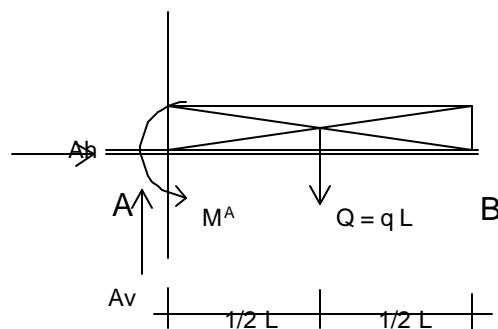
2. Menghitung gaya reaksi pada tumpuan jepitan akibat beban merata

Sebuah gelagar panjang l ditumpu jepitan pada A dan pada ujung B bebas, padanya bekerja muatan merata penuh sebesar q t/m.



Untuk menghitung reaksi tumpuan, maka muatan merata q t/m sepanjang l diganti dengan sebuah muatan terpusat Q . Besar $Q = q \cdot l$.

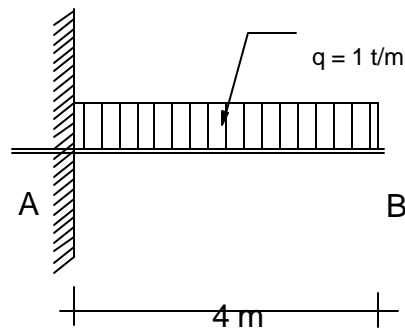
Untuk memudahkan dalam menghitung reaksi-reaksi tumpuannya, dapat dibuat gambar diagram gaya luar sebagai berikut :



$$\begin{aligned} \sum H=0; A_h=0 \\ \sum V=0; A_v-Q=0 \\ A_v-q \cdot l=0 \\ A_v=q \cdot l \\ \sum M_A=0; M_A+Q \cdot 1/2 \cdot l=0 \\ M_A+q \cdot l \cdot 1/2 \cdot l=0 \\ M_A+1/2 q \cdot l^2=0 \\ M_A=-1/2 q \cdot l^2 \end{aligned}$$

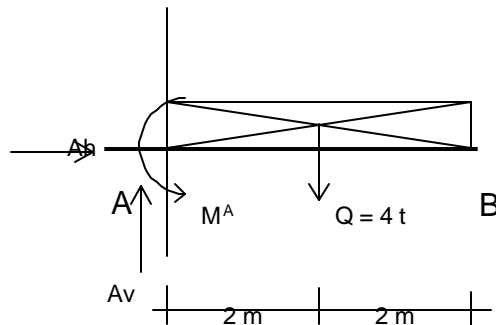
Contoh 1:

Sebuah gelagar dijepit sempurna di A (B=ujung bebas), padanya bekerja muatan terbagi rata sebesar $q=1$ t/m. (lihat gambar)



Hitunglah besar gaya reaksi pada tumpuan A bila diketahui panjang gelagar $AB=4\text{m}$

Penyelesaian :



$$\begin{aligned} \text{Besarnya } Q &= q \cdot l \\ &= 1 \text{ t/m} \cdot 4 \text{ m} \\ &= 4 \text{ t} \end{aligned}$$

Besarnya reaksi tumpuannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sum H=0; A_h=0 \\ \sum V=0; A_v-Q=0 \\ A_v-4 \text{ t}=0 \\ A_v=4 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\sum M_A = 0; M_A + Q \cdot 2m = 0$$

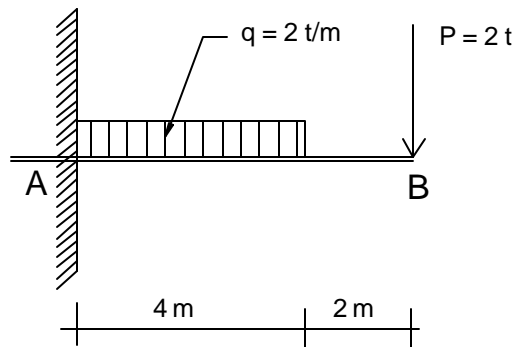
$$M_A + 4t \cdot 2m = 0$$

$$M_A + 8tm = 0$$

$$M_A = -8tm$$

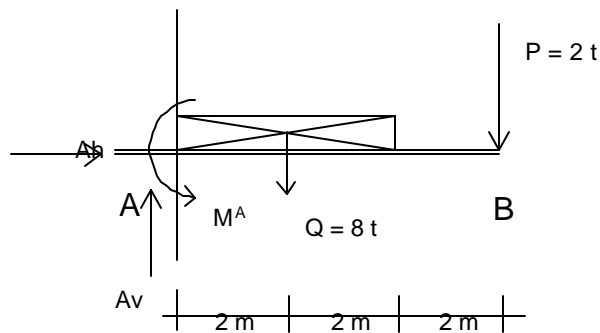
Contoh 2.

Sebuah gelagar dijepit sempurna di A (B=ujung bebas), padanya bekerja muatan terbagi rata sebesar $q=2t/m$ dan muatan terpusat $P=2t$ (lihat gambar).



Hitunglah besar gaya-gaya reaksi pada tumpuan A bila diketahui panjang balok $AB=6m$.

Penyelesaian :



$$\text{Besarnya } Q = q \cdot l'$$

$$= 2t/m \cdot 4m$$

$$= 8t$$

Besarnya reaksi tumpuannya sebagai berikut :

$$\sum H = 0; A_h = 0$$

$$\sum V = 0; A_v - Q - P = 0$$

$$A_v - 10t = 0$$

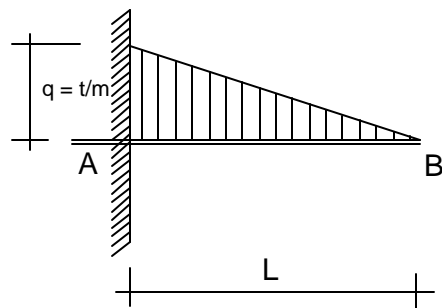
$$A_v = 10t$$

$$\sum M_A = 0; M_A + Q \cdot 2m + P \cdot 6m = 0$$

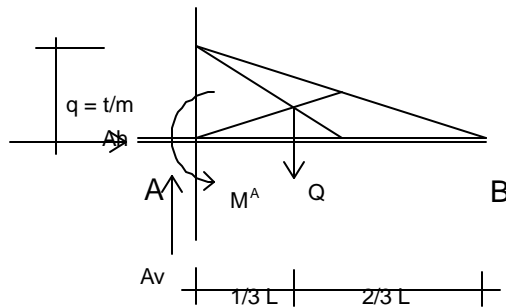
$$\begin{aligned}
 MA + 8t \cdot 2m + 2m \cdot 6m &= 0 \\
 MA + 16tm + 12tm &= 0 \\
 MA + 28tm &= 0 \\
 MA &= -28tm.
 \end{aligned}$$

3. Menghitung gaya reaksi pada tumpuan jepitan akibat beban terbagi tidak merata

Sebuah gelagar panjang l ditumpu jepit pada A dan ujung B bebas, padanya bekerja muatan/beban terbagi tidak merata q t/m.



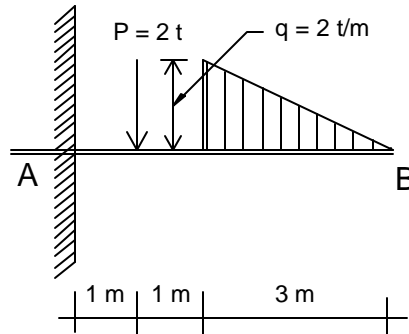
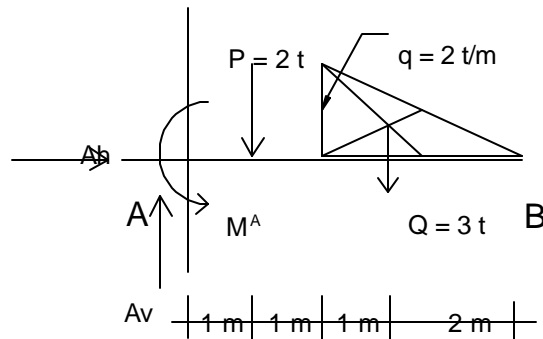
Untuk menghitung reaksi tumpuan maka muatan terbagi tidak merata sepanjang l diganti dengan sebuah muatan terpusat Q . Besar $Q = 1/2 q \cdot l$. Diagram gaya luarnya :



$$\begin{aligned}
 \sum H &= 0; A_h = 0 \\
 \sum V &= 0; A_v - Q = 0 \\
 A_v - 1/2 q \cdot l &= 0 \\
 A_v &= 1/2 q \cdot l \\
 \sum M_A &= 0; M_A + Q \cdot 1/3 l = 0 \\
 M_A + 1/2 q \cdot l \cdot 1/3 l &= 0 \\
 M_A &= -1/6 q \cdot l^2
 \end{aligned}$$

Contoh 1 :

Sebuah gelagar dijepit sempurna di A (B=ujung bebas), padanya bekerja muatan terbagi tidak merata sebesar $q=2t/m$ dan sebuah muatan terpusat $P=2t$. (lihat gambar). Hitung besar gaya reaksi tumpuannya bila diketahui panjang balok 5m.

**Penyelesaian :**

$$\begin{aligned} \text{Besar } Q &= 1/2q.l \\ &= 1/2 \cdot 2t/m \cdot 3m \\ &= 3t \end{aligned}$$

Besar reaksi tumpuannya sebagai berikut :

$$\sum H = 0; A_h = 0$$

$$\sum V = 0; A_v - P - Q = 0$$

$$A_v - 2t - 3t = 0$$

$$A_v - 5t = 0$$

$$A_v = 5t$$

$$\sum M_A = 0; M_A + P \cdot 1m + Q \cdot 3m = 0$$

$$M_A + 2t \cdot 1m + 3t \cdot 3m = 0$$

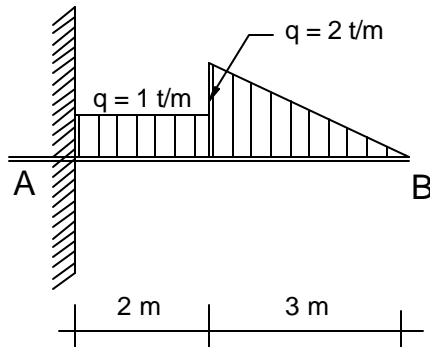
$$M_A + 2tm + 9tm = 0$$

$$M_A + 11tm = 0$$

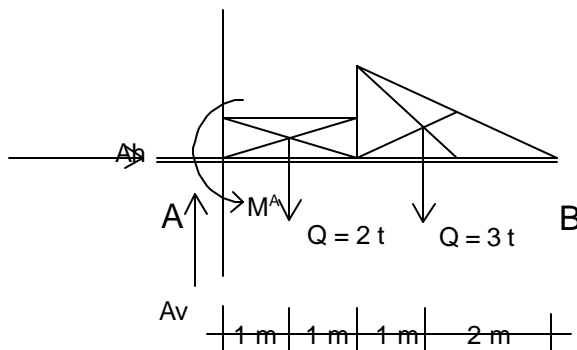
$$M_A = -11tm$$

Contoh 2 :

Sebuah gelagar dijepit sempurna di A (B=ujung bebas), padanya bekerja muatan terbagi rata $q=1\text{t/m}$ dan muatan terbagi tidak merata $q=2\text{t/m}$ (lihat gambar).



Hitunglah besar gaya reaksi tumpuannya bila diketahui panjang balok $AB=5\text{m}$.

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Besar } Q_1 &= q \cdot l' \\ &= 1\text{t/m} \cdot 2\text{m} \\ &= 2\text{t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= 1/2 \cdot q \cdot l'' \\ &= 1/2 \cdot 2\text{t/m} \cdot 3\text{m} \\ &= 3\text{t} \end{aligned}$$

Besar gaya reaksi tumpuan sebagai berikut :

$$\sum H = 0; A_h = 0$$

$$\sum V = 0; A_v - Q_1 - Q_2 = 0$$

$$A_v - 2\text{t} - 3\text{t} = 0$$

$$A_v - 5\text{t} = 0$$

$$A_v = 5\text{t}$$

$$\sum M_A = 0; M_A + Q_1 \cdot 1\text{m} + Q_2 \cdot 3\text{m} = 0$$

$$M_A + 2\text{t} \cdot 1\text{m} + 3\text{t} \cdot 3\text{m} = 0$$

$$M_A + 2\text{tm} + 9\text{tm} = 0$$

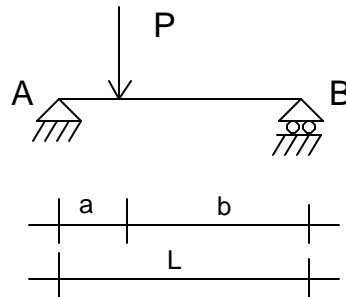
$$MA + 11tm = 0$$

$$MA = -11tm.$$

c. Menghitung gaya reaksi pada tumpuan sendi dan rol

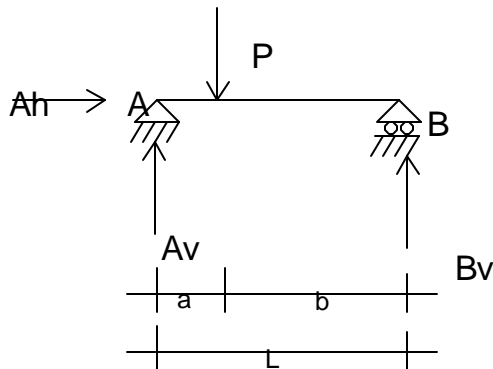
1. Menghitung gaya reaksi pada gelagar di atas tumpuan sendi dan rol dengan beban terpusat P.

Sebuah gelagar AB panjang l terletak di atas tumpuan sendi A dan rol B mendapat beban terpusat P seperti pada gambar.



Untuk menghitung reaksi tumpuan digunakan tiga syarat keseimbangan yaitu $\sum H = 0$, $\sum V = 0$ dan $\sum M = 0$.

Untuk memudahkan dalam membuat persamaan yang dibentuk dari ketiga syarat keseimbangan tersebut dibuat dulu gambar diagram gaya luar.



$$\sum H = 0; Ah = 0$$

$$\sum V = 0; AV + BV - P = 0$$

$$AV + BV = P$$

$$\sum MA = 0$$

$$+P \cdot a - BV \cdot l = 0$$

$$-BV \cdot l = -P \cdot a$$

$$BV = \frac{-P \cdot a}{-l}$$

$$BV = \frac{P \cdot a}{l}$$

$$\sum MB = 0$$

$$+AV \cdot l - P \cdot b = 0$$

$$AV \cdot l = P \cdot b$$

$$AV = \frac{P \cdot b}{l}$$

Untuk mengontrol hasil perhitungan apakah AV dan BV tersebut benar/tidak, dapat digunakan syarat keseimbangan, $\Sigma V=0$ yaitu sebagai berikut :

$$\text{Kontrol : } \Sigma V=0$$

$$AV+BV=P$$

$$\frac{P \cdot b}{1} + \frac{P \cdot a}{1} = P$$

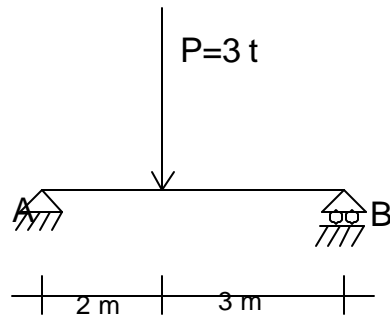
$$P \frac{(a+b)}{1} = P$$

$$P=P$$

$$P-P=0 \text{ (cocok)}$$

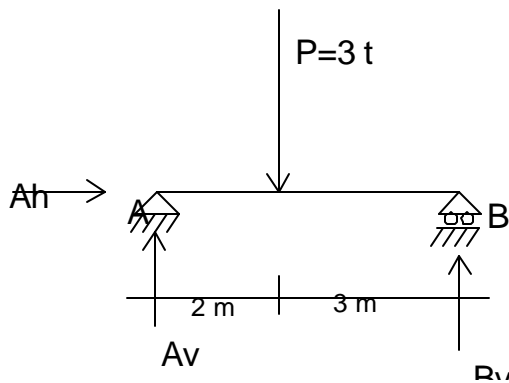
Contoh 1:

Sebuah gelagar AB panjang 5m di mana A ditumpu sendi dan B ditumpu rol, padanya bekerja muatan terpusat P=3 ton (lihat gambar).



Hitung besar gaya reaksi tumpuannya.

Penyelesaian :



$$\Sigma H=0; Ah=0$$

$$\Sigma V=0; AV+BV-P=0$$

$$AV+BV-3t=0$$

$$AV+BV=3t$$

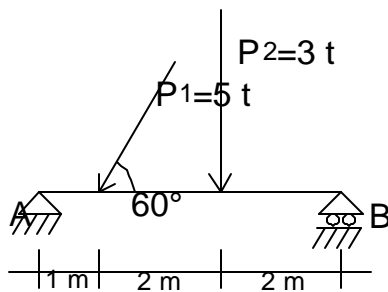
$$\begin{aligned} \sum MA &= 0 \\ P \cdot 2m - BV \cdot 5m &= 0 \\ 3t \cdot 2m - BV \cdot 5m &= 0 \\ 6tm - BV \cdot 5m &= 0 \\ -BV \cdot 5m &= -6tm \\ BV &= \frac{-6tm}{-5m} \\ BV &= 1,2t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum MB &= 0 \\ AV \cdot 5m - P \cdot 3m &= 0 \\ AV \cdot 5m - 3t \cdot 3m &= 0 \\ AV \cdot 5m - 9tm &= 0 \\ AV \cdot 5m &= 9tm \\ AV &= \frac{9tm}{5m} \\ AV &= 1,8t \end{aligned}$$

Kontrol : $\sum V = 0$
 $AV + BV = 3t$
 $1,8t + 1,2t = 3t$
 $3t = 3t$
 $3t - 3t = 0$ (cocok)

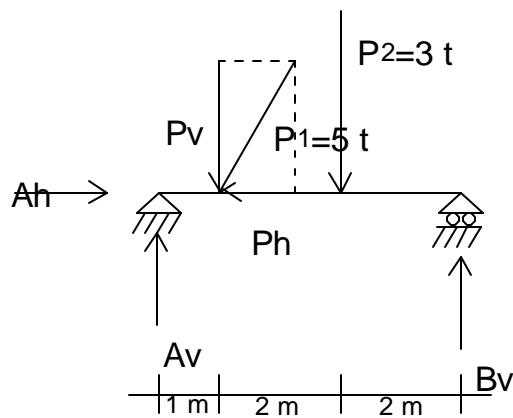
Contoh 2 :

Sebuah gelagar AB panjang 5 m di mana A ditumpu sendi dan B di tumpu rol, padanya bekerja muatan terpusat $P_1 = 5t$ dan $P_2 = 3t$ ton seperti pada gambar.



Hitung besar gaya reaksi tumpuannya.

Penyelesaian :



$$\begin{aligned} Ph &= P_1 \cos 60^\circ \\ &= 5t \cdot 0,5 \\ &= 2,5t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_v &= P_1 \sin 60^\circ \\
 &= 5t \cdot 0,866 \\
 &= 4,33t \\
 \sum M_A &= 0 \\
 P_v \cdot 1m + P_2 \cdot 3m - B_v \cdot 5m &= 0 \\
 4,33t \cdot 1m + 3t \cdot 3m - B_v \cdot 5m &= 0 \\
 4,33tm + 9tm - B_v \cdot 5m &= 0 \\
 13,33tm - B_v \cdot 5m &= 0 \\
 -B_v \cdot 5m &= -13,33tm \\
 B_v &= \frac{-13,33tm}{-5m} \\
 B_v &= 2,666t.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum M_B &= 0 \\
 A_v \cdot 5m - P_v \cdot 4m - P_2 \cdot 2m &= 0 \\
 A_v \cdot 5m - 4,33t \cdot 4m - 3t \cdot 2m &= 0 \\
 A_v \cdot 5m - 17,32tm - 6tm &= 0 \\
 A_v \cdot 5m - 23,32tm &= 0 \\
 A_v \cdot 5m &= 23,32tm \\
 A_v &= \frac{23,32tm}{5m} \\
 A_v &= 4,664t
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kontrol } \sum V &= 0 \\
 A_v + B_v &= 7,33t \\
 4,664t + 2,666t &= 7,33t \\
 7,33t &= 7,33t \\
 7,33t - 7,33t &= 0 \text{ (cocok)}
 \end{aligned}$$

2. Menghitung gaya reaksi pada tumpuan sendi dan rol akibat beban muatan q t/m.
 Suatu gelagar AB panjang l mendapat beban merata q t/m (A ditumpu sendi dan B di tumpu rol).

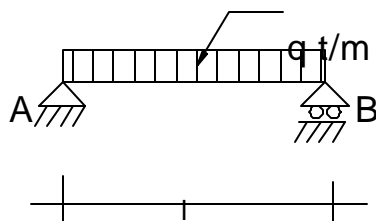
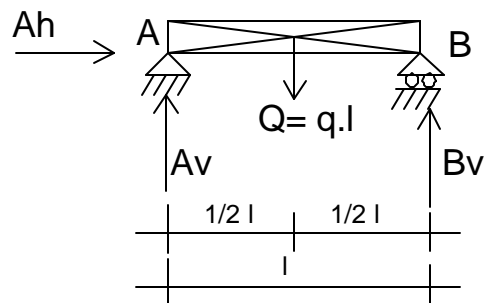


Diagram gaya luarnya sebagai berikut :



Untuk menghitung reaksi tumpuan maka muatan merata dapat diganti dengan sebuah/beberapa buah muatan terpusat Q.

$$Q=q.l.$$

Besarnya reaksi-reaksi tumpuannya :

$$\sum H=0; Ah=0$$

$$\sum V=0; AV=BV-Q=0$$

$$AV+BV-q.l=0$$

$$AV+BV=q.l.$$

$$\sum MA=0$$

$$Q.1/2l-BV.l=0$$

$$q.l.1/2.l-BV.l=0$$

$$1/2q.l^2-BV.l=0$$

$$1/2q.l^2-BV.l=0$$

$$BV = \frac{-1/2.q.l^2}{-l}$$

$$BV=1/2.q.l.$$

$$\sum MB=0$$

$$AV.l-Q.1/2.l=0$$

$$AV.l-q.l.1/2.l=0$$

$$AV.l-1/2.q.l^2=0$$

$$AV.l=1/2.q.l^2$$

$$AV = \frac{1/2.q.l^2}{l}$$

$$AV=1/2q.l.$$

Untuk mengecek hasil perhitungan reaksi tumpuan digunakan $\sum V=0$, kontrol

$$\sum V=0$$

$$AV+BV=q.l$$

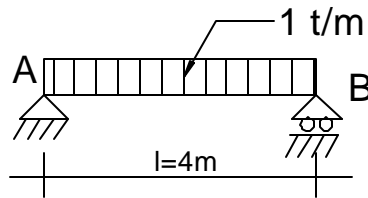
$$1/2q.l+1/2q.l=q.l$$

$$q.l=q.l$$

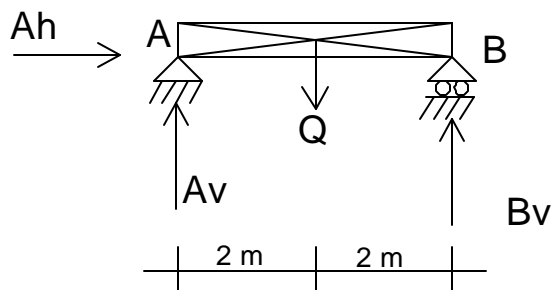
$$q.l-q.l=0 \text{ (cocok)}$$

Contoh 1 :

Sebuah gelagar AB panjang 4 m di mana A di tumpu sendi dan B di tumpu rol, padanya bekerja muatan merata penuh $q = 1 \text{ t/m}$. (lihat gambar).



Hitunglah besar gaya reaksi pada tumpuan sendi dan rol tersebut.

Penyelesaian :

Untuk menghitung reaksi tumpuan muatan merata diganti dengan sebuah muatan terpusat.

$$\begin{aligned} Q &= q \cdot l \\ &= 1 \text{ t/m} \cdot 4 \text{ m} \\ &= 4 \text{ t} \end{aligned}$$

Besarnya reaksi tumpuan : $\sum H=0; Ah=0$

$$\sum V=0; AV+BV-Q=0$$

$$AV+BV-4t=0$$

$$AV+BV=4t$$

$$\sum MA=0$$

$$Q \cdot 2\text{m} - BV \cdot 4\text{m} = 0$$

$$4t \cdot 2\text{m} - BV \cdot 4\text{m} = 0$$

$$8\text{tm} - BV \cdot 4\text{m} = 0$$

$$-BV \cdot 4\text{m} = -8\text{tm}$$

$$BV = \frac{-8\text{tm}}{-4\text{tm}}$$

$$BV = 2t$$

$$BV = 2t$$

$$\sum MB=0$$

$$AV \cdot 4\text{m} - Q \cdot 2\text{m} = 0$$

$$AV \cdot 4\text{m} - 4t \cdot 2\text{m} = 0$$

$$AV \cdot 4\text{m} - 8\text{tm} = 0$$

$$AV \cdot 4\text{m} = 8\text{tm}$$

$$AV = \frac{8\text{tm}}{4\text{m}}$$

$$AV = 2t$$

$$AB = 2t$$

Kontrol : $\sum V=0$

$$AV+BV=4t$$

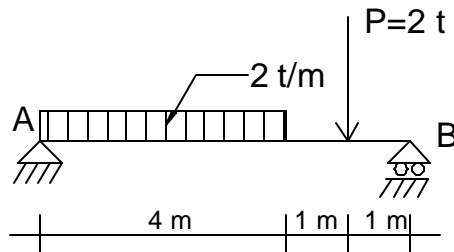
$$2t+2t=4t$$

$$4t=4t$$

$$4t-4t=0 \text{ (cocok)}$$

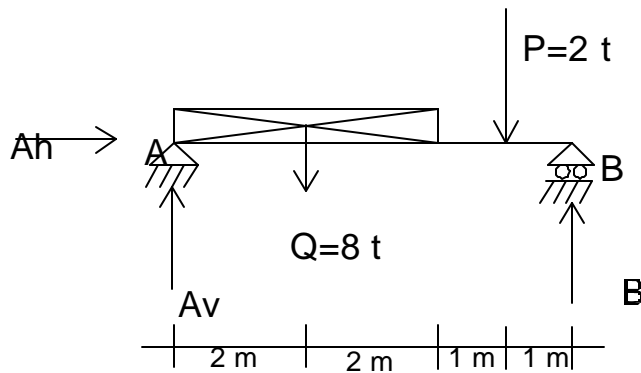
Contoh 2 :

Sebuah gelagar AB panjang 6 m di mana pada A di tumpu sendi dan B ditumpu rol, padanya bekerja muatan merata $q=1 \text{ t/m}$ sepanjang 4 m dan beban terpusat $P=2t$ (lihat gambar).



Hitunglah besar gaya reaksi-reaksi tumpuannya.

Penyelesaian :



Untuk menghitung reaksi tumpuan maka muatan merata $q = 2t/m$ sepanjang 4m diganti dengan sebuah muatan terpusat Q. $Q=q.l=2t/m.4m=8t$.

Besarnya reaksi tumpuannya :

$$\sum H=0; Ah=0$$

$$\sum V=0; AV+BV-Q-P=0$$

$$AV+BV-8t-2t=0$$

$$AV+BV-10t=0$$

$$AV+BV=10t$$

$$\sum MA=0$$

$$Q.2m+P.5m-BV.6m=0$$

$$8t.2m+2t.5m-BV.6m=0$$

$$16tm+10tm-BV.6m=0$$

$$\sum MB=0$$

$$AV.6m-Q.4m-P.1m =0$$

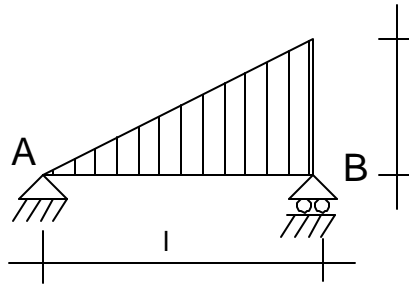
$$AV.6m-8t.4m-2t.1m =0$$

$$AV.6m-32tm-2tm =0$$

$$\begin{aligned}
 26tm - BV - 6m &= 0 \\
 -BV \cdot 6m &= -26tm \\
 BV &= \frac{-26tm}{-6m} \\
 BV &= 4,333t
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AV \cdot 6m - 34tm &= 0 \\
 AV \cdot 6m &= 34tm \\
 AV &= \frac{34tm}{6} \\
 AV &= 5,667t
 \end{aligned}$$

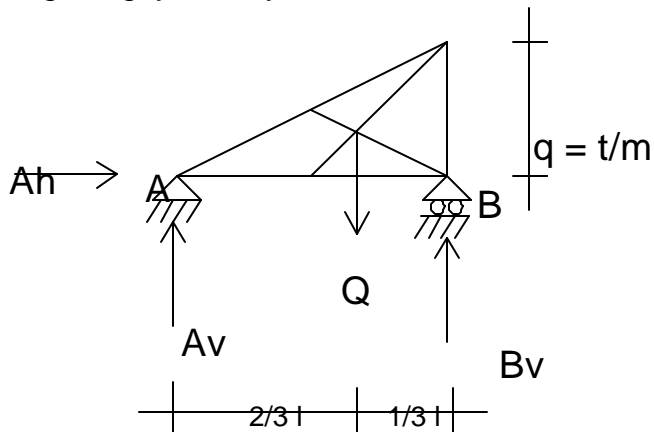
3. Menghitung gaya reaksi pada gelagar di atas tumpuan sendi dan rol dengan beban terbagi tidak merata.



Untuk menghitung reaksi tumpuan, maka muatan terbagi tidak merata diganti dengan muatan terpusat Q.

Besar $Q = 1/2 \cdot q \cdot l$

Diagram gaya luarnya :



Reaksi tumpuannya sebagai berikut :

$$\sum H = 0; Ah = 0$$

$$\sum V = 0; AV + BV - Q = 0$$

$$AV + BV - 1/2l = 0$$

$$AV + BV = 1/2 q \cdot l$$

$$\sum MA = 0$$

$$Q \cdot 2/3 \cdot l - BV \cdot l = 0$$

$$1/2 q \cdot l \cdot 2/3 \cdot l - BV \cdot l = 0$$

$$2/6 \cdot q \cdot l^2 - BV \cdot l = 0$$

$$\sum MB = 0$$

$$AV \cdot l - Q \cdot 1/3 \cdot l = 0$$

$$AV \cdot l - 1/2 q \cdot l \cdot 1/3 \cdot l = 0$$

$$AV \cdot l - 1/6 q \cdot l^2 = 0$$

$$\begin{aligned}
 -BV \cdot l &= -2/8 \cdot q \cdot l^2 \\
 BV &= \frac{-2/6 \cdot q \cdot l^2}{-l} \\
 BV &= 2/6 q \cdot l
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AV \cdot l &= 1/6 q \cdot l^2 \\
 AV &= \frac{1/6 \cdot q \cdot l^2}{l} \\
 AV &= 1/6 q \cdot l
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\Sigma V = 0$$

$$AV + BV = 1/2 q \cdot l$$

$$1/6 q \cdot l + 2/3 q \cdot l = 1/2 q \cdot l$$

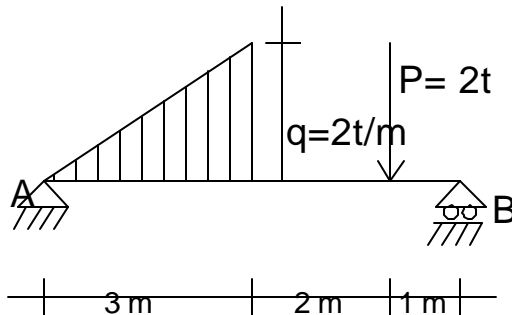
$$3/6 q \cdot l = 1/2 q \cdot l$$

$$1/2 q \cdot l = 1/2 q \cdot l$$

$$1/2 q \cdot l - 1/2 q \cdot l = 0 \text{ (cocok)}$$

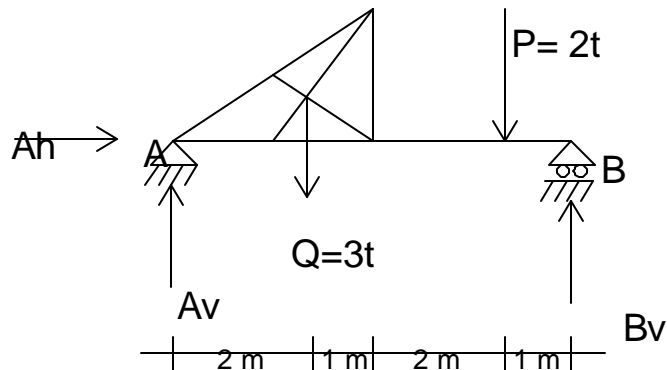
Contoh :

Sebuah gelagar AB panjang 6m di mana pada A ditumpu sendi dan pada B ditumpu rol, padanya bekerja muatan terbagi rata $Q=2t/m$ dan sebuah muatan terpusat $P=2\text{ton}$ (lihat gambar).



Hitung besarnya gaya reaksi tumpuannya.

Penyelesaian :



$$\text{Besarnya } Q = 1/2 q \cdot l$$

$$= 1/2 \cdot 2t/m \cdot 3m$$

$$= 3t$$

Besarnya gaya reaksi tumpuannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sum H &= 0; A_h = 0 \\ \sum V &= 0; A_V + B_V - Q - P = 0 \\ A_V + B_V - 3t - 2t &= 0 \\ A_V + B_V - 5t &= 0 \\ A_V + B_V &= 5t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ Q \cdot 2m + P \cdot 2.5m - B_V \cdot 6m &= 0 \\ 3t \cdot 2m + 2t \cdot 3m - B_V \cdot 6m &= 0 \\ 6tm + 10tm - B_V \cdot 6m &= 0 \\ 16tm - B_V \cdot 6m &= 0 \\ -B_V \cdot 6m &= -16tm \\ B_V &= \frac{-16tm}{-6m} \\ B_V &= 2,667 \text{ t.} \end{aligned}$$

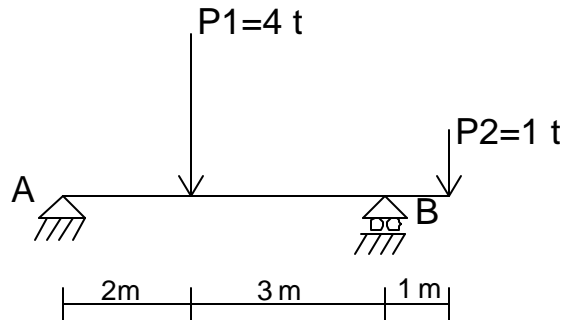
$$\begin{aligned} \sum M_B &= 0 \\ A_V \cdot 6m - Q \cdot 4m - P \cdot 1m &= 0 \\ A_V \cdot 6m - 3t \cdot 4m - 2t \cdot 1m &= 0 \\ A_V \cdot 6m - 12tm - 2tm &= 0 \\ A_V \cdot 6m - 14tm &= 0 \\ A_V \cdot 6m &= 14tm \\ A_V &= \frac{14tm}{6m} \\ A_V &= 2,333t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol } \sum V &= 0 \\ A_V + B_V &= 5t \\ 2,333t + 2,667 &= 5t \\ 5t &= 5t \\ 5t - 5t &= 0 \text{ (cocok)} \end{aligned}$$

4. Menghitung gaya reaksi pada gelagar di atas tumpuan sendi dan rol dengan kantilever

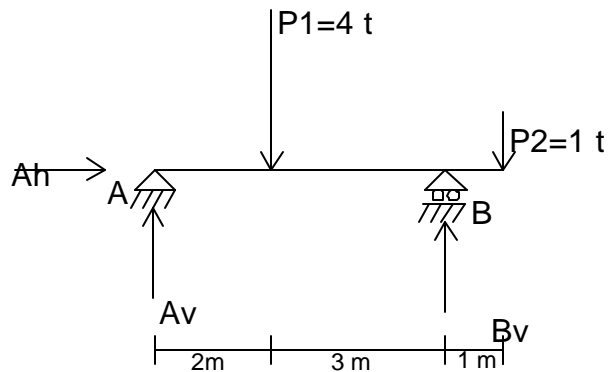
Contoh 1.

Sebuah gelagar panjang 6m di atas tumpuan sendi A dan rol B mendapat beban terpusat P1 dan p2 seperti pada gambar di bawah.



Hitung besarnya gaya reaksi tumpuannya.

Penyelesaian :



$P2=1t$

Besar gaya reaksi tumpuannya sebagai berikut:

$\Sigma H=0; Ah=0$

$\Sigma V=0; AV+BV-P1-P2=0$

$AV+BV-4t-1t=0$

$AV+BV-5t=0$

$AV+BV=5t$

$\Sigma MA=0$

$P1.2m+P2.6m-BV.5m=0$

$4t.2m+1t.6m-BV.5m=0$

$8tm+6tm-BV.5m=0$

$14tm-BV.5m=0$

$-BV.5m=-14tm$

$\Sigma MB=0$

$AV.5m-P1.3m+P2.1=0$

$AV.5m-4t.3m+1t.1m=0$

$AV.5m-12tm+1tm=0$

$AV.5m-11tm=0$

$AV.5m=11tm$

$$BV = \frac{-14tm}{-5m}$$

$$BV = 2,8t$$

$$AV = \frac{11tm}{5m}$$

$$AV = 2,2t$$

Kontrol : $\sum V = 0$

$$AV + BV = 5t$$

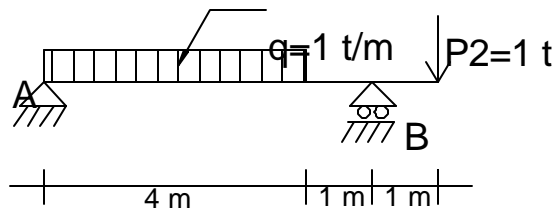
$$2,2t + 2,8t = 5t$$

$$5t = 5t$$

$$5t - 5t = 0 \text{ (cocok)}$$

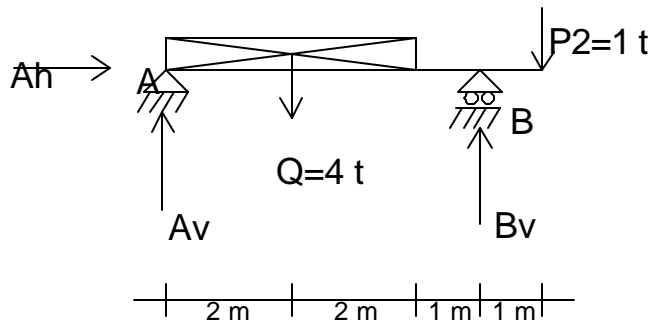
Contoh 2 :

Sebuah gelagar panjang 6m terletak di atas tumpuan sendi A dan rol B mendapat beban terpusat $P=1t$ dan beban terbagi rata $q=1t/m$ seperti gambar di bawah.



Hitunglah besar gaya reaksi tumpuannya.

Penyelesaian :



$$\text{Besarnya } Q = q \cdot l'$$

$$= 1t/m \cdot 4m$$

$$= 4t$$

$$\sum H = 0; Ah = 0$$

$$\sum V = 0; AV + BV - Q - P = 0$$

$$AV + BV - 4t - 1t = 0$$

$$AV + BV - 5t = 0$$

$$AV + BV = 5t$$

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ Q \cdot 2m + P \cdot 6m - BV \cdot 5m &= 0 \\ 4t \cdot 2m + 1t \cdot 6m - BV \cdot 5m &= 0 \\ 8tm + 6tm - BV \cdot 5m &= 0 \\ 14tm - BV \cdot 5m &= 0 \\ -BV \cdot 5m &= -14tm \\ BV &= \frac{-14tm}{5m} \\ BV &= 2,8t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol : } \sum V &= 0 \\ AV + BV &= 5t \\ 2,2t + 2,8t &= 5t \\ 5t &= 5t \\ 5t - 5t &= 0 \text{ (cocok)} \end{aligned}$$

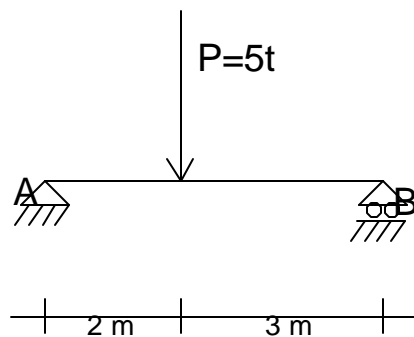
Menghitung gaya reaksi dengan cara grafis :

Pada dasarnya untuk mencari gaya reaksi secara grafis dengan jalan :

1. Menguraikan gaya setelah diketahui arah gaya dari gaya aksinya dengan arah yang berlawanan.
2. Menyusun gaya-gaya dengan cara poligon dan dengan sistem lukisan kutub untuk menemukan besarnya resultan ditentukan reaksi pada rol dan reaksi gaya engsel. Setelah itu baru ditetapkan arah gaya reaksi pada engsel maupun rol dengan cara menguasai gaya resultan reaksi (khusus untuk resultan reaksi yang membentuk sudut dengan batang tumpuan).

Contoh 1 :

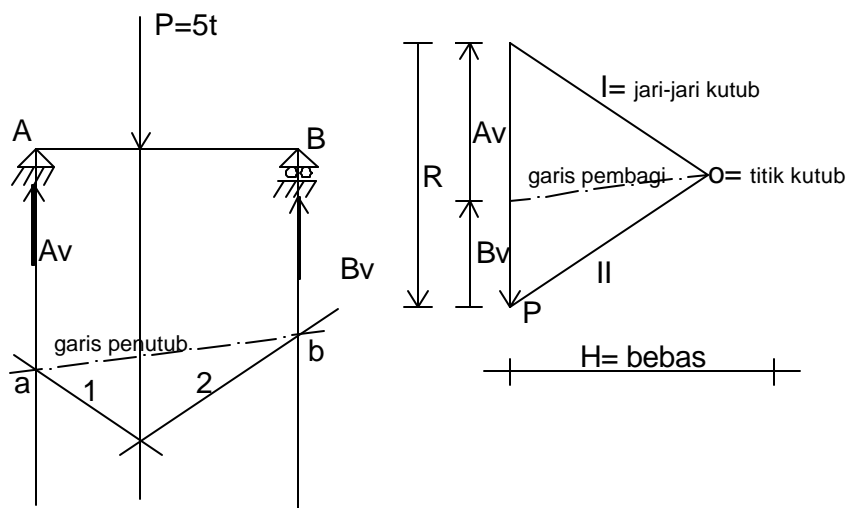
Menghitung gaya reaksi pada tumpuan sendi dan rol pada gelagar dengan beban terpusat $P=5t$ (lihat gambar)



Penyelesaian :

Skala gaya : 1cm=1t

Skala panjang : 1 cm=1m



$$\text{Besarnya } AV = 3 \text{ cm} \times \frac{1t}{1\text{cm}} = 3t$$

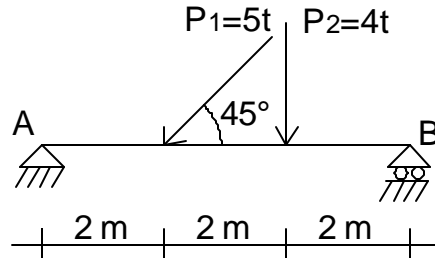
$$BV = 2 \text{ cm} \times \frac{1t}{1\text{cm}} = 2t$$

Cara grafis :

- Tentukan skala gaya dan skala panjang
- Lukis diagram gaya luarnya mengacu pada soal dan perpanjang garis kerja AV, BV dan P.
- Buat lukisan kutub dengan titik kutub O (letaknya titik kutub bebas asal tidak berimpit dengan gaya P) dan jari-jari kutub I dan II.
- Lukis garis 1 sejajar jari-jari kutub I hingga memotong garis kerja P dan AV.
- Lukis garis 2 sejajar jari-jari kutub II, yang melalui pemotongan garis 1 dan garis kerja P dan melalui garis kerja BV.
- Lukis garis penutup a-b = garis pembagi pada lukisan kutub.
- Lukis garis pembagi ab pada lukisan kutub yang melalui titik kutub O dan memotong R menjadi dua bagian yaitu Av dan BV.
- Ukur panjang garis Av dan BV lalu dikalikan dengan skala gaya maka didapat reaksi tumpuan A dan B.

Contoh 2 :

Sebuah balok panjang 6m terletak di atas tumpuan sendi A dan rol B, menerima beban terpusat P1=5 ton dan P2= 4 ton seperti pada gambar.

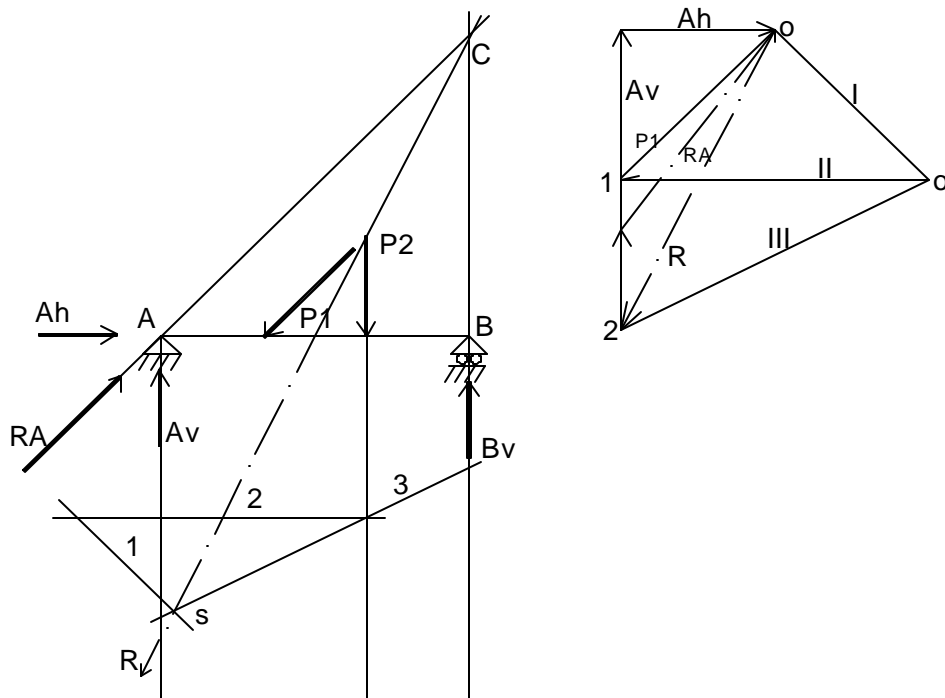


Hitung besar reaksi-reaksi tumpuannya.

Penyelesaian :

Skala gaya : 1 cm=1 ton

Skala panjang : 1 cm = 1m



Besarnya reaksi tumpuan :

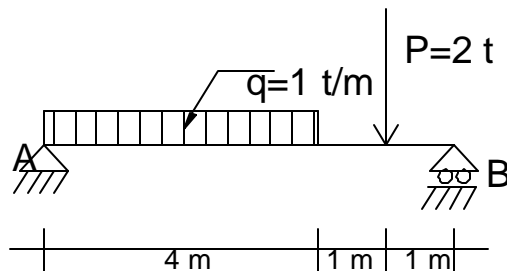
$$RA : 5,2 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ t}}{1 \text{ cm}} = 5,2 \text{ t}$$
$$AV = 3,7 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ t}}{1 \text{ cm}} = 3,7 \text{ t}$$
$$Ah = 3,7 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ t}}{1 \text{ cm}} = 3,7 \text{ t}$$
$$BV = 3,9 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ t}}{1 \text{ cm}} = 3,9 \text{ t}$$

Cara grafis :

- Tentukan skala gaya dan skala panjang.
- Lukis diagram gaya luarnya mengacu pada soal dan perpanjang garis kerja AV, P1, P2 dan BV.
- Buat lukisan segi banyak gaya/poligon hingga didapat R serta tentukan titik kutub O dan buat jari-jari kutub I, II dan III.
- Lukis garis 1 sejajar jari-jari kutub I hingga memotong garis kerja P1 dan AV.
- Lukis garis 2 sejajar jari-jari kutub II yang melalui perpotongan garis 1 dan garis kerja P1, hingga memotong garis kerja P2.
- Lukis garis 3 sejajar jari-jari kutub III yang melalui perpotongan garis 2 dan garis kerja P2, hingga memotong garis kerja BV.
- Perpanjang garis 1 dan garis 3 hingga berpotongan di titik S, melalui titik S tempatkan R dan perpanjang garis kerjanya hingga memotong garis kerja BV di titik C.
- Dari titik potong C, tarik garis lurus ke A, maka di dapat garis kerja RA.
- Pada lukisan segi banyak gaya, pada R tarik garis sejajar dengan garis kerja RA dan BV hingga terbentuk lukisan segitiga gaya dengan sisi-sisi RA, BV dan R.
- Besarnya RA dan BV didapat dengan mengukur panjang garis RA dan BV dikalikan dengan skala gaya yang ditetapkan.
- Untuk menghitung besarnya AV dan BV maka RA diuraikan menjadi dua konsep gaya terhadap sumbu X dan Y dengan cara segitiga gaya. Ukur panjang garis AV dan BV lalu dikalikan dengan skala gayanya.

Contoh 3 :

Sebuah balok panjang 6m terletak di atas tumpuan sendi A dan rol B, menerima beban merata $q=1$ t/m dan beban terpusat $P=2t$ seperti pada gambar di bawah.

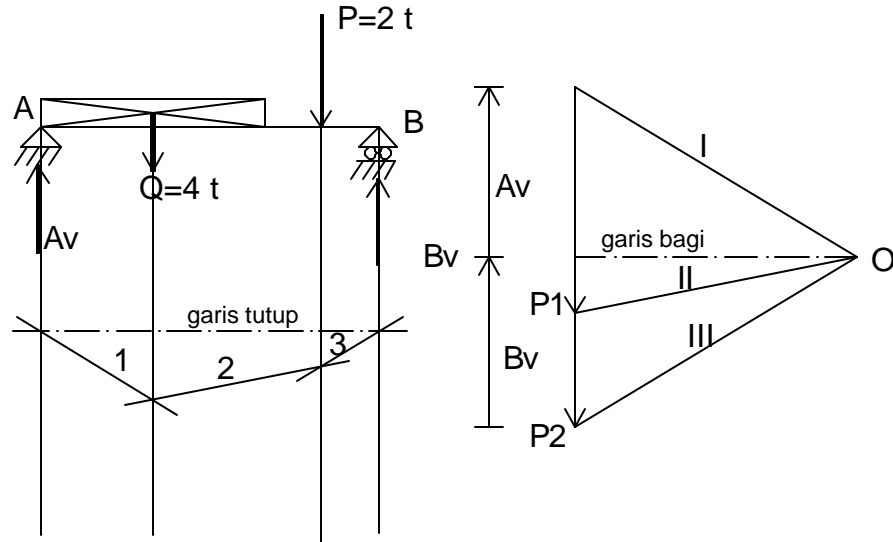


Hitung besar reaksi tumpuannya.

Penyelesaian :

Skala gaya : 1 cm=1 ton

Skala panjang : 1 cm=1m



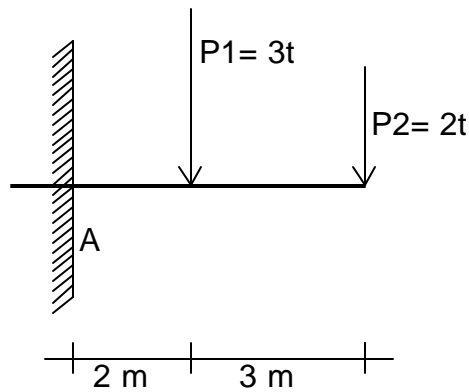
$$\begin{aligned}
 Q &= q \cdot l' \\
 &= 1 \text{ t/m} \cdot 4 \text{ m} \\
 &= 4 \text{ t}
 \end{aligned}$$

Besar reaksi-reaksi tumpuannya : $AV = 3 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ t}}{1 \text{ cm}} = 3 \text{ t}$

$$BV = 3 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ t}}{1 \text{ cm}} = 3 \text{ t}$$

Contoh 4 :

Menghitung gaya reaksi pada gelagar yang ditumpu jepit



Hitung reaksi-reaksi tumpuannya.

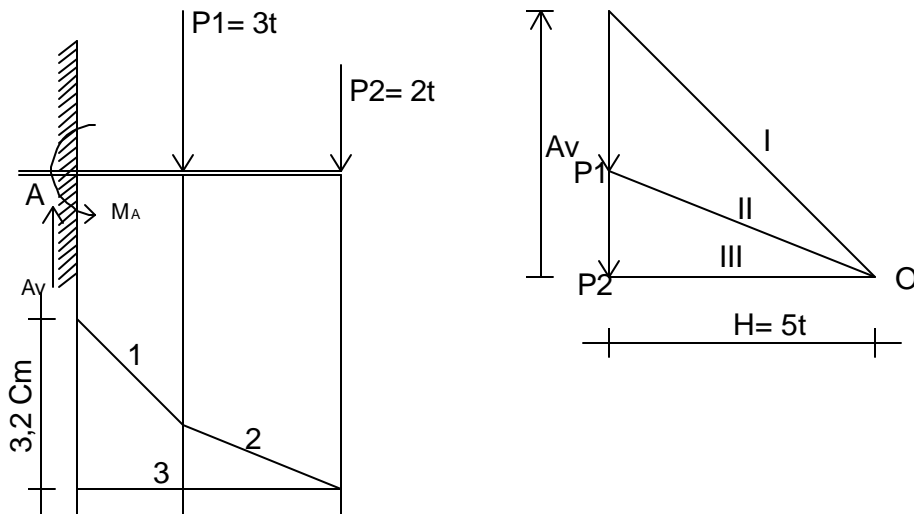
Penyelesaian :

Untuk menentukan titik kutub O pada lukisan kutub diusahakan dengan bilangan bulat (tidak sembarangan) guna memudahkan dalam perhitungan reaksi tumpuan MA.

Skala gaya : 1 cm=1t

Skala panjang : 1 cm=1m

Skala momen : 1 cm= 5tm

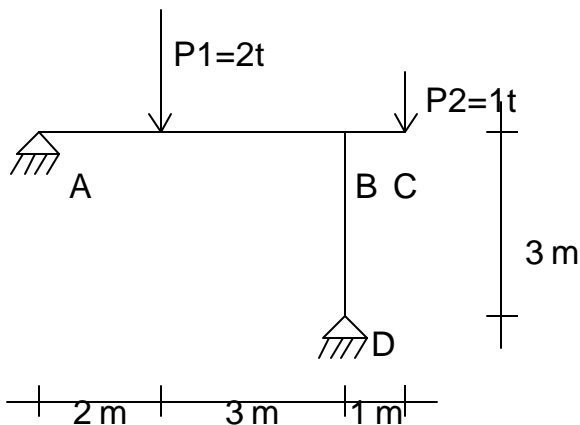


Besar reaksi-reaksi tumpuannya : $AV = 5\text{cm} \times \frac{1\text{t}}{1\text{cm}} = 5\text{t}$

$MA = 3,2\text{ cm} \times \frac{1\text{t}}{1\text{ cm}} = 16\text{ tm}$

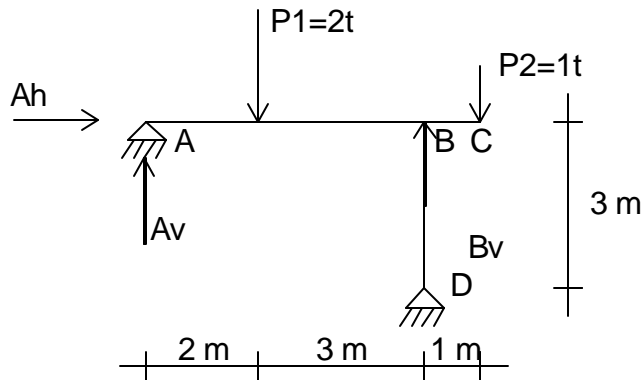
d. Menghitung gaya reaksi pada konstruksi pendel

Suatu konstruksi pendel seperti gambar di bawah mendapat beban terpusat P1=2t dan P2=1t. Di mana A = engsel, DB = Pendel



Hitunglah reaksi-reaksi tumpuannya.

Penyelesaian :



Catatan : arah BV berimpit dengan pendel DB tegak ke atas.

$$\sum H=0; Ah=0$$

$$\sum V=0; AV+BV-P1-P2=0$$

$$AV+BV-2t-1t=0$$

$$AV+BV-3t=0$$

$$AV+BV=3t$$

$$\sum MA=0$$

$$P1 \cdot 2m + P2 \cdot 6m - BV \cdot 5m = 0$$

$$2t \cdot 2m + 1t \cdot 6m - BV \cdot 5m = 0$$

$$4tm + 6tm - BV \cdot 5m = 0$$

$$10tm - BV \cdot 5m = 0$$

$$-BV \cdot 5m = -10tm$$

$$BV = \frac{-10tm}{-5m}$$

$$BV = 2t$$

$$BV = 2t$$

$$\sum MB=0$$

$$AV \cdot 5m - P1 \cdot 3m + P2 \cdot 1m = 0$$

$$AV \cdot 5m - 2t \cdot 3m + 1t \cdot 1m = 0$$

$$AV \cdot 5m - 6tm + 1tm = 0$$

$$AV \cdot 5m - 5tm = 0$$

$$AV \cdot 5m = 5tm$$

$$AV = \frac{5tm}{5m}$$

$$AV = 1t$$

$$AV = 1t$$

Kontrol $\sum V=0$

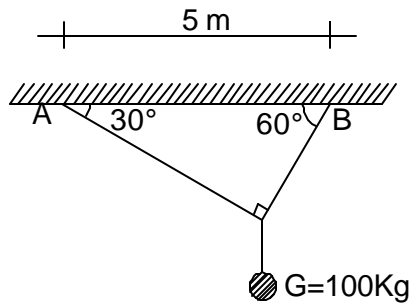
$$AV+BV=3t$$

$$1t+2t=3t$$

$$3t-3t=0 \text{ (cocok).}$$

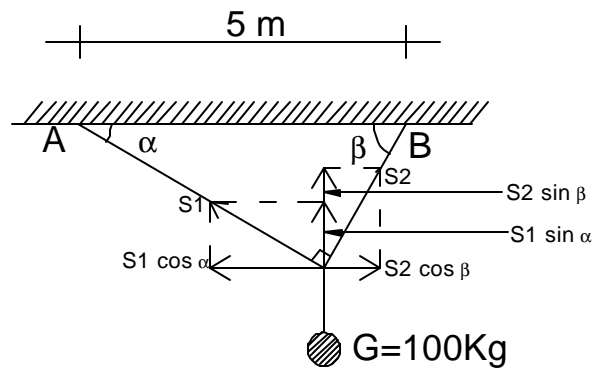
e. Menghitung gaya reaksi pada tali (kabel)

Sebuah benda dengan berat $G = 100\text{kg}$ digantung pada dua kabel AC dan BC seperti pada gambar.



Tentukanlah gaya-gaya reaksi pada kabel AC dan BC, bila diketahui sudut $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$

Penyelesaian :



Gaya reaksi S_1 dan S_2 yang diadakan oleh tali ialah gaya yang terletak didalam tali .

$$\sum H=0$$

$$S_2 \cos \beta - S_1 \cos \alpha = 0$$

$$S_2 \cdot \cos 60^\circ - S_1 \cos 30^\circ = 0$$

$$S_2 \cdot 0,5 - S_1 \cdot 0,866 = 0$$

$$S_2 \cdot 0,5 = S_1 \cdot 0,866$$

$$S_2 = \frac{0,866}{0,5} S_1$$

$$S_2 = 1,732 S_1$$

$$\sum V=0$$

$$S_1 \sin \alpha + S_2 \sin \beta - 100 = 0$$

$$S_1 \cdot \sin 30^\circ + S_2 \sin 60^\circ - 100 \text{ kg} = 0$$

$$S_1 \cdot 0,5 + S_2 \cdot 0,866 - 100 \text{ kg} = 0$$

$$S_1 \cdot 0,5 + S_2 \cdot 0,866 = 100 \text{ kg}$$

$$S_1 \cdot 0,5 + 0,866 \cdot 1,732 S_1 = 100 \text{ kg}$$

$$2 \cdot S_1 = 100 \text{ kg}$$

$$S_1 = \frac{100 \text{ kg}}{2}$$

$$S_1 = 50 \text{ kg}$$

$$\text{Besarnya } S_2 = 1,732 \cdot S_1$$

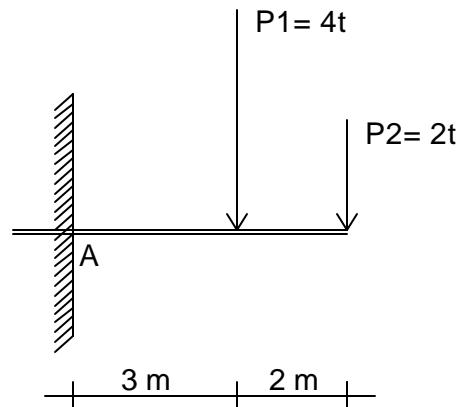
$$= 1,732 \cdot 50 \text{ kg}$$

$$= 86,6 \text{ kg}$$

3. LEMBAR LATIHAN

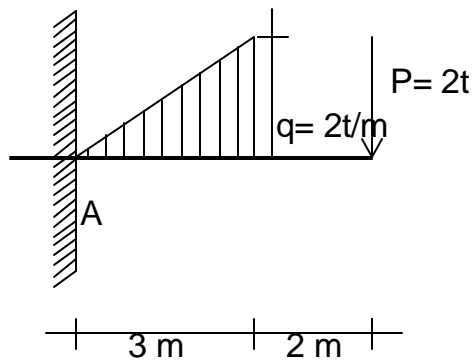
- Soal-soal (Tugas)

1. Sebuah gelagar panjang 5 m ditumpu jepit di A dan ujung lainnya bebas, padanya bekerja dua buah gaya yaitu $P_1=4$ ton dan $P_2=2$ ton seperti pada gambar.



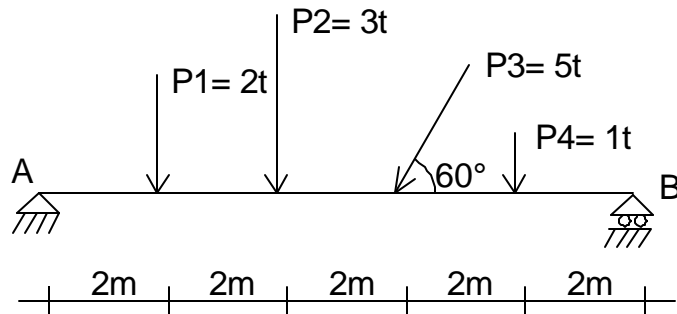
Hitung besar gaya-gaya reaksi pada tumpuan A.

2. Sebuah gelagar panjang 5 m ditumpu jepit di A dan ujung lainnya bebas, padanya bekerja muatan terbagi tidak merata $q=2\text{ t/m}$ dan sebuah muatan terpusat $P=5$ ton seperti pada gambar.



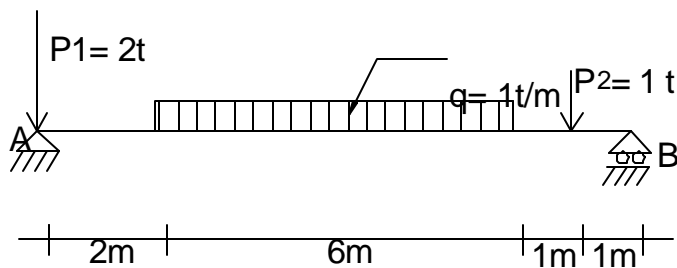
Hitung besar gaya-gaya reaksi tumpuannya.

3. Sebuah gelagar panjang 10 meter ditumpu sendi A dan rol B, mendapat beban terpusat $P_1=2t$, $P_2=3t$, $P_3=5t$ dan $P_4=1t$ seperti pada gambar.



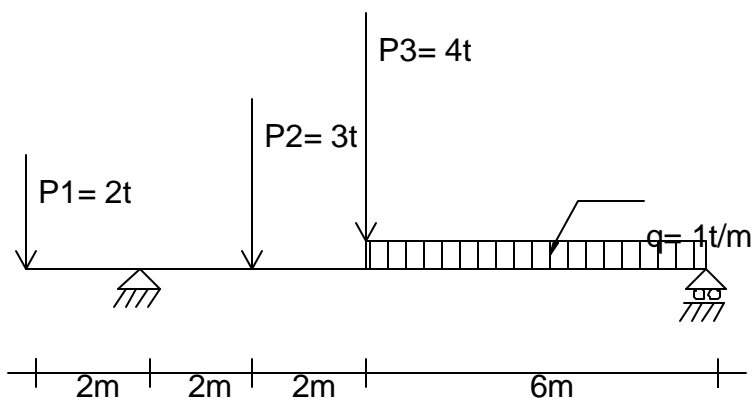
Hitung besar gaya-gaya reaksi tumpuannya dengan cara grafis dan analitis.

4. Sebuah gelagar panjang 10m ditumpu sendi A dan rol B, mendapat beban merata $q=1$ t/m dan beban terpusat $P_1=2t$, $P_2=1t$ seperti pada gambar.



Hitung besar gaya-gaya reaksi tumpuannya.

5. Sebuah gelagar panjang 12 m ditumpu sendi A dan rol B mendapat beban terpusat $P_1=1t$, $P_2=3t$, $P_3=4t$ dan muatan merata $q=1$ t/m seperti pada gambar.



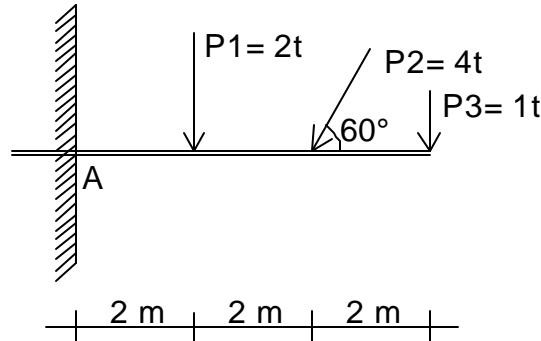
Hitung reaksi-reaksi tumpuannya.

- **Petunjuk Penilaian**

No	Aspek	Indikator	Skor maks	Skor Yang dicapai	Ket
1	Soal No.1	Terjawab benar	10		
2	Soal No.2	Terjawab benar	20		
3	Soal No.3	Terjawab benar	30		
4	Soal No.4	Terjawab benar	20		
5	Soal No.5	Terjawab benar	20		
Jumlah Skor Maksimal			100		
Syarat Skor Minimal Lulus			70		
Jumlah Skor Yang Dapat Dicapai					
Kesimpulan				LULUS / TIDAK LULUS	

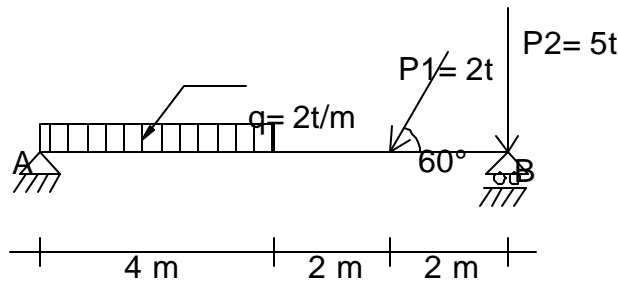
LEMBAR EVALUASI :

1. Sebuah gelagar panjang 6 m ditumpu jepit di A dan ujung lainnya bebas, padanya bekerja tiga buah gaya $P_1 = 2t$, $P_2 = 4t$, $P_3 = 1t$ seperti pada gambar.



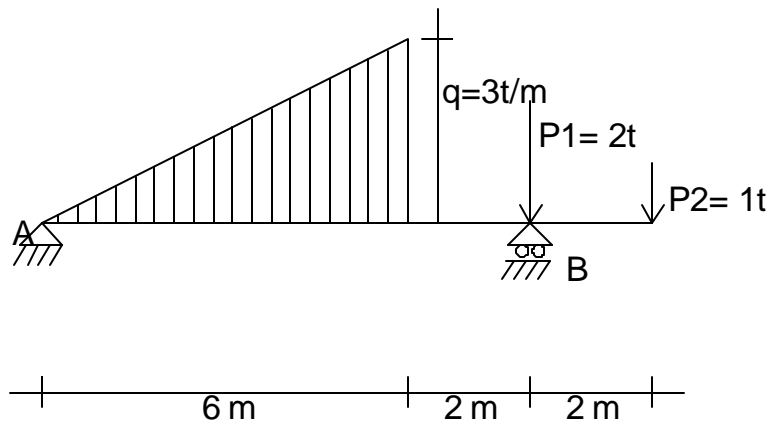
Hitung besar gaya-gaya reaksi tumpuannya. (nilai 25)

2. Sebuah gelagar panjang 8 m ditumpu sendi A dan rol B mendapat beban merata $q = 2t/m$ dan beban terpusat $P_1 = 2t$ dan $P_2 = 5t$ seperti pada gambar.



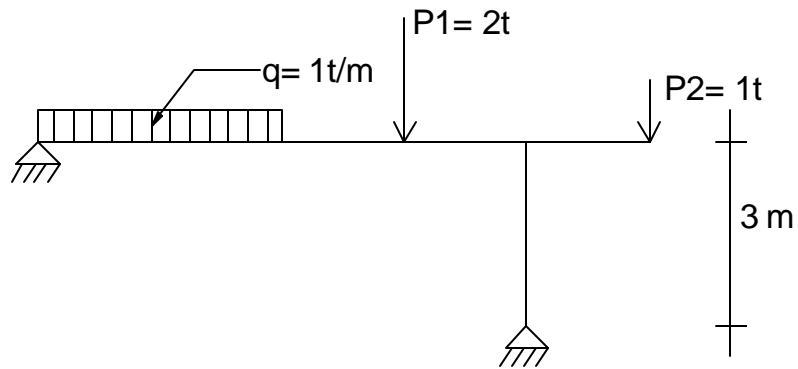
Hitung besar gaya-gaya reaksi tumpuannya. (nilai 25)

3. Sebuah gelagar panjang 10 m ditumpu sendi A dan rol B mendapat beban merata $q = 3t/m$ dan beban terpusat $P_1 = 2t$ dan $P_2 = 1t$ seperti gambar.



Hitung besar gaya-gaya reaksi tumpuannya. (nilai 25)

4. Diketahui balok ABC dengan beban-beban seperti gambar. A= engsel, BD= pendel.



Hitung reaksi-reaksi tumpuannya (nilai 25)

LEMBAR KUNCI JAWABAN

Kegiatan belajar 1 :

1. Hukum Newton III
2. Apabila suatu benda mengadakan gaya tekan pada benda lain, maka pada benda lain tersebut juga mengadakan gaya tekan pada benda tersebut yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan dengan arah gaya tekan benda tersebut.
3. Apabila gaya-gaya aksi dan gaya-gaya reaksi bekerja di suatu titik persekutuan, maka benda dalam keseimbangan bila dipenuhi syarat-syarat keseimbangan $\sum H=0$, $\sum V=0$ dan $\sum M=0$.
4. $W=f.N$, di mana f = koefisien gesek; N =gaya normal.
5. Tidak memenuhi syarat keseimbangan, karena walaupun $R=0$ tapi dua gaya yang sejajar berlawanan arah tersebut menimbulkan momen kopel yang mengakibatkan berputarnya benda.

Kegiatan belajar 2 :

1. $A_h = 0$
 $A_v = 6t$
 $M_A = 22tm$
2. $A_h = 0$
 $A_v = 5t$
 $M_A = 16tm$
3. $A_h = 2,5t$
 $A_v = 5,332t$
 $B_v = 4,998t$
4. $A_h = 0$
 $A_v = 5,1t$
 $B_v = 3,9t$
5. $A_h = 0$
 $A_v = 7,8t$
 $B_v = 6,2t$

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pendidikan Nasional, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, *Kurikulum Edisi 1999*, Jakarta
2. Ir. Arief Darmali dan Drs. Ichwan. 1979. Ilmu Gaya Teknik Sipil 1. Jakarta : Direktorat PMK, Depdikbud.
3. Drs. Rudolf Purba dan Drs. RAM. Noto Sewoyo. 2002 Perhitungan Statika Bangunan. Bandung, Angkasa.
4. Drs. Ermon Paringga dan Dra. Yarni Realita. 1994. Mekanika Teknik, Bandung Angkasa.
5. Hofstredde. JGC. Kramer PJ dan Baslin Abas. 1982. Ilmu Mekanika Teknik. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.