BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Konsep Dasar

Konsep dasar definisi berikut merupakan dasar untuk mempelajari mekanika, yaitu:

1.1.1. Massa

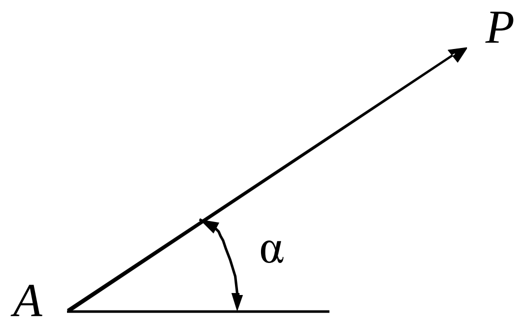
Massa adalah kelembaman benda yang merupakan tahanan terhadap perubahan gerak.

1.1.2. Gaya

Jika suatu benda berubah dari keaadaan diam menjadi bergerak atau sebaliknya, atau jika ada perubahan dalam keadaan diam atau keadaan bergerak, maka ada suatu sebab yang menjadikan perubahan itu. Sebab ini dinamakan gaya.

Jadi gaya adalah suatu yang menjadi sebab perubahan dalam keadaan diam atau keadaan bergerak terhadap benda tersebut.

Gaya menyebabkan benda cenderung bergerak searah dengan arah gaya. Sebuah gaya mempunyai titik tangkap, arah dan besar yang digambarkan sebagai vektor.



Gambar 1.1

Keterangan: A = titik tangkap gaya

Jarak A - P = besar gaya

Tanda panah atau kemiringan dengan sudut **α** merupakan arah gaya

1.1.3. Partikel

Partikel adalah benda yang ukurannya mendekati nol, sehingga dapat dianalisa sebagai titik massa.

1.1.4. Benda Kaku

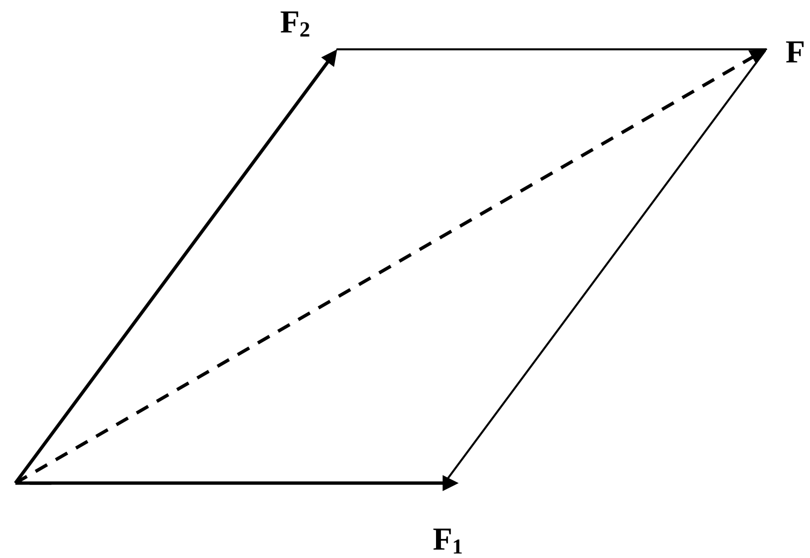
Suatu benda dapat dianggap kaku, jika gerak relatif bagiannya dapat diabaikan. Jadi, benda dianggap tidak mengalami deformasi internal, walaupun kenyataannya terdapat deformasi internal namun sangat kecil dibandingkan dengan dimensinya. dengan demikian tidak mempengaruhi keseimbangan.

2.2. Penjumlahan Vektor

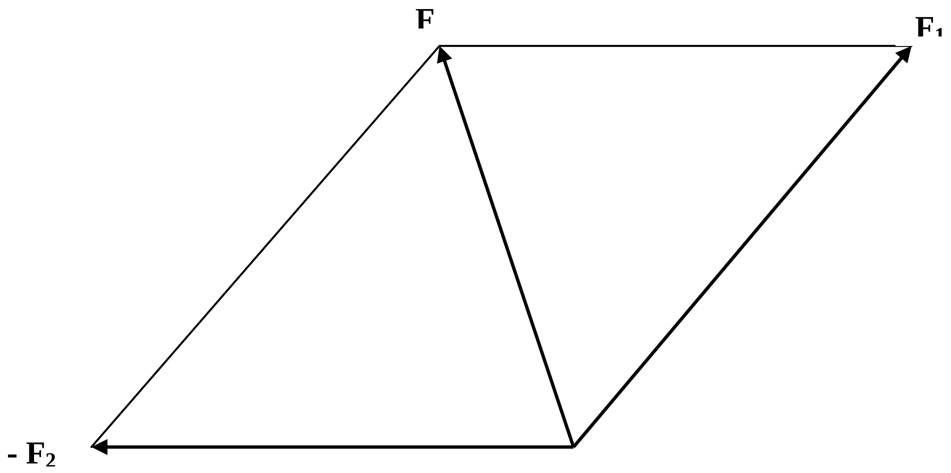
Penjumlahan vektor mengikuti hukum penjumlahan jajaran genjang. Penjumlahan F_1 dan F_2 yang menghasilkan R dapat dituliskan sebagai berikut:

$$R = F_1+F_2$$

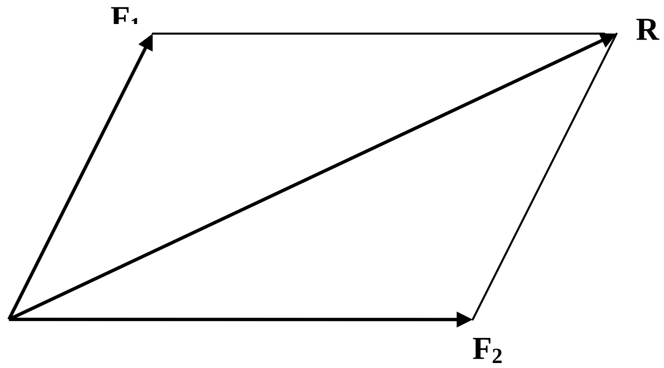
Hasil penjumlahan vektor dari F_1 dan F_2 merupakan diagonal dari jajaran genjang tersebut. Penjumlahan vektor dapat digambarkan seperti gambar 1.2, sedangkan pengurangan vektor F_1 dan F_2 sama dengan vektor F_1 ditambah – F_2 seperti gambar 1.3.



Gambar 1.2. Penjumlahan Vektor



Gambar 1.3. Pengurangan Vektor

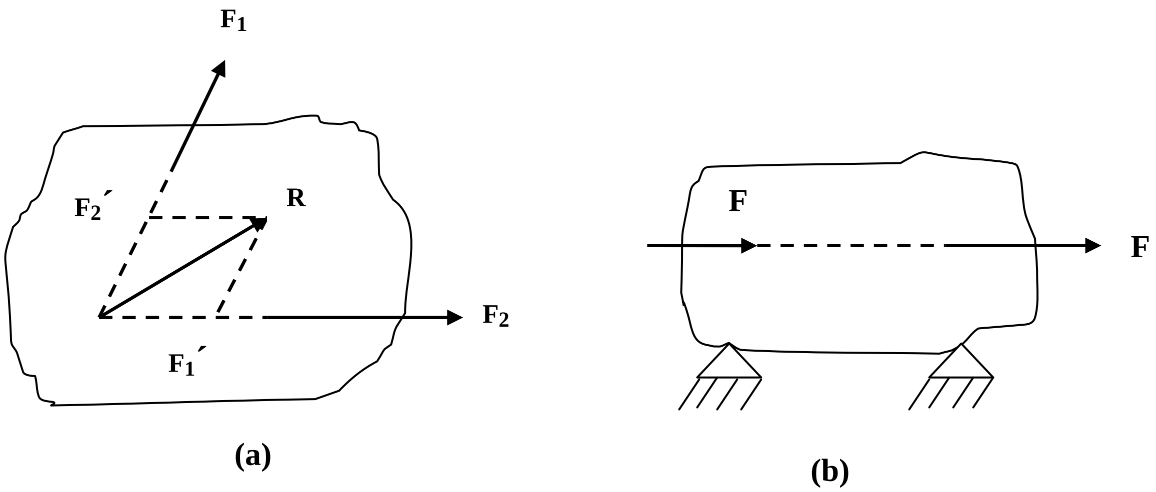


Gambar 1.4. Komponen Vektor

Gambar 1.4. menunjukkan komponen-komponen gaya dari gaya R, F_1 dan F_2 adalah komponen gaya R.

1.2.1. Prinsip Transmibilitas

Kondisi keseimbangan atau gerak suatu benda tegar tidak berubah apabila gaya yang beraksi pada suatu titik diganti dengan gaya yang lain yang arah dan besarnya sama yang terletak sepanjang garis kerja yang sama.



Gambar 1.5. Prinsip Transmibilitas

1.2.2. Hukum Newton I – Hukum Keseimbangan

$\Sigma Fx = 0$; $\Sigma Fy = 0$; $\Sigma M = 0$

Sebuah partikel akan tetap diam atau terus bergerak pada sebuah garis lurus dengan kecepatan tetap jika tidak ada gaya tak seimbang yang bekerja padanya.

1.2.3. Hukum Newton II

$F = m \cdot a$; m = massa ; a = percepatan

Bila gaya resulttan yang beraksi pada suatu partikel tidak sama dengan nol, partikel akan mengalami percepatan sebanding dengan besarnya gaya resultan dalam arah yang sama.

1.2.4. Hukum Newton III

Gaya aksi = Gaya reaksi

Gaya-gaya aksi dan reaksi antara benda-benda yang berinteraksi memiliki besar yang sama, berlawanan ara dan segaris kerja.

BAB II

SISTEM GAYA

2.1. Gaya

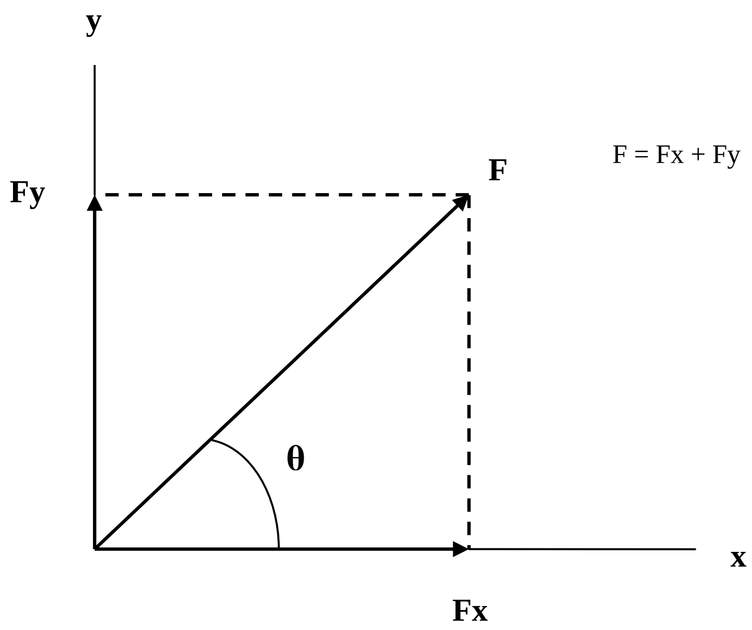
Spesifikasi lengkap dari suatu gaya harus mencantumkan besar, arah dan titik tangkapnya. Sebagai suatu besaran vektor, gaya bergantung pada arahnya dan juga hukum jajaran genjang dari gabungan vektor. Gaya dapat digolongkan sebagai gaya kontak atau gaya benda. Gaya untuk kontak terjadi akibat kontak fisik langsung antara dua benda. Sedangkan gaya benda adalah gaya yang terjadi akibat aksi dari jauh, seperti gaya gravitasi dan gaya magnetik.

Gaya dapat berupa gaya terpusat atau gaya terdistribusi. Sesungguhnya setiap gaya kontak bekerja pada suatu luas tertentu dan dengan demikian berupa gaya terdistribusi. Namun, jika ukuran luas kontak tersebut sangat kecil dibandingkan dengan ukuran geometri lainnya, maka gaya tersebut dapat dianggap sebagai gaya terpusat pada suatu titik. Gaya berat, gaya tekan fluida dan gaya magnet merupakan contoh gaya terdistribusi.

Pada benda yang dibebani, gaya yang bekerja dapat dikelompokkan dalam gaya luar dan gaya dalam. Gaya luar adalah gaya yang bekerja terhadap benda, sedangkan gaya dalam merupakan gaya yang bekerja didalam didalam benda, Gaya dalam akan berpengaruh pada tegangan dan regangan dalam dari bahan.

2.2. Komponen Gaya

Penguraian secara dua dimensi (bidang) suatu gaya yang paling umum adalah penguraian atas komponen-komponen gaya terhadap sumbu tegak lurus seperti pada gambar 2.1. adalah:



Gambar 2.1

di mana Fx dan Fy adalah komponen-komponen gaya dari F. Hubungan antara komponen-komponen gaya denagn F dari gambar 2.1 adalah :

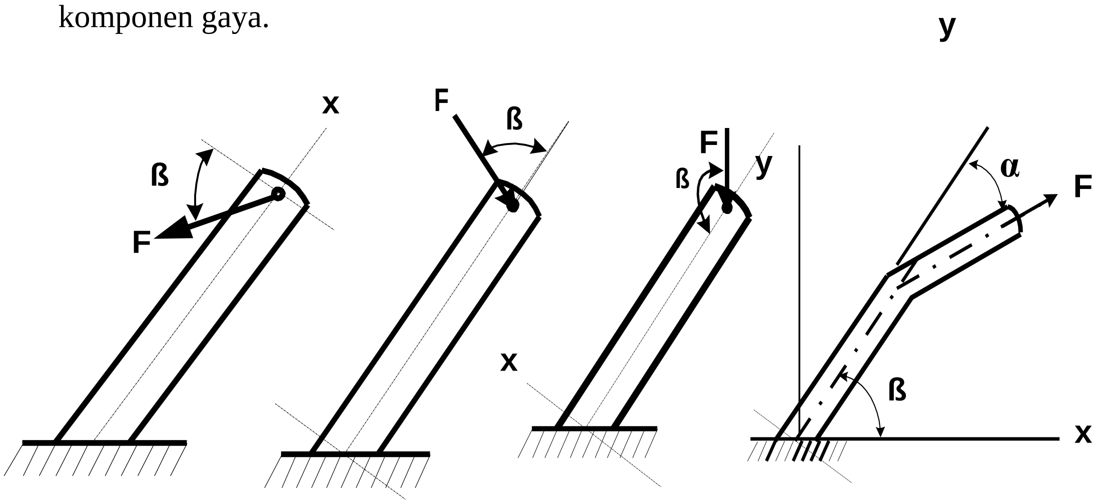
$$Fx = F \cos \theta$$

$$Fy = F \sin \theta$$

$$F = Fx^2 + Fy^2$$

$$\theta = \frac{Fy}{Fx}$$

Gambar 2.2. memperlihatkan contoh-contoh dalam mencari komponen-komponen gaya.



Fx = F Sin ß	Fx = - F Sin ß	Fx = F Sin (π-ß)	Fx = F Cos (ß-α)
Fy = F Cos ß	Fy = - F Cos ß	Fy = -F Cos (π-ß)	Fy = F Cos (β-α)

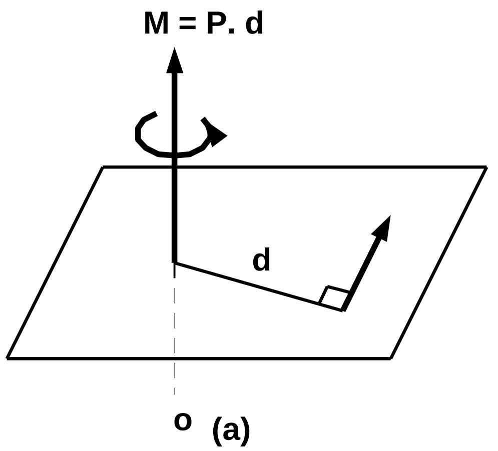
Gambar 2.2

2.3. Momen

Gaya cenderung untuk menggerakkan suatu benda pada arah bekerjanya. Selain itu juga dapat menimbulkan putaran benda terhadap suatu sumbu yang tegak lurus dan tidak memotong garis kerja gaya tersebut. Kecenderungan untuk berotasi ini disebut dengan **momen** dari gaya tersebut.

Gaya 2.3 menunjukkan suatu benda yang dikenakan gaya F. Gaya F ini menyebabkan benda tersebut cenderung untuk berputar pada sumbu 0-0 yang tegak lurus terhadap bidang A. besar momen gaya tersebut terhadap sumbu 0-0 didefinisikan sebagai berikut :

$$M = P.d$$



(b)

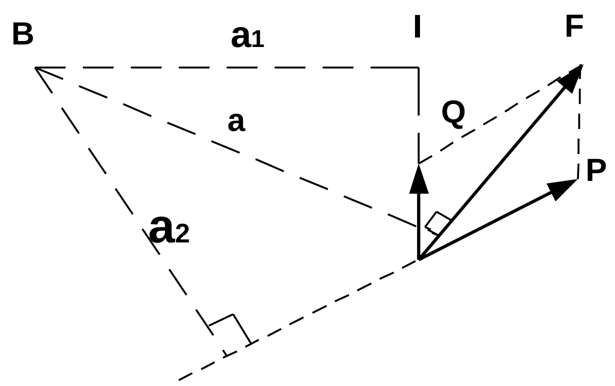
Gambar 2.3 Momen

Momen adalah suatu vektor M yang tegak lurus terhadap bidang benda. Arah M tergantung pada arah putaran benda akibat gaya F yang mengikuti kaidah tangan kanan. gambar 2.3 digunakan untuk menentukan arah M. Ibu jari menunjukkan arah M dan jari-jari diarahkan sesuai putaran benda.

Pada saat-saat menghadapi gaya-gaya yang bekerja pada bidang, biasanya kita membayangkan sebuah momen terhadap suatu titik. Namun sesungguhnya adalah momen terhadap sumbu yang tegak lurus terhadap bidang dan melalui titik tersebut. Arah momen ditentukan dengan menggunakan perjanjian tanda yang konsisten, misalnya tanda (+) untuk yang searah jarum jam dan tanda (-) untuk yang berlawanan dengan arah jarum jam. Penjumlahan momen dapat dilakukan denagn cara penjumlahan skalar dengan pemakaian tanda yang konsisten.

Teorema Varignon atau Dalil Momen

Momen gaya terhadap suatu titik = jumlah momen dari komponen-komponen gaya terhadap titik tersebut.



Gambar2.4. Sistem Gaya

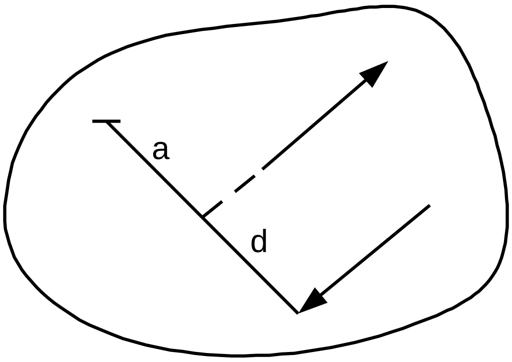
$$M_B = F.\ a$$

Teorema Varignon

$$F.a = Q.a_1 + P.a_2$$

2.4. Kopel

Momen yang dihasilkan oleh dua buah gaya sama besar, sejajar dan berlawanan arah disebut <u>kopel</u>.



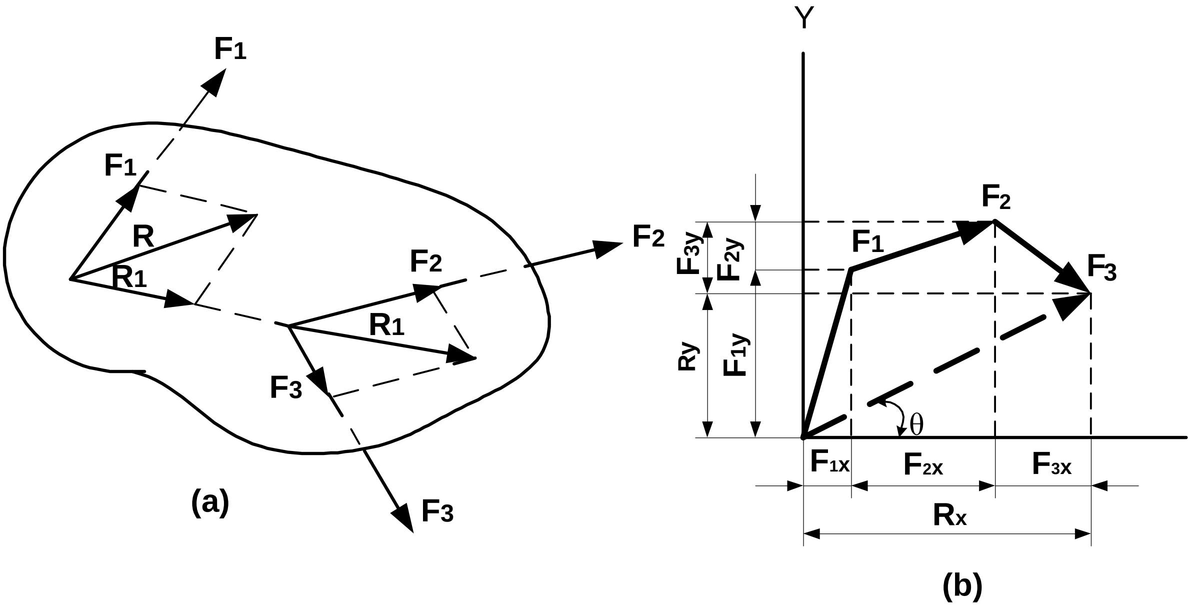
Gambar 2.5

Gaya F dan F’ tidak dapat digabungkan menjadi gaya tunggal, karena jumlahnya sama dengan nol. Pengaruh kedua gaya ini hanya menghasilkan kecenderungan untuk berotasi.

Momen suatu kopel tetap = hasil kali gaya dengan lengan kopel.

2.5. Resultan

Resultan gaya adalah sebuah gaya yang dapat menggantikan sistem gaya tanpa mengubah pengaruh luar pada benda kaku dimana gaya tersebut bekerja. Resultan dari tiga buah gaya pada gambar 2.6 dapat diperoleh dengan cara grafis atau analisis.



Gambar 2.6. Poligon Gaya

Dari Poligon gambar 2.6 (b) dapat diperoleh besar dan arah R. Hubungan dari penjumlahan gaya menurut aturan jajaran genjang gaya dapat ditulis :

$R = F_1+F_2+F_3+\ldots\ldots+Fn = \Sigma F$

$Rx = \Sigma Fx$; $Ry = \Sigma Fy$; $R = \sqrt{(\Sigma Fx)^2 + (\Sigma Fx)^2}$

$\theta = \tan^{-1} \frac{Ry}{Rx}$

2.6. Kesetimbangan

Kesetimbangan gaya merupakan bagian yang penting dalam analisa statika statika. Konsep-konsep yang digunakan adalah pengembangan dari gaya, momen, kopel dan resultan pada saat menerapkan prinsip-prinsip kesetimbangan.

Suatu benda dalam kesetimbangan bila resultan gaya dan momen gaya yang bekerja pada benda tersebut adalah nol. Persamaan kesetimbangan dapat ditulis :

$R = \Sigma F = 0$; $M = \Sigma M = 0$

Kedua syarat ini merupakan kondisi yang diperlukan untuk kesetimbangan.

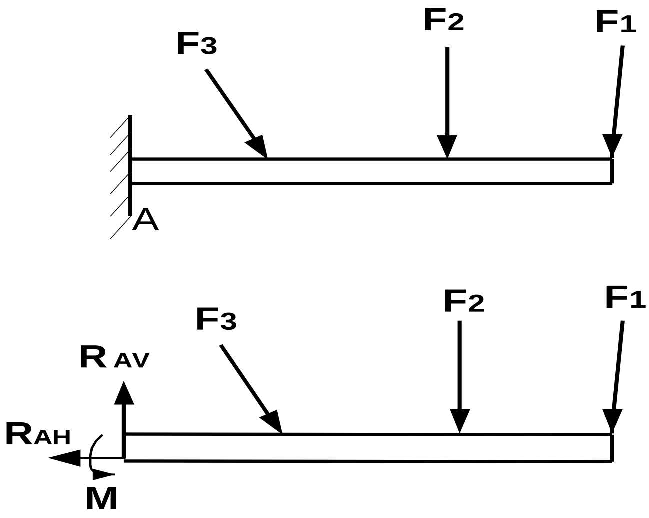
Dalam penyelesaian soal secara analisis, resultan gaya R diuraikan menjadi komponen-komponen gaya.

$\Sigma Rx = 0$ $\Sigma Mx = 0$

$\Sigma Ry = 0$ $\Sigma My = 0$

$\Sigma Rz = 0$ $\Sigma Mz = 0$

Dalam statika, diperlukan penggambaran gaya – gaya yang bekerja pada benda tegar supaya keadaan diam. Benda ini dianggap sebagai benda tunggal yang terpisah dari semua benda disekitarnya. Pemisahan ini dilakukan dengan memakai diagram benda bebas.

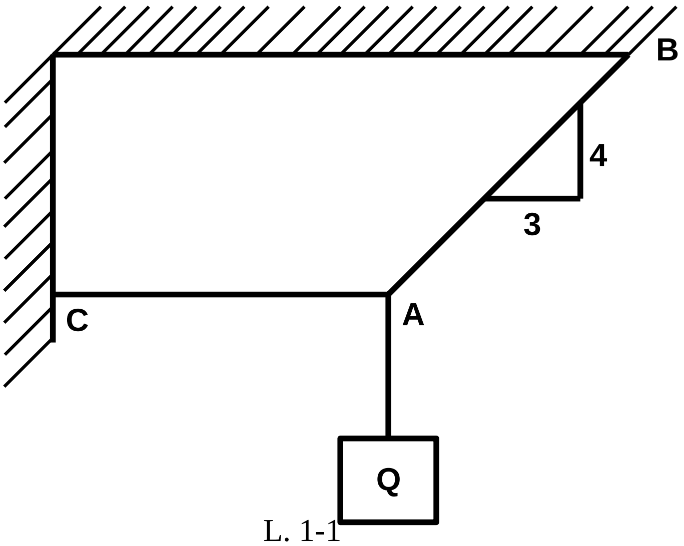


Gambar 2.7. Diagram Benda Bebas

Kesetimbangan benda dalam statika dijaga oleh tumpuan. Macam-Macam tumpuan dan gaya reaksinya diperlihatkan pada gambar 2.8.

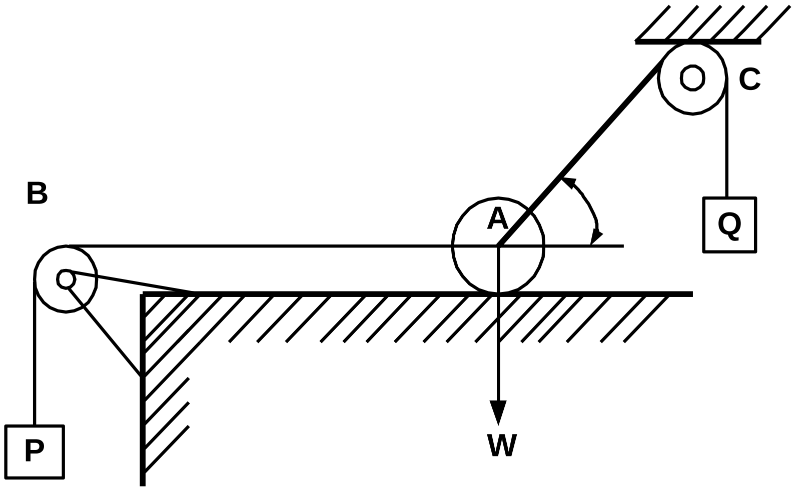
SOAL-SOAL

1. Tentukan tegangan S_1 dan S_2 pada tali AB dan AC, gambar L. 1-1 yang menahan beban Q seberat 40 N.



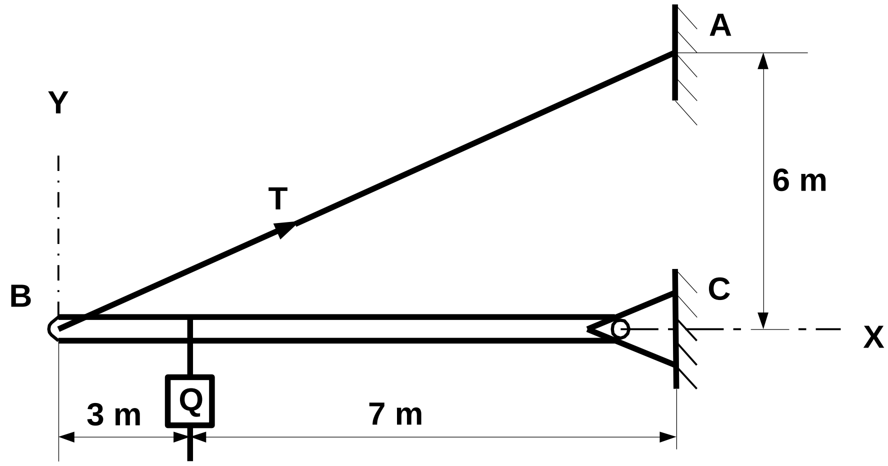
L. 1-1

2. Sebuah bola dengan berat W terletak pada sebuah bidang datar yang licin, dan diikat oleh dua buah tali AB dan AC pada pusatnya melewati pili-puli B dan C, sperti gambar L. 1-2. Hitung sudut dan reaksi R antara bola dan bidang.



L. 1-2

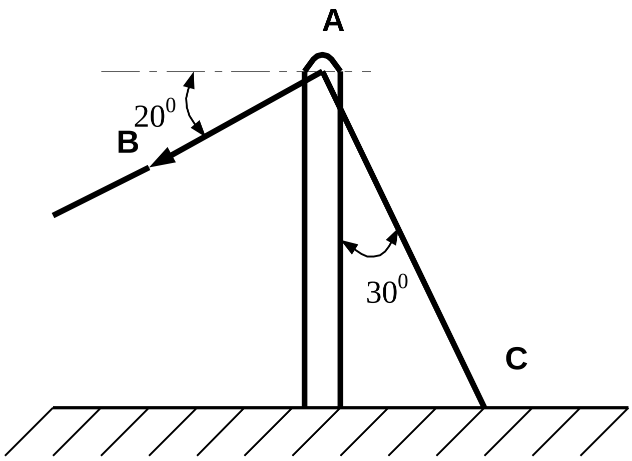
3. Bila beban Q terletak 7 m dari titk C, tarikan kabel 9 KN. Tentukan komponen-komponen gaya pada arah x dan y.



L. 1-3

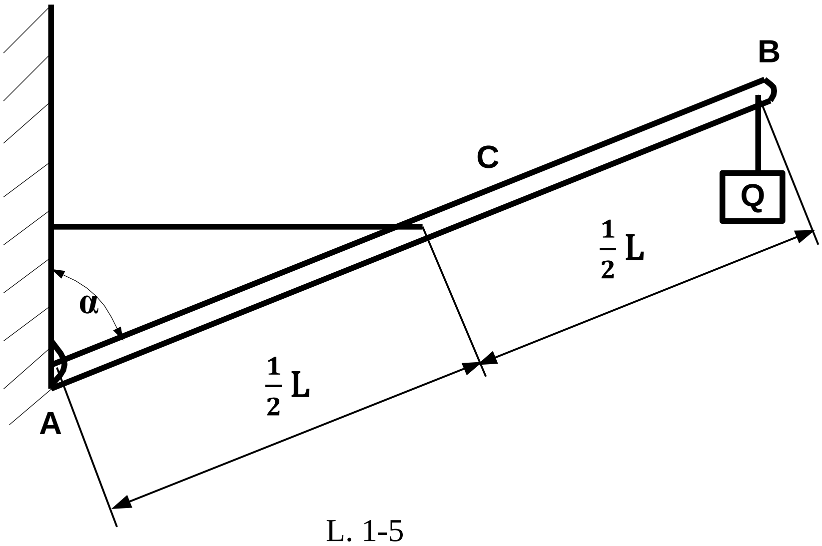
4. Berapa besar beban Q agar keadaan struktur pada gambar L.1-3 dalam keadaan seimbang.

5. Gaya tegangan tali AB = 2500 N. tetukan tarikan T pada kawat AC, jika resultan kedua gaya tersebut di A adalah vertikal, seperti yang ditunjukkan pada gambar L.1-4. Hitunglah besar R tersebut.



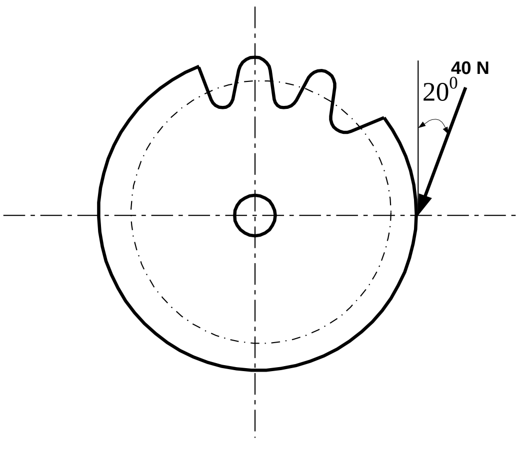
L. 1-4

6. Sebuah batang AB menahan beban Q seperti gambar L.1-5. Hitunglah gaya tarik horizontal kawat CD.



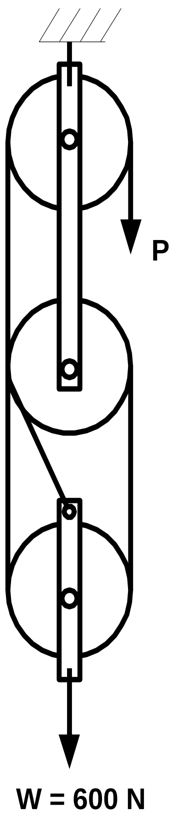
L. 1-5

7. Sebuah gaya F yang besarnya 40 N dikenakan pada roda gigi. Tentukan momen akibat F terhadap titik 0.



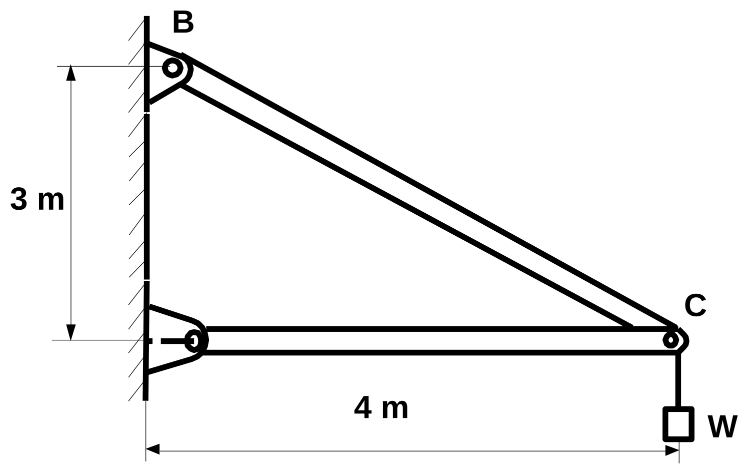
L. 1-6

8. Dari gambar L.1-7 berapa gaya P yang diperlukan untuk menahan gaya 600 N agar keadaan tetap setimbang.



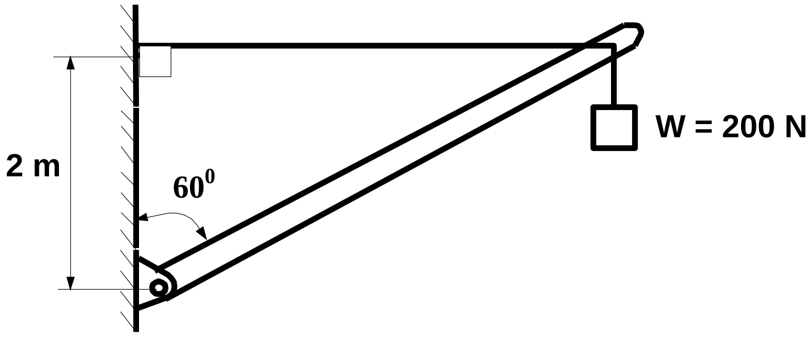
L. 1-7

9. Beban W = 1000 N digantungkan pada titik C seperti pada gambar L.1-8. tetukan gaya yang bekerja pada batang AC dan BC.



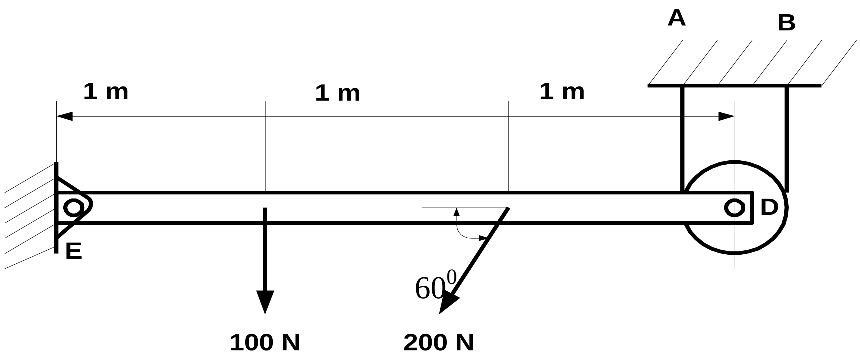
L. 1-8

10. Pada gambar L.1-9. AB adalah batang kaku dan CB kabel.jika W= 200 N. Berapa besar reaksi horizontal dan vertical di titik A ?. Hitunglah gaya tarik pada kabel.



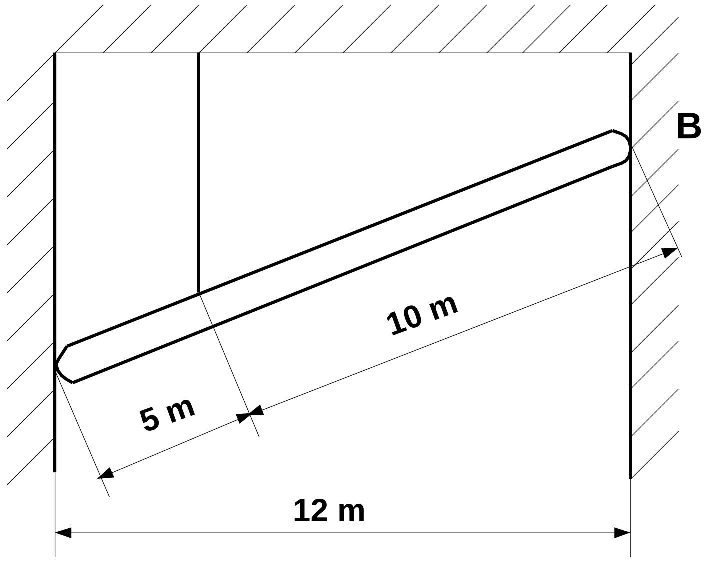
L. 1-9

11. Batang ED dibebani seperti yang ditunjukkan pada gambar L.1-10.diameter puli adala 8 cm. hitunglah reaksi pada titik E,dan tegangan pada tali A dan B.



L. 1-10

12. Sebuah galah sepanjang 15 meter memiliki massa 150 kg dan disangga oleh dinding yang licin dan tarikan T dari kabel vertikal seperti pada gambar L.1-12. Hitunglah reaksi di A dan B.

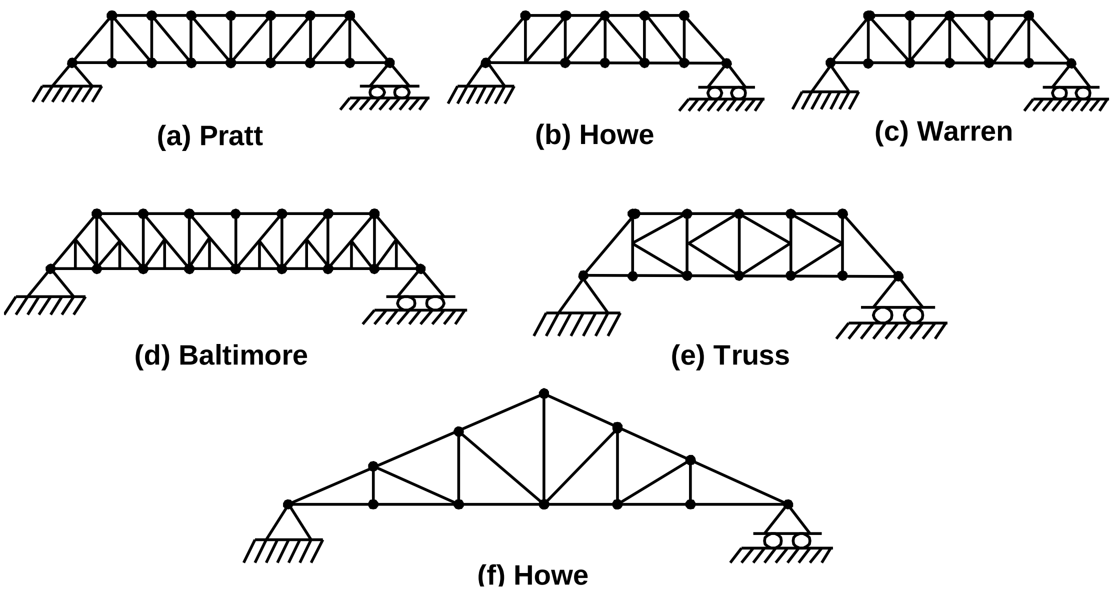


L.1-11

BAB III

STRUKTUR

Struktur adalah sistem yang tersusun dari batang – batang untuk menyangga atau mentransfer gaya yang dikenakan pada struktur tersebut. Struktur dapat berupa truss ataupun rangka. Truss adalah struktur yang semua batangnya hanya menerima beban aksial saja. Sedangkan rangka adalah struktur yang sedikitnya mempunyai sebuah batang yang menerima beban lentur atau puntir. Contoh dari truss terlihat seperti gambar 3.1.

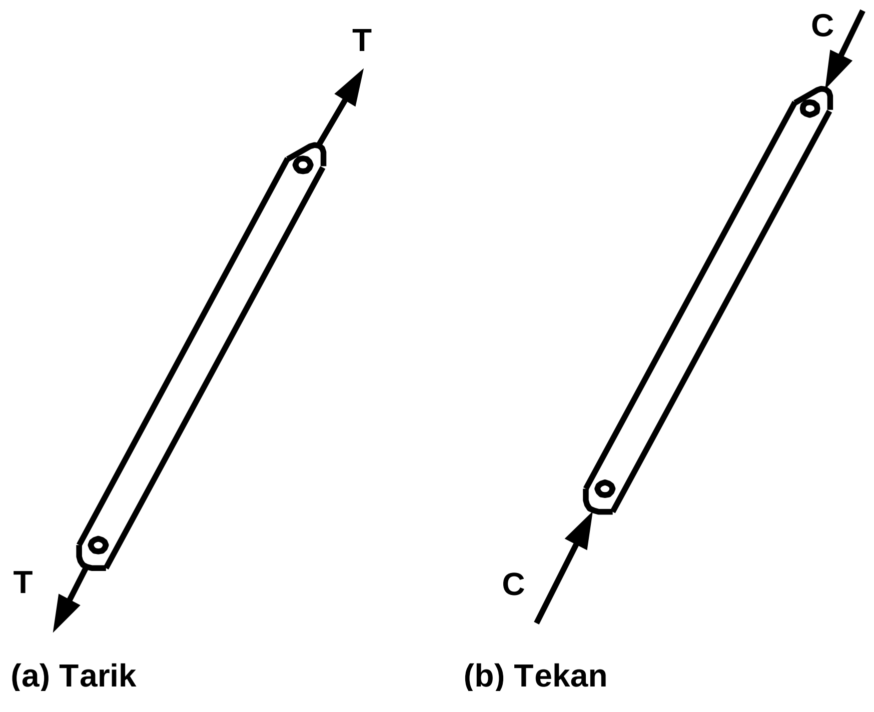


Gambar 3.1. Macam-macam Truss

Elemen dasar dari truss bidang adalah segi tiga. Bila terdapat jumlah batang yang lebih banyak untuk menjaga supaya tidak runtuh, maka rangka-rangka tersebut menjadi statis tak tentu. Batang atau tumpuan yang berlebihan disebut **redandum.**

Rancangan sebuah rangka batang meliputi penentuan gaya-gaya pada batang, pemilihan ukuran dan bentuk struktur yang sesuai. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam analisa gaya rangka adalah sebagai berikut:

1. Semua batang adalah batang dua gaya, yaitu batang yang berada dalam kesetimbangan di bawah aksi dua gaya saja. (Gambar 3.2)
2. Sambungan adalah sambungan engsel.
3. Semua gaya luar dikenakan pada sambungan engsel.



Gambar 3.2. Batang Dua Gaya

3.1.Truss

Truss adalah struktur yang semua batangnya berupa batang dua gaya. Batang-batang pada truss disambungkan dengan sambungan engsel dan berat batang diabaikan.

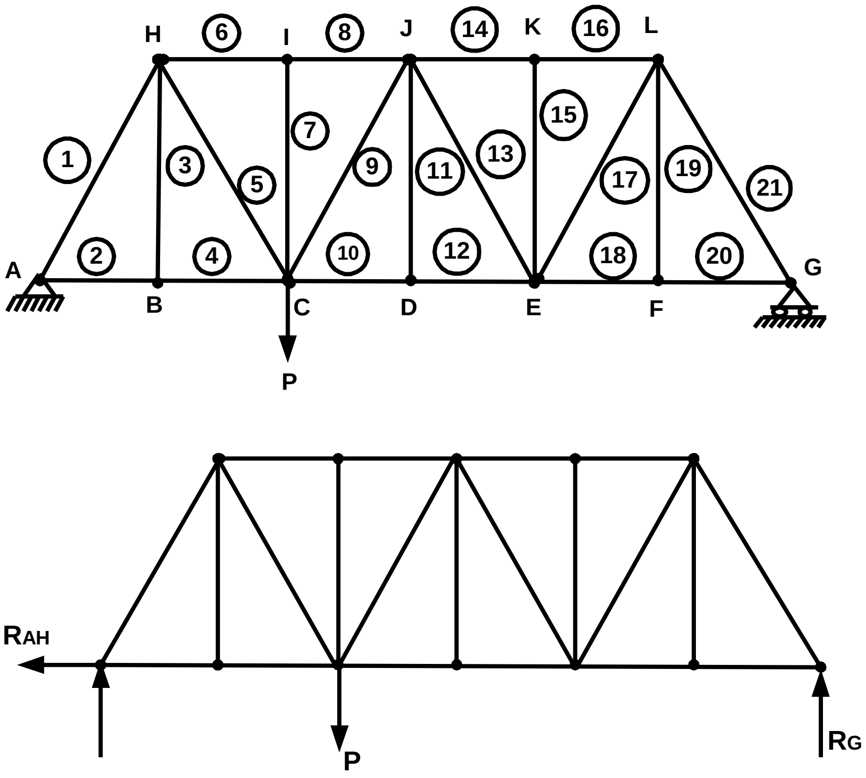
Truss dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu truss sederhana dan truss tidak sederhana.

3.1.1. Truss sederhana

Dua metode yang digunakan dalam analisis truss sederhana, yaitu metoda keseimbangan simpul dan metode potongan.

3.1.1.1.Metode Keseimbangan Simpul

Simpul merupakan titik sambung antar batang pada truss. analisis dapat dilakukan secara grafis atau analitis.



Gambar 3.3. Truss Sederhana

Suatu truss seperti gambar 3.3 dikenakan beban P. Tumpuan A adalah engsel dan tumpuan B adalah rol. Untuk mendapatkan reaksi pada tumpuan A dan B dapat dilakukan dengan penerapan persamaan kesetimbangan:

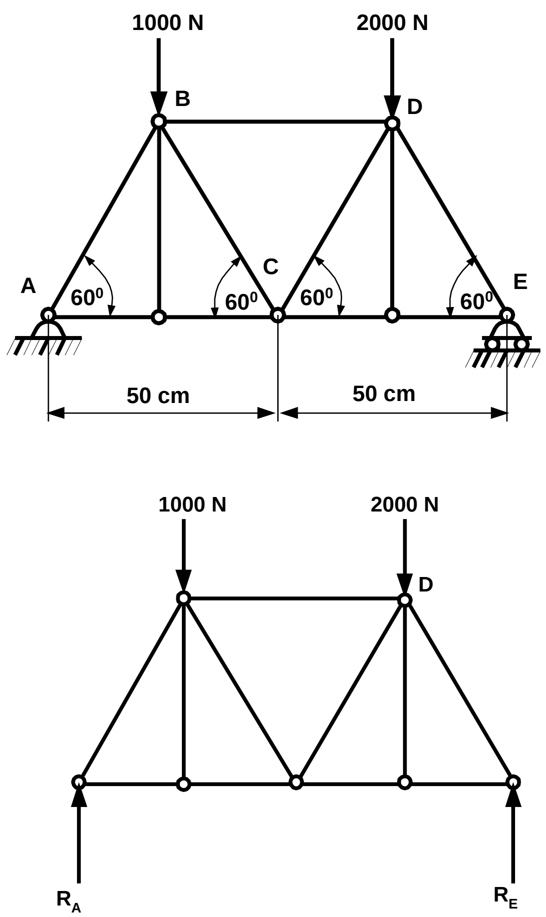
$\Sigma Mx = 0$

$\Sigma Fy = 0$

$\Sigma Fx = 0$

Contoh :

1. Suatu truss sederhana seperti gambar 3.4. Mendukung gaya 1000 N dan 2000 N seperti ditunjukkan. Tentukan reaksi dan gaya tiap-tiap batang.



Gambar 3.4

Penyelesaian :

Gambar 3.4 (b) adalah diagram benda bebas yang diperlukan untuk menentukan reaksi RA da RE. Reaksi ditumpuan A hanya satu komponen (RA), karena kedua beban adalah vertikal.

$\Sigma Mx = 0$

1000.25 + 2000.75 - 100 Rt = 0

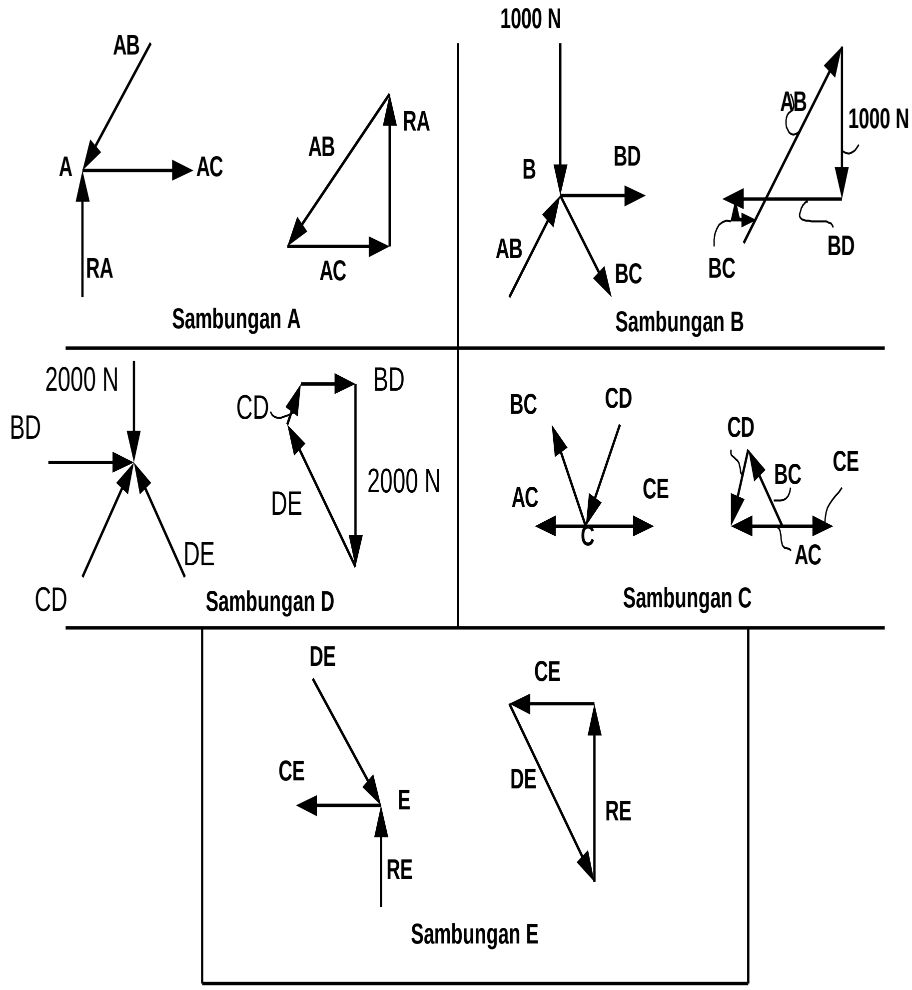
RE = 175000/100 = 1750

$\Sigma Fy = 0$

RA = 1000 +2000-1750 = 1250 N

Gambar 3.5 merupakan diagram benda bebas dan polygon. Gaya yang menggambarkan secara grafis dua kondisi kesetimbangan $\Sigma Fx = 0$ dan $\Sigma Fy = 0$. Perhitungan dapat dimulai dari sambungan sembarang dengan syarat:

- paling sedikit terdapat sebuah beban yang diketahui.
- tidak terdapat lebih dari dua gaya yang tak diketahui.



Gambar 3.5. Poligon gaya

Setiap simpul berada dalam kesetimbangan, maka resultan gaya yang bekerja pada setiap simpul harus nol. Gaya-gaya pada masing 0 masing batang dapat diperoleh dengan mengukur panjang vektor yang sesuai dengan batang tersebut. Soal diatas dapat diselesaikan dengan cara grafis. Setiap simpul menggambarkan komponen-komponen gaya dengan kondisi setimbang dari $\Sigma Fx = 0$ dan $\Sigma Fy = 0$

- Simpul A

  $\Sigma Fy = 0$

  RA - AB sin 60 = 0

$AB = \frac{1250}{Sin\ 60} = 1443$ N

ΣFx = 0

AC – AB Cos 60 = 0

AC = 1443 . Cos 60 = 722 N

- Simpul B

ΣFx = 0

AB Cos 60 + BD + Cos 60 = 0

1443 . Cos 60 + BD + BC Cos 60 = 0

ΣFy = 0

1443 Sin 60 – BC Sin 60 – 1000 = 0

$BC = \frac{1443\ Sin\ 60 - 1000}{Sin\ 60}$

= 289 N

BD = - 722 – 289 Cos 60

= - 866 N

- Simpul C

$\Sigma Fx = 0$

CE – AC – BC cos 60 – CD Cos 60 = 0

CE = 722 + 289 Cos 60 + CD Cos 60………….(1)

$\Sigma Fy = 0$

BC = CD = 289 N

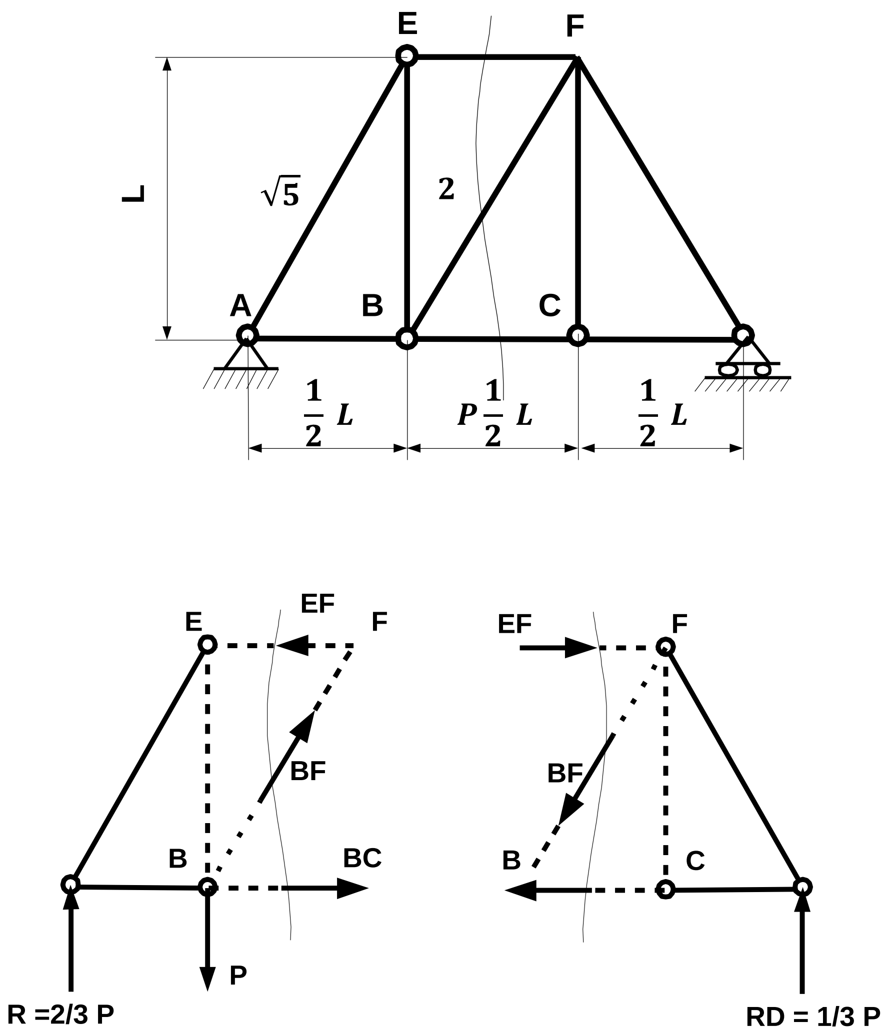
CE = 722 + 289 Cos 60 + 289 Cos 60

= 1010 N

Tanda negative (-) dari hasil perhitungan berarti bahwa arah yang sebenarnya adalah berlawanan dengan arah pemisalan.

3.1.1.2. Metode Potongan

Selain metode keseimbangan simpul gaya pada truss sederhana dapat dihitung dengan metode potongan. Metode ini menggunakan persamaan momen kesetimbangan dengan memilih seluruh bagian truss sebagai benda bebas. Keuntungan metode potongan ini adalah dapat menghitung gaya hamper setiap batang yang diinginkan secara langsung dari potongan batang tersebut. Setiap pemotongan hanya terdapat tiga buah batang yang terpotong.



Gambar 3.6. Pemotongan Sederhana

Gambar 3.6 menunjukkan truss sederhana yang dibebani gaya P. Sebagai contoh, gaya batang BF akan dihitung sebagai potongan khayalan, dinyatakan dengan garis bebas melalui batang tersebut. Reaksi luar dapat dihitung dengan meninjau truss secara keseluruhan.

Gambar 3.6 (b) menunjukkan diagram benda bebas potongan kiri dari truss yang dalam keadaan setimbangan di bawah aksi beban P, reaksi Ra, dan tiga gaya yang dikenakan pada batang oleh potongan sebelah kanan yang dilepas. Jadi, terdapat tiga besaran yang belum diketahui. Ketiga gaya ini dapat dihitung dengan menggunakan kesetimbangan gaya dan satu persamaan keseimbangan momen. Bila kita pandang potongngan sebelah kiri didapat :

$\Sigma MB = 0$

$$\frac{2}{3}\,P.\frac{1}{2}\,L - EF.L = 0$$

$$EF = \frac{1}{3}\,P$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$\frac{2}{3}\,P - \;\; P + \frac{2}{\sqrt{5}} \cdot BF = 0$$

$$BF = \left(1\frac{2}{3}\right)P \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}$$

$$= \frac{1}{3}P \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}$$

$$= \frac{\sqrt{5}}{6}P$$

$\Sigma F_X = 0$

$$BC = \frac{1}{\sqrt{5}}\,BF - EF = 0$$

$$BC = \frac{1}{3}\,P - \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{6}P$$

$$= \frac{1}{3}P - \frac{1}{6}P$$

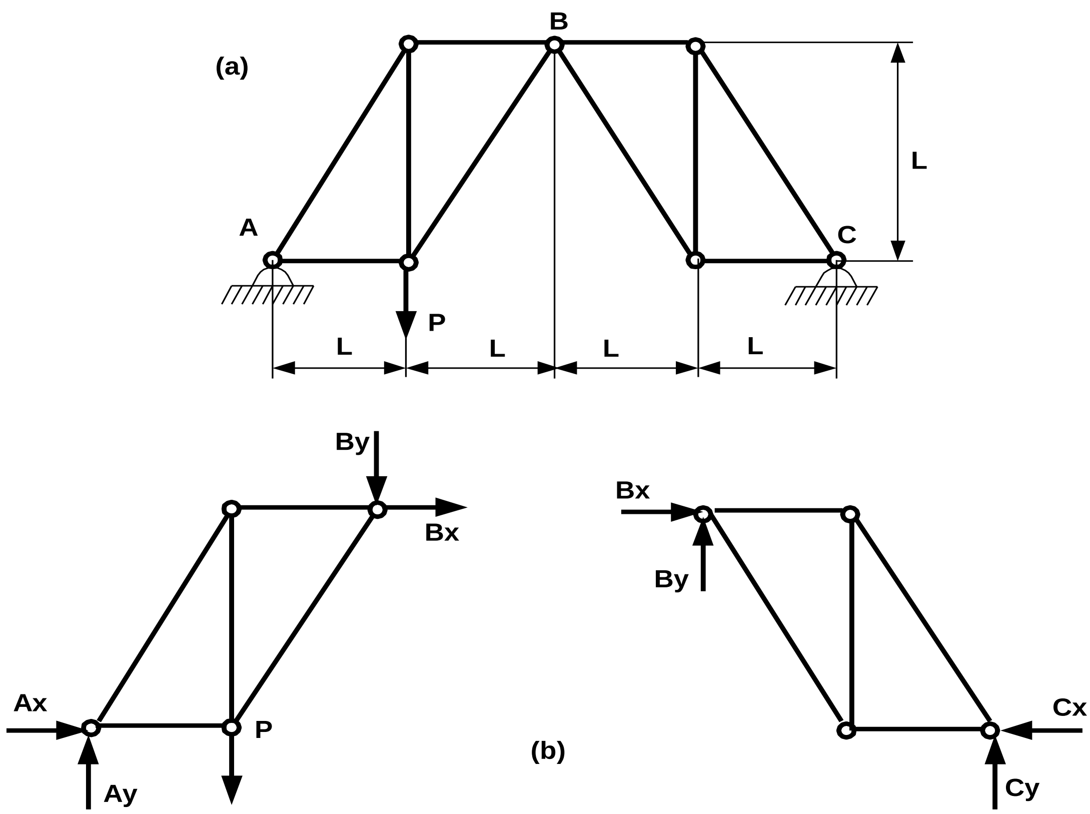
$$= \frac{2}{6} - \frac{1}{6}\,P$$

$$= \frac{1}{6}$$

Jika terdapat benda negatif (-) dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa arah sesungguhnya dari gaya batang tersebut adalah kebalikan dari arah gaya yang digambarkan. Dari hasil perhiutngan diatas dapat diketahui bahwa batang EF merupakan batang tekan, batang BE batang tarik, dan batang BC juga batang tarik. Perhatikan bahwa setiap pemotongan sebanyak-banyaknya hanya tiga batang yang terpotong.

3.1.2. Truss Tidak Sederhana

Truss tidak sederhana adalah truss yang jika dilepaskan dari tumpuannya, susunan tidak membentuk benda kaku, maka reaksi tumpuan tidak dapat dihitung seluruhnya dengan penerapan persamaan keseimbangan struktur truss secara keseluruhan, karena jumlah besaran yang tidak diketahui lebih banyak dari persamaan keseimbangan yang ada. Analisa truss jenis ini dimulai dari analisis bagian truss yang membentuk benda kaku. Setelah itu, gaya batang dapat dihitung dengan metoda keseimbangan simpul atau metode potongan.



Gambar 3.7. Truss Tidak Sederhana

Gambar 3.7. (a) menunjukkan truss tidak sederhana yang menerima beban P. Tumpuan A dan C berupa engsel tetap. Truss ini tidak dapat dianalisis secara keseluruhan, karena terdapat lebih dari empat besaran gaya yang tidak diketahui, yaitu masing masing dua reaksi di A dan C. Persamaan keseimbangan yang ada hanya tiga, maka truss harus dilepas menjadi bagian yang berupa benda kaku.

Gambar 3.7. (b) adalah diagram benda bebas masing-masing bagian dari truss tidak sederhana yang terdiri dari dua benda kaku sambungan B berupa engsel, maka gaya di sambungan B pada masing-masing bagian terdiri dari dua komponen tegak lurus Bx dan By. Berdasarkan Hukum Newton III, gaya sambungan pada kedua bagian tersebut adalah sama besar dan berlawanan arah. Terdapat enam buah gaya yang belum diketahui yaitu Ax, Ay, Bx, By, Cx, Cy. Masing-masing benda kaku mempunyai tiga persamaan keseimbangan, sehingga gaya-gaya tersebut dapt dihitung. Dari diagram benda kaku sebelah kiri didapat :

$\Sigma M = 0$

$Bx \cdot L + By \cdot 2L + P \cdot L = 0$

$Bx = -(2By + P)$ … (1)

$\Sigma Fx = 0$

$Ax + Bx = 0$

$Ax = -Bx$ … (2)

$\Sigma Fy = 0$

$Ay - P - By = 0$

$Ay = P + By$ … (3)

Dari diagram benda bebas sebelah kanan diperoleh :

$\Sigma Mc = 0$

$By \cdot 2L - Bx \cdot L = 0$

$Bx = 2\,By$

$By = \frac{1}{2}\,Bx$

Dari persamaan (1) didapat :

$$Bx = -(2\ By + P) = 0$$
$$2\ By = -2\ By - P$$
$$4\ By = -P$$
$$By = -\tfrac{1}{4} P$$

Dari persamaan (2) didapat:

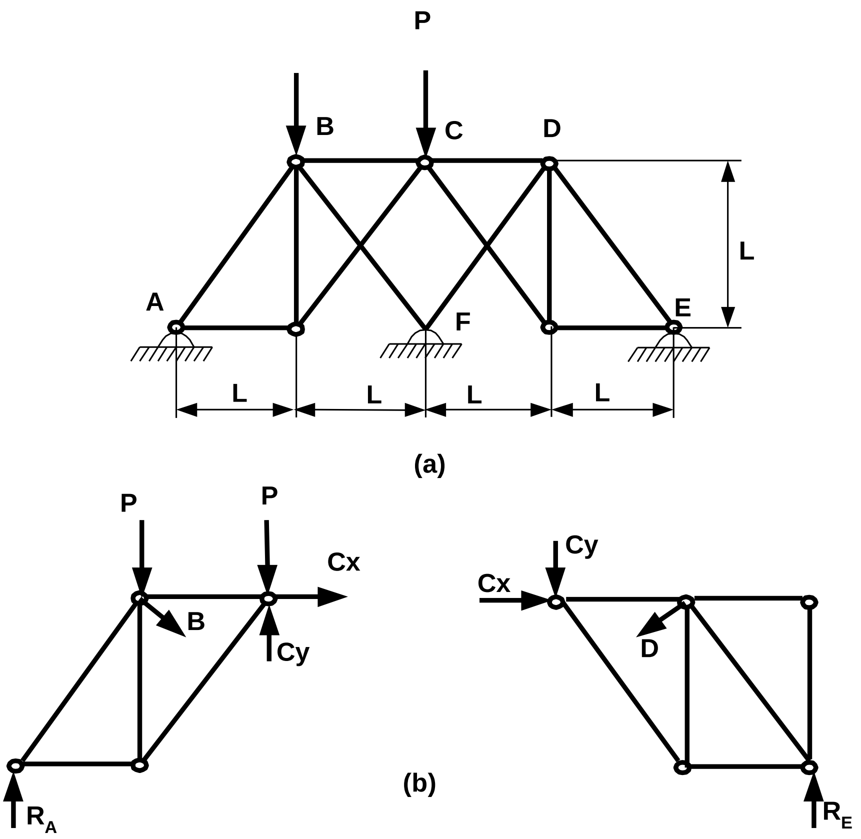
$$Ax = -Bx$$
$$= -2\ By$$
$$= (-2)(-1/4\ P)$$
$$= \tfrac{1}{2} P$$

Dari persamaan (3) didapat :

$$Ay = P + By$$
$$= P + By$$
$$= P + (-1/4\ P)$$
$$= \frac{3}{4} P$$

Gaya-gaya pada batang dapat dianalisis dengan menggunakan metode keseimbangan simpul atau metode potongan.

Sebagai contoh kedua, perhatikan gambar 3.8. Gaya P yang tidak bekerja pada titik C dapat dikerjakan diseblah kanan atau kiri dari diagram benda bebas. Dari diagram benda bebas terlihat bahwa gaya yang belum diketahui berjumlah enam buah, yaitu A, B, Cx, Cy, D, dan E.



Gambar 3.8. Truss Tidak Sederhana dan Diagram benda bebasnya.

Keenam gaya-gaya tersebut dapt dihitung dari enam persamaan keseimbangan, yaitu masing-masing tiga persamaan keseimbangan.

3.2. Rangka

Dibedakan dua jenis rangka :

1. Rangka, merupakan struktur yang dirancang untuk menopoang beban yang biasanya dalam kondisi tetap/statis.
2. Mesin, merupakan struktur yang terdiri dari bagian-bagian yang bergerak dan dirancang untuk memindahkan gaya atau kopel.

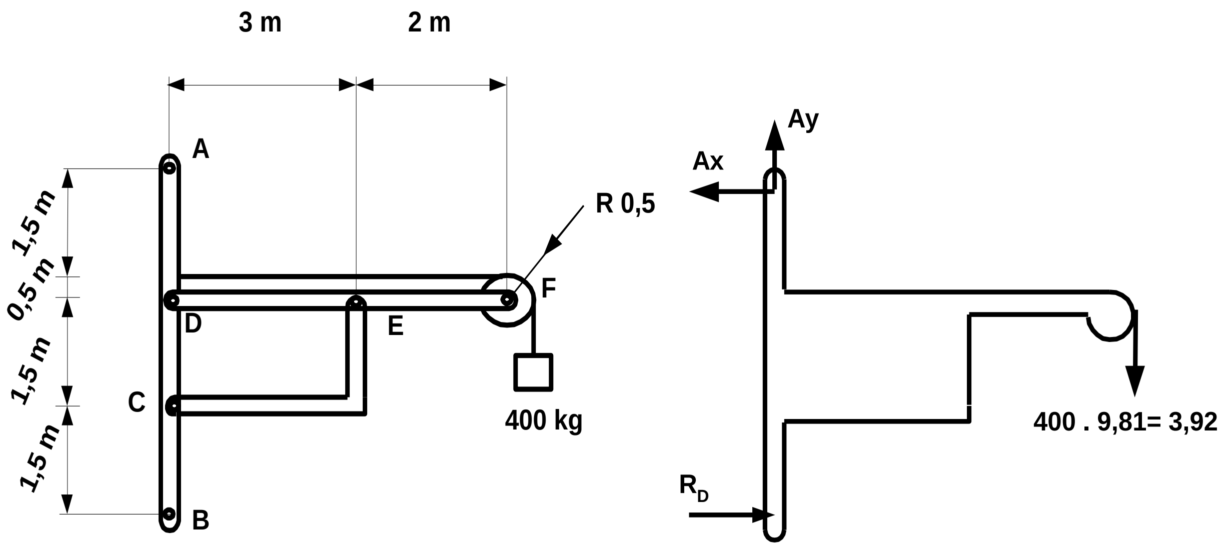
Rangka dan mesin terdiri dai batang multigaya, sehingga gaya-gaya pada batang-batang ini umumnya tidak berada dalam arah batang.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penyelesaian soal :

1. Menggunakan hukum kesetimbangan (Newton I), untuk menghitung gaya-gaya pada sambungan.

   $\Sigma M = 0$; $\Sigma Fx = 0$; $\Sigma Fy = 0$

2. Mencari gaya aksi dan reaksi pada tumpuan.
3. Memisahkan bagian-bagian batang dan menggambarkan komponen gaya-gaya yang ada pada setiap sambungan batang menurut sumbu x dan y (tiap sambungan hanya ada satu gaya), gunakan Hukum Newton II, aksi = reaksi.



Gambar 3.9. Rangka

Gambar 3.9 (a) menunjukkan ranka yang dibebani dengan beban 400 kg melalui sebuah puli dan tali. Berat batang dan gesekan diabaikan. Komponen horizontal dan vertikal dari setiap gaya yang beraksi pada tiap batang dapat dihitung. Dan diagram benda bebas (Gbr. 3.9 b), memperlihatkan keseluruhan rangka sebagai benda bebas. Reaksi luarnya dapat ditentukan. Jadi :

$\Sigma M = 0$

$5,5 \,.\, 3,91 - RD \,.\, 5 = 0$ $\qquad$ $Rd = 4,32$ kN

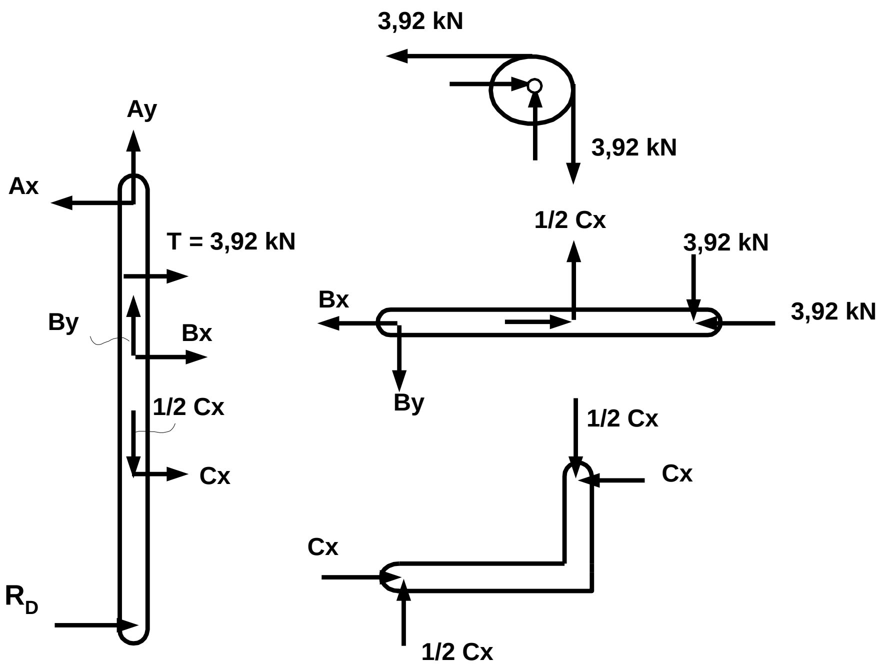
$\Sigma Fx = 0$

$Ax - 4,32 = 0$ $\qquad$ $Ax = 4,32$ kN

$\Sigma Fy = 0$

$Ay - 3,92 = 0$ $\qquad$ $Ay = 3,92$ kN

Kemudian batang-batang rangka tersebut dipisah-pisahkan dan digambarkan diagram benda bebasnya seperti gambar 3.10.



Gambar 3.10.

Penyelesaian dapt dimulai dengan memakai persamaan momen terhadap D dan E untuk batang DF yang diikuti dua persamaan gaya.

$\Sigma M = 0$

$3{,}92 \cdot 5 - \frac{1}{2} Ex \cdot 3 = 0$ $\qquad$ $Ex = 13{,}07$ kN

$\Sigma Fy = 0$

$By + 3{,}92 - 13{,}07/2 = 0$ $\qquad$ $By = 2{,}62$ kN

$\Sigma Fx = 0$

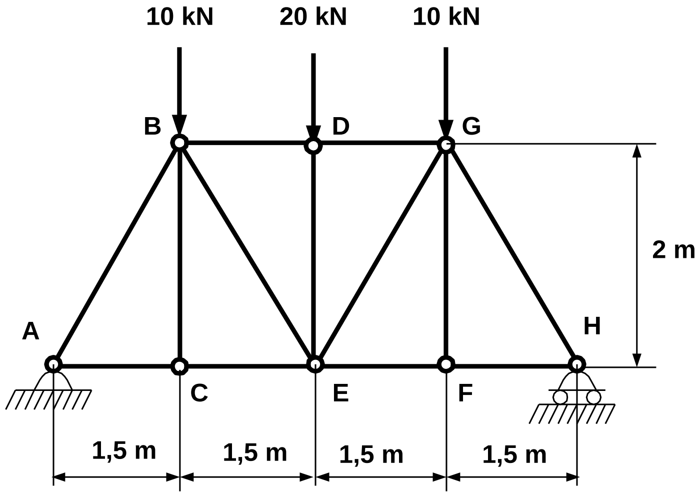
$Bx + 3{,}92 - 13.07 = 0$ $\qquad$ $Bx = 9{,}15$ kN

dari batang CE, harga CX = EX = 13,07 kN.

Nilai positif dari hasil perhitungan berarti bahwa arah pada diagram benda bebas adalah benar. akhirnya, sebagai pemeriksaan dapat ditetapkan pada batang AD. Jumlah gaya-gaya yang bereaksi pada batang AD harus sama dengan nol.

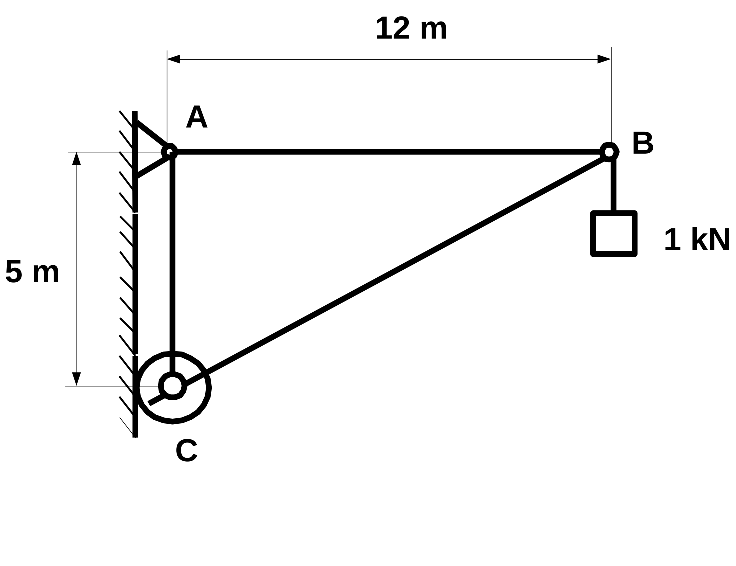
SOAL-SOAL

1. Sebuah truss sederhana mendukung tiga buah beban seperti gambar L.2-1. Tentukan gaya-gaya pada batang AB, BD, CD dan EF dengan metode sambungan.



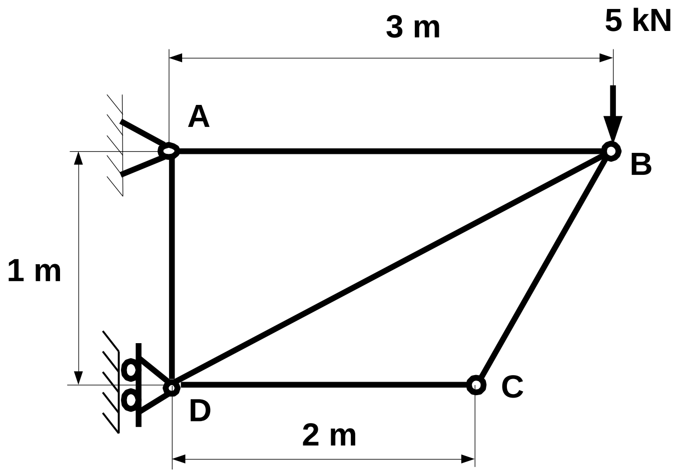
L.2-1

2. Tentukan gaya pada setiap batang dari rangka yang dibebani seperti gambar L.2-2 dengan metode sambungan.



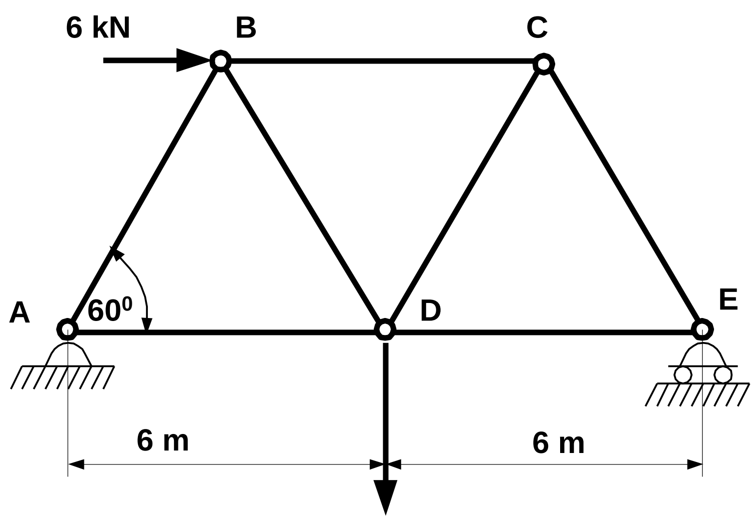
L.2-2

3. Tentukan gaya pada setiap batang dari rangka batang seperti gambar L.2-3 dengan metode sambungan.



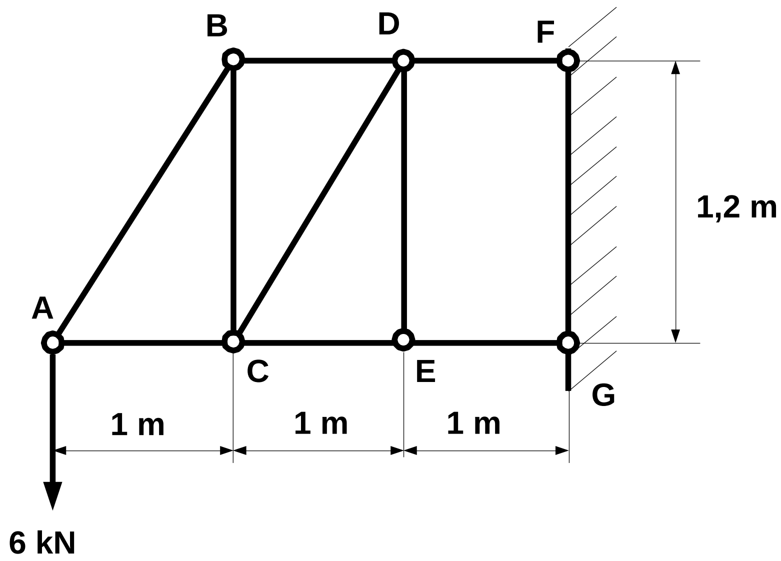
L.2-3

4. Hitunglah gaya pada setiap batang dari rangka yang dibebani seperti gambar L.2-4 semua segi tiga adalah sama kaki.



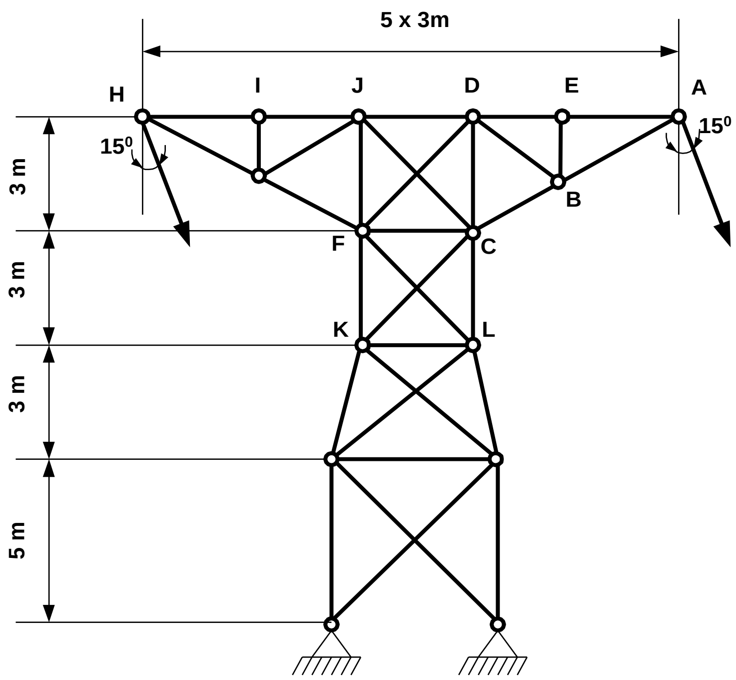
L.2-4

5. Tentukan gaya-gaya pada batang AB dan CD dari rangka seperti gambar L.2-5



L.2-5

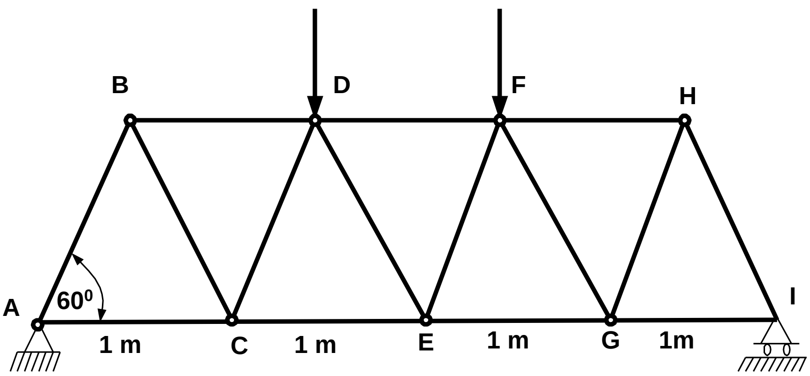
6. Hitunglah gaya yang ditimbulkan oleh batang AB, DB dan CD dari menara seperti gambar L.2-6



L.2-6

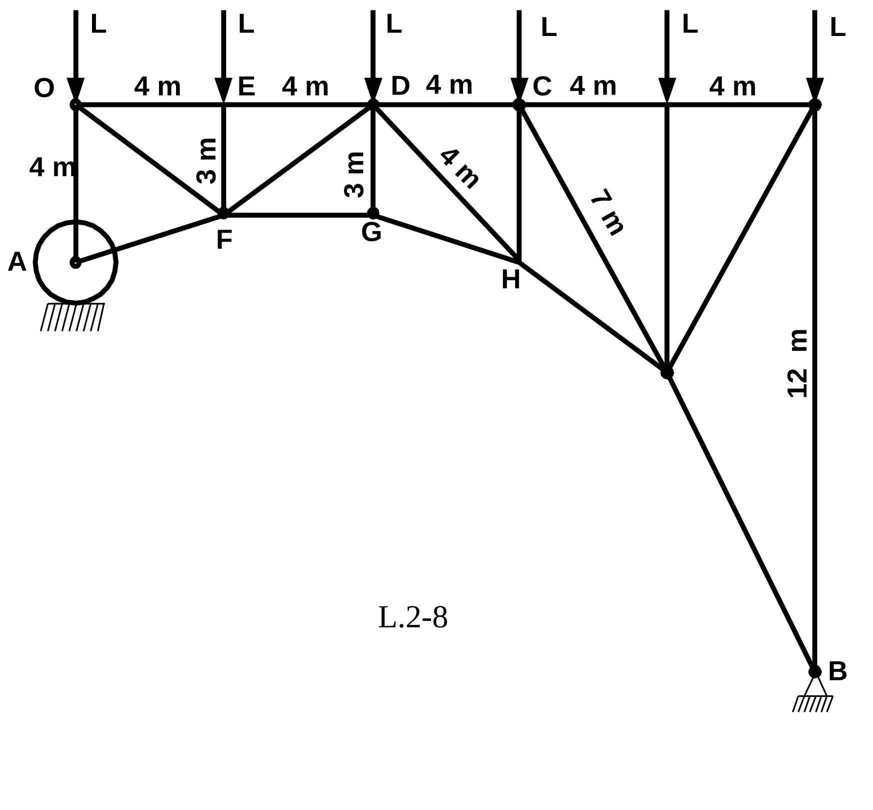
(Soal 7 dan 9 ditentukan dengan metode potongan)

7. Hitunglah gaya pada batang DF, DE dan CD dari gambar L.2-7



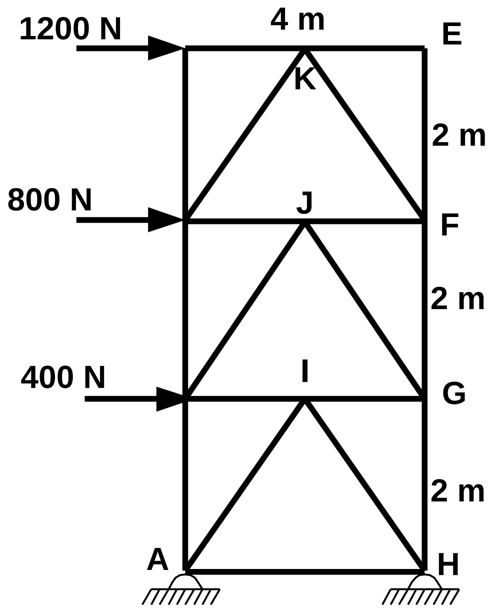
L.2-7

8. Tentukan gaya pada batang DG dari rangka yang dibebani seperti gambar L.2-8.



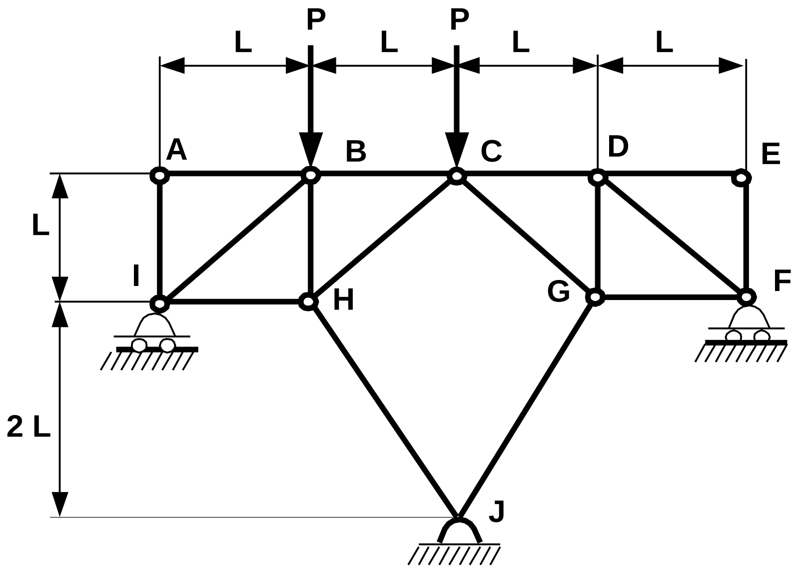
L.2-8

9. Hitunglah gaya-gaya pada batang BC dan FG dari rangka batang simetris seperti gambar L.2-9



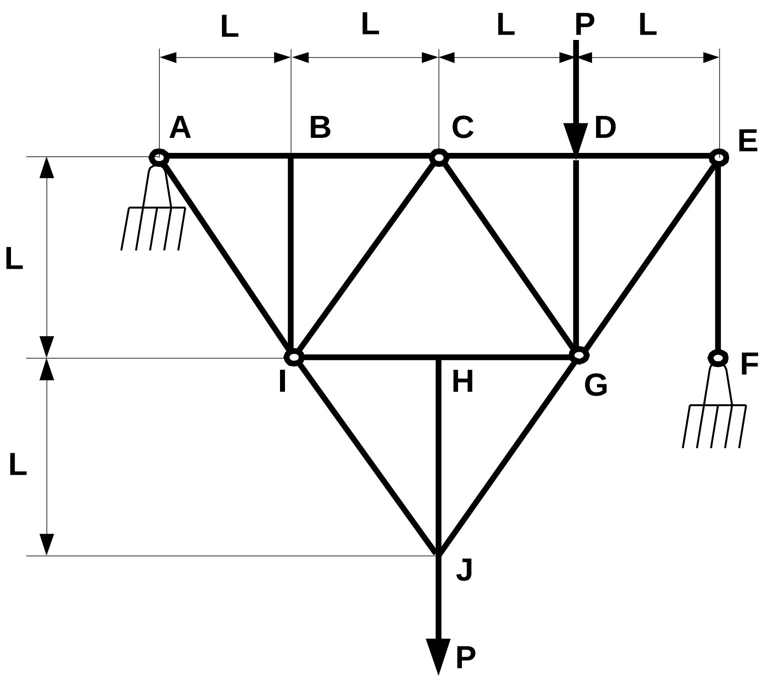
L.2-9

10. Tentukan macam dan besar gaya batang GJ.



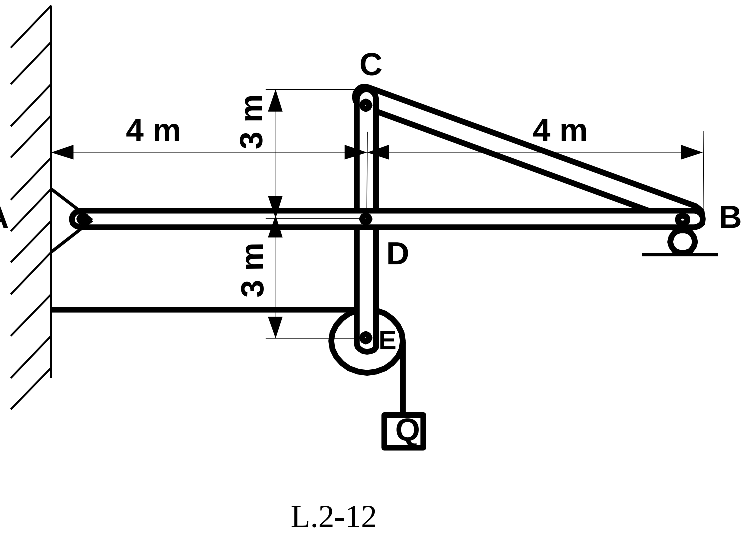
L.2-10

11. Tentukan macam dan besar gaya batang HG dan HJ.



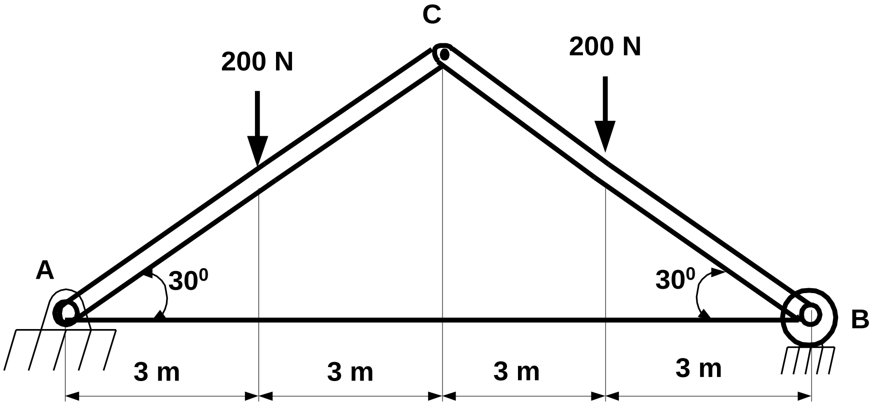
L.2-11

12. Sebuah rangka seperti gambar L.2-12, menahan beban Q = 1000 N. Tentukan gaya tekan pada batang BC dan gaya geser pada titik D, jari-jari puli = 10 cm.



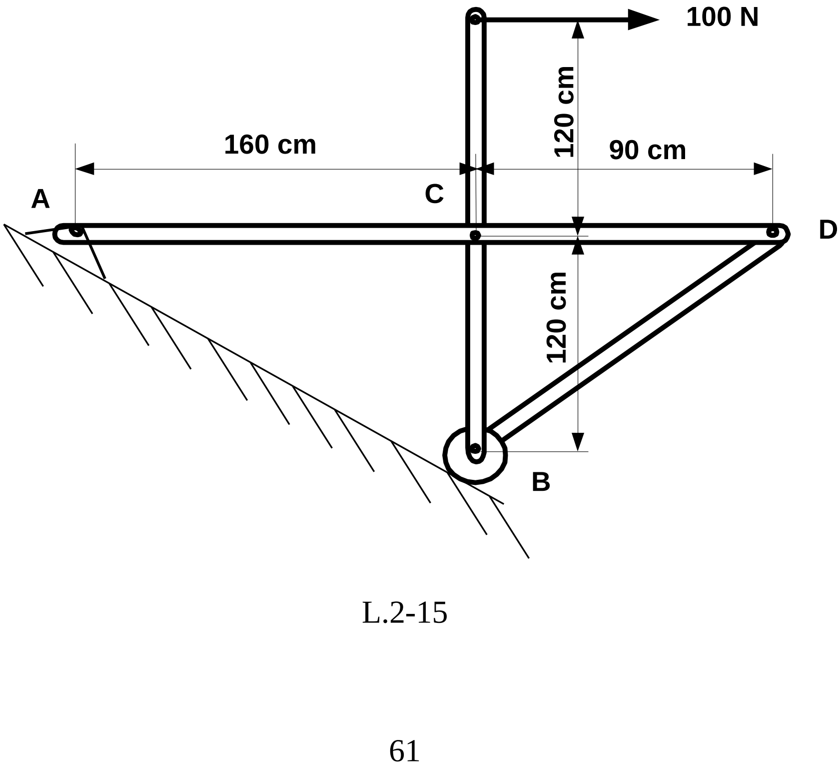
L.2-12

13. Tentukan gaya tarikan tali AB dari rangka ABC yang mendukung beban seperti gambar L.2-13



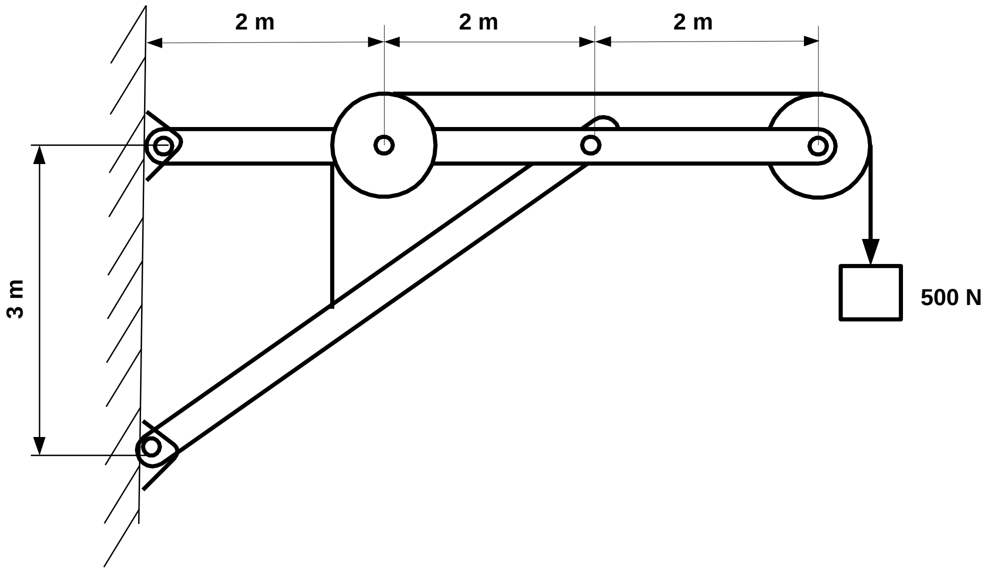
L.2-13

14. Dari rangka ABCD yang menahan beban seperti gambar L.2-14. Hitunglah gaya aksial yang terjadi pada batang BD.



L.2-15

15. Hitunglah komponen-komponen horizontal dan vertical di A dan B dari rangka pada gambar L.2-15. Jari-jari puli 10 cm.



L.15

BAB IV

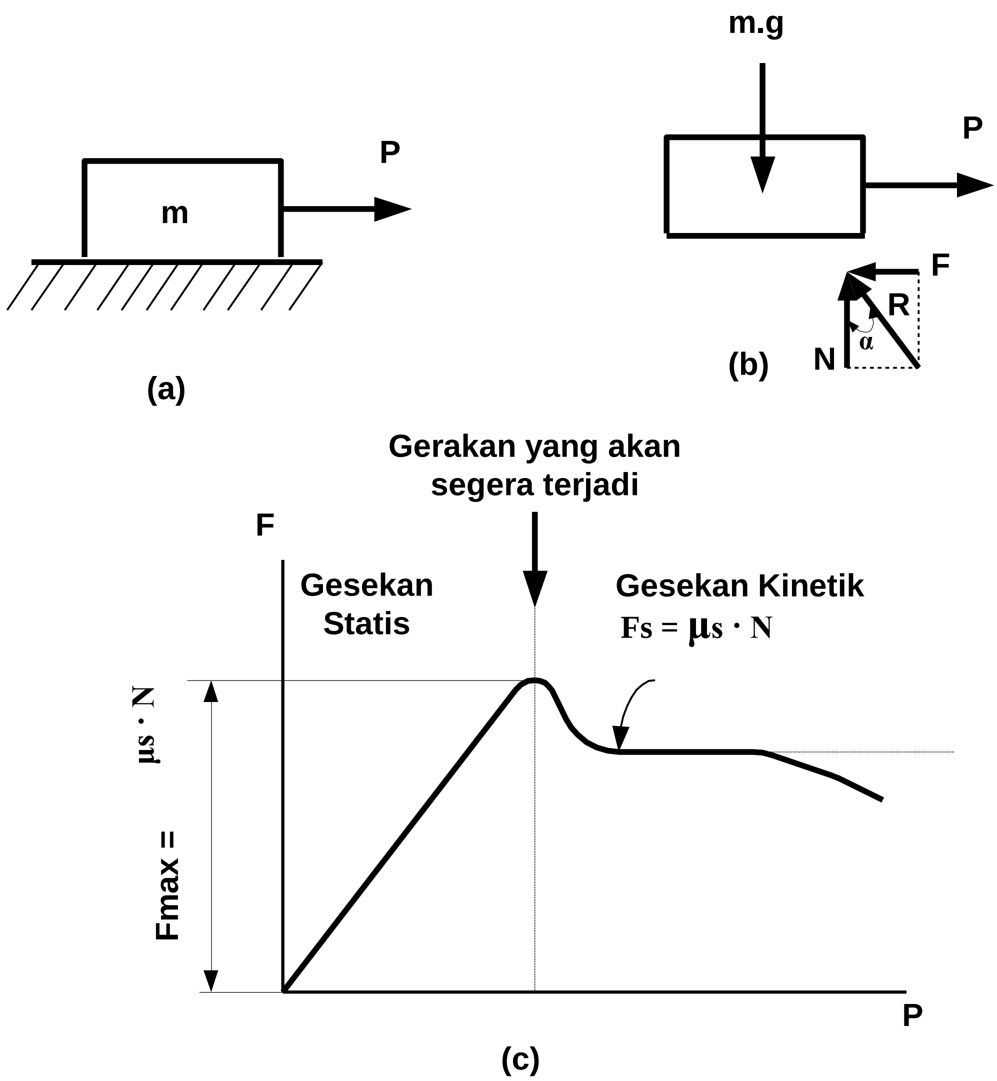
GESEKAN

Gesekan adalah gaya tangensial yang ditimbulkan oleh permukaan yang bersentuhan. Apabila terdapat kecenderungan suatu permukaan sentuh meluncur sepanjang permukaan lainnya, maka gaya gesek selalu berlawanan dengan arah kecenderungan ini. Jenis-jenis gesekan adalah gesekan kesring (gesekan coloumb), gesekan fluida, dan gesekan internal. Dalam pembahasan ini akan dipelajari gesekan kering (Coulomb).

4.1. Gesekan

Gesekan kering terjadi bila permukaan dua benda padat yang tak dilumasi bersentuhan di bawah kondisi meluncur atau untuk meluncur.

Gambar 4.1. merupakan sebuah balok seberat W yang terletak pada permukaan horizontal dengan kekasaran permukaan tertentu. Gaya horizontal P yang bervariasi secara kontinyu dari nol sampai maksimum yang dapat menggerakkan balok dengan kecepatan tertentu. Gaya gesek yang dilakukan bidang terhadap balok sebesar Fs yang berlawanan dengan arah gerakan. Sedangkan N adalah gaya normal akibat dari berat balok.



Gambar 4.1. Gesekan balok terhadap bidang horizontal

Daerah dimana gerakan akan terjadi, gamabr 4.1.c, merupakan jangkauan gesekan statis, dan nilai gaya gesekan mulai dari nol sampai maksimum yang sebanding dengan gaya P. Gaya gesek maksimum sebesar :

$$Fs = \mu s \cdot N$$

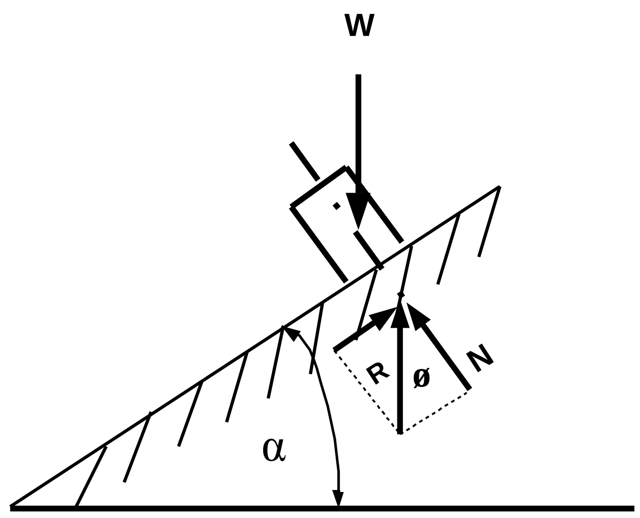
dimana μs disebut koefisien gesek statis

Setelah terjadi gelincir, kondisi berubah menjadi gesekan kinetic. Gaya gesekan kinetic biasanya lebih kecil dari gaya gesek statis. Besarnya gaya gesekan kinetic adalah :

$F_k = \mu_{k}\, .\, N$

dimana μ_k adalah koefisien gesek kinetic yang nilainya lebih kecil dari μ_s.

Gambar 4.2. memperlihatkan cara pengukuran koefisien gesek. Sudut α merupakan sudut kemiringan bidang yang diatasnya diletakkan balok seberat W. Balok akan bergerak di bawah aksi berat W dan reaksi dari bidang



Gambar 4.2. Balok di atas bidang miring

Resultan R dari Fs dan N bekerja berlawanan arah tetapi besarnya sama. Untuk menentukan nilai koefisien gesek statis antara benda dan bidang miring, sudut α diperbesar perlahan-lahan sampai diperoleh kemiringan di mana benda mulai bergerak. Hubungan berikut ini dapat digunakan untuk menentukan koefisien gesek statis.

$$\mu = \frac{Fs}{N} tan\,\theta \ = tan\,\alpha$$

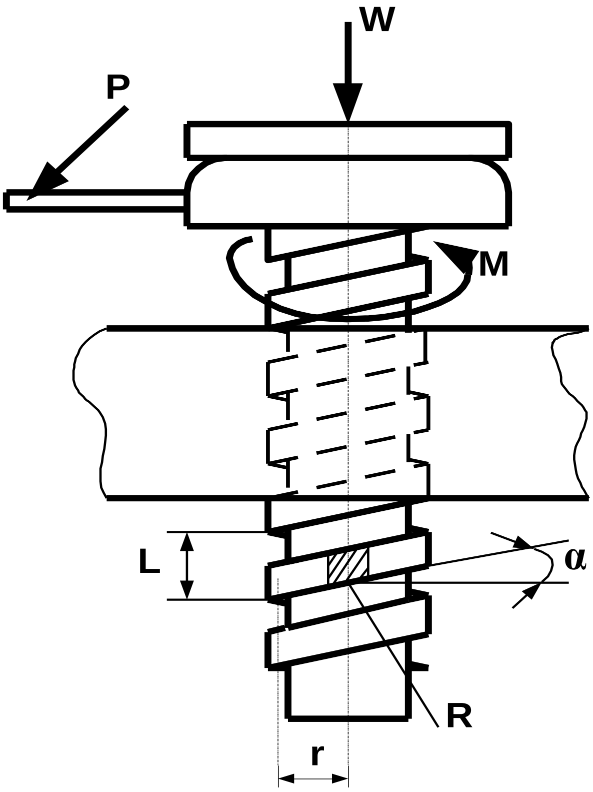
N = W Cos θ

Fs = W Sin θ

4.2. Penerapan Gesekan pada Mesin

4.2.1. Dongkrak Ulir

Dongkrak Ulir merupakan salah satu contoh alat yang mempunyai gesekan sebagai aksi dari ulir. Untuk ulir persegi seperti yang ditunjukkan gambar 4.3, pada dasarnya ada dua permasalahan : (a) Momen dari gaya P yang diperlukan untuk menaikkan beban dan (b) Momen dari gaya P untuk menurunkan beban.



Gambar 4.3. Dongkrak Ulir

Dalam kasus (a) , momen punter harus mengatasi gesekan dan mengangkat beban W, sedangkan kasus (b), beban W membantu untuk mengatasi gesekan. Untuk mengangkat beban W, ulir harus berputar searah jarum jam bila dilihat dari atas.

Misalnya β sudut ulir dan θ adalah sudut gesek. Persamaan untuk kedua kasus (a) dan (b) adalah :

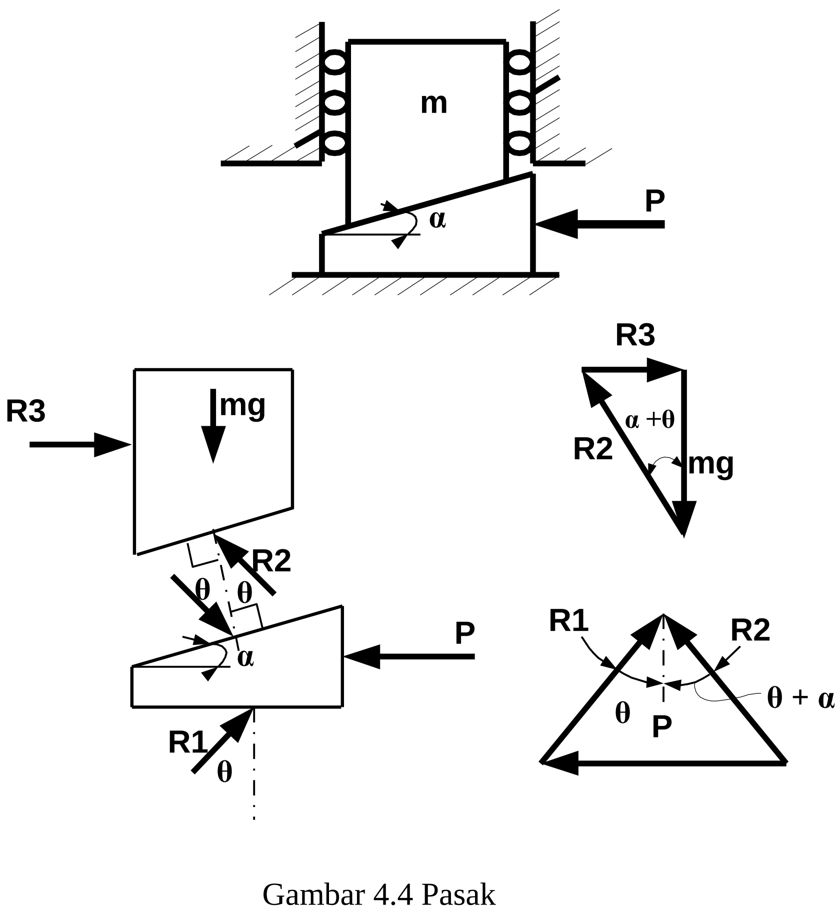
(a) $M = Wr \tan(\theta + \beta)$

(b) $M = Wr \tan(\theta + \beta)$

dimana r adalah jari-jari rata-rata ulir.

4.2.2. Pasak

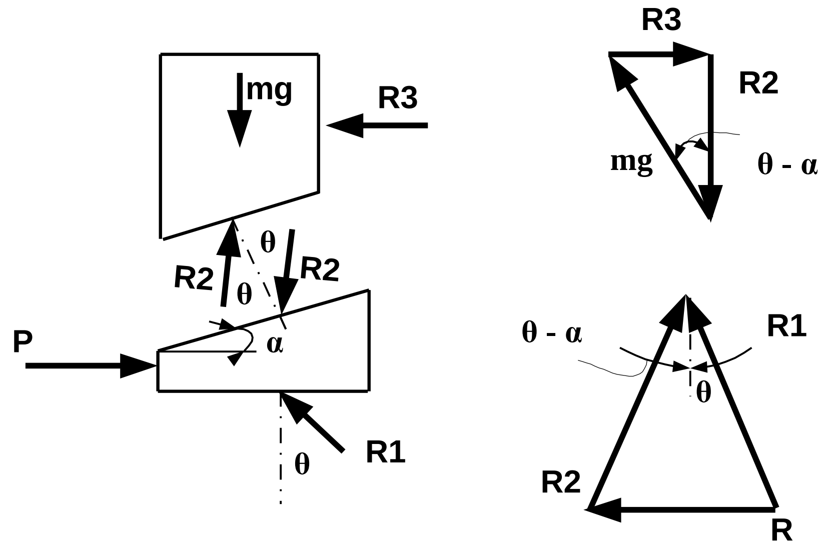
Pasak seperti gambar 4.4, digambarkan sebagai alat untuk menetapkan posisi atau mengangkat benda sebesar W. Koefisien gesek setiap pasangan permukaan adalah = tan θ. Gaya P diperlukan untuk menggerakkan pasak yang dihitung dari kesetimbangan segi tiga gaya pada beban dan pasak. Diagram benda bebas dipelihatkan dalam gambar 4.4 (b) dimana reaksi-reaksinya miring sebesar sudut θ dari garis normalnya masing-masing. Masa pasak diabaikan.



Gambar 4.4 Pasak

$W + R_2 + R_3 = 0$ dan $R_1 + R_2 + P = 0$

Jika pasak ingin dibuka, maka diperlukan sebuah tarikan P pada pasak tersebut. Dalam hal ini ini R1 dan R2 akan beraksi berlawanan dengan saat dinaikkan, karena arah gaya gesek berlawanan dengan gaya tarik P, Diagram benda bebas dan polygon gayanya diperlihatkan dalam gambar 4.5.

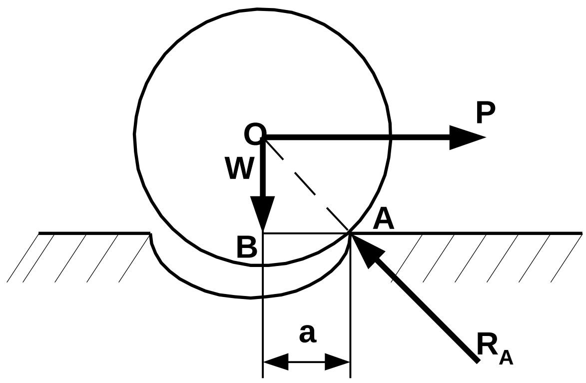


Gambar 4.5. Gaya untuk menurunkan

4.2.3. Hambatan Gelinding

Hambatan gelinding terjadi karena perubahan bentuk permukaan di bawah beban roll. Seperti pada gambar 4.6 suatu roda seberat W dan jari-jari ditarik gaya P melewati titik A.

Hal ini terjadi secara kontinu seperti roda.



Gambar 4. 6. Gesekan Roll

Jumlah momen terhadap titik A menghasilkan persamaan berikut :

$\Sigma MA = 0$

$W \cdot a - P\ OB = 0$

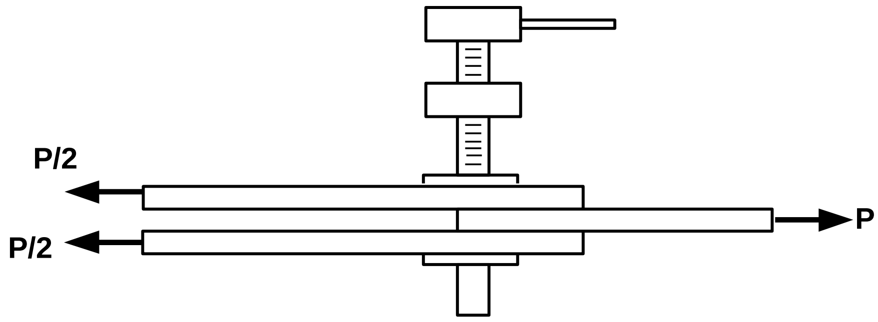
Gaya P sangat kecil, jarak OB dapat diganti dengan r sehingga:

$P \cdot r = W \cdot a$

Komponen horizontal dari reaksi permukaan R sama dengan P dan disebut resistan rol. jarak a disebut koefisien resistan rol.

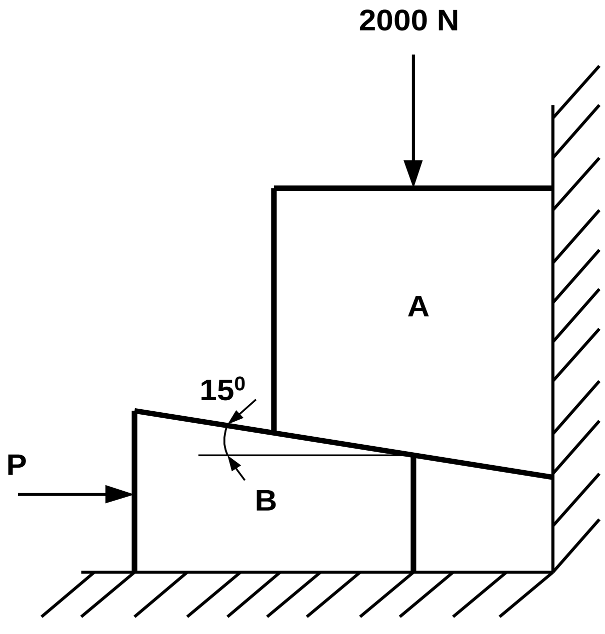
SOAL – SOAL

1. Hitunglah besar gaya P yang dapat diberikan sebelum gerakan terjadi, jika clamp memberikan gaya normal 100 N seperti pada gambar L . 3-1 Koefisien gesek antara plat 0, 3.



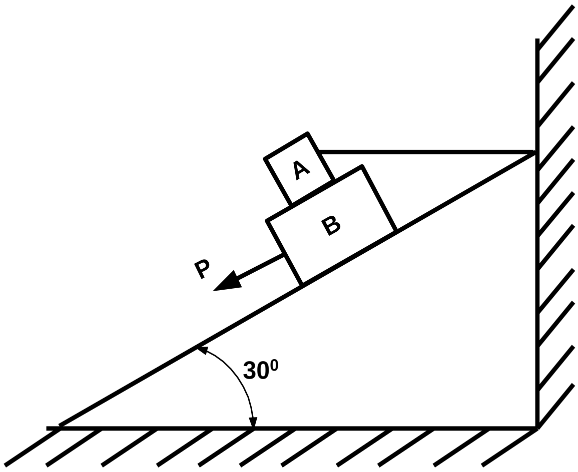
L . 3-1

2. Hitunglah gaya horizontal P yang diperlukan untuk mengangkat beban 2000 N seperti gambar L. 3-2, μ = 0, 2.



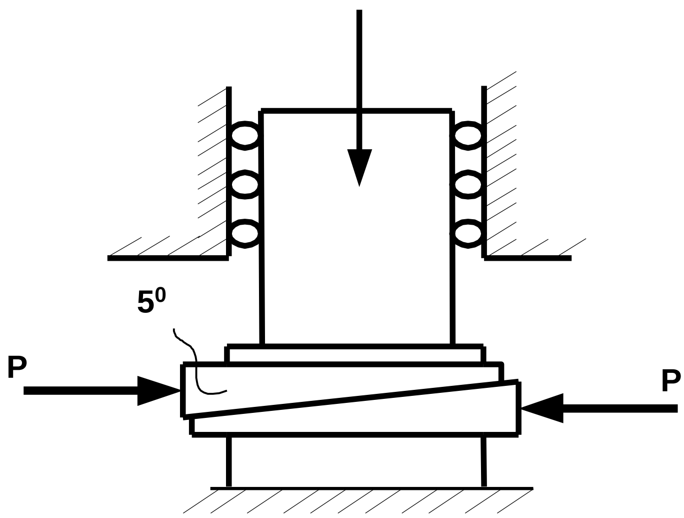
L.3-2

3. Dari gambar L 3-3 berat balok A = 60 N, B = 80 N. Hitunglah gaya P untuk memulai B bergerak ke bawah. μ = 1/3



L. 3-3

4. Jika kolom dari gambar L. 3-4 diturunkan, hitunglah gaya horizontal P yang diperlukan untuk menarik baji. μ = 0,4 .

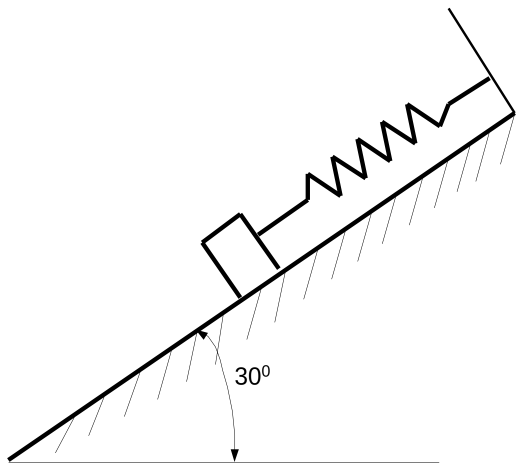


L. 3-4

5. Balok seberat 100 N ditempatkan pada bidang miring seperti gambar L. 3-5, dilepaskan dalam keadaan diam Koefisein gesek antara balok dan bidang adalah 0, 3.

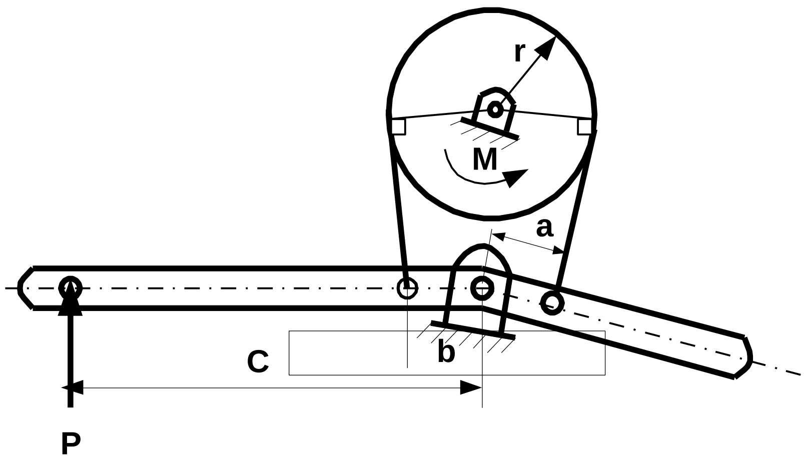
a. Tentukan nilai maksimum dan minimum tarikan pada pegas, jika balok tidak meluncur ketika dilepaskan.

b. Hitung gaya gesekan F pada balok jika T = 40 N



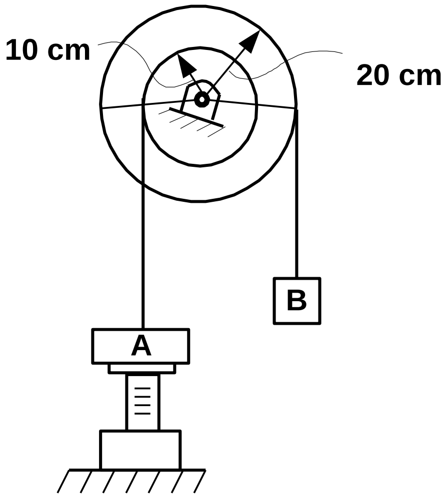
L. 3-5

6. Hitunglah gaya P yang diperlukan untuk menahan putaran drum yang dikenakan momen M. seprti pada gambar L. 3-6, gesekan antara tali dan drum … adalah μ



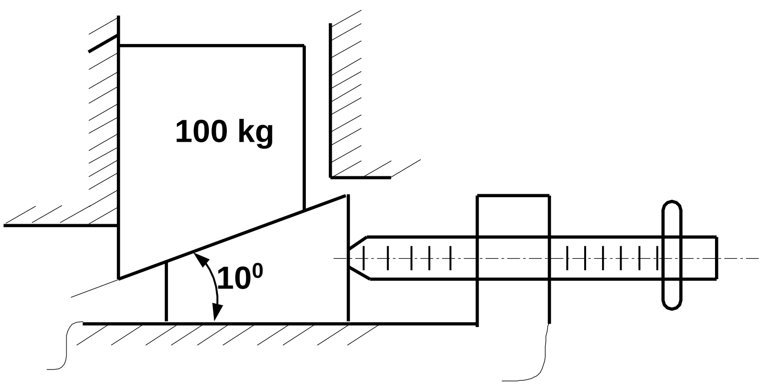
L.3-6

7. Dari gambar L. 3-7, benda A seberat 2, 5 kN dan B seberat 500 N. Hitunglah besar gaya P yang diperlukan untuk mengangkat balok A. kisar ulir 8 mm dan diameter rata - rata 50 mm. koefisien geser antara ulir adalah 0, 15 .



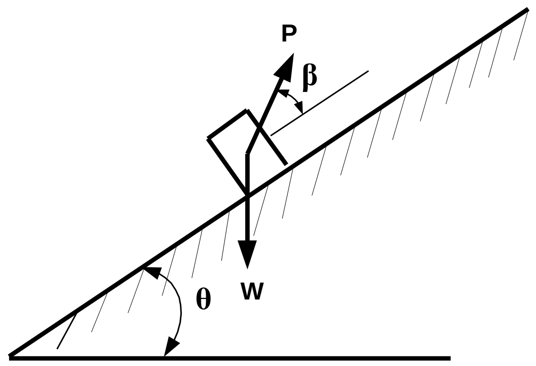
L.3-7

8. Hitunglah momen yang harus diberikan pada gagang skrup untuk menaikkan balok dari gambar L. 3-8, ulir persegi empat dengan diameter rata – rata 30 mm dan kisar 10 mm. Koefisien gesek ulir adalah 0, 25 dan koefisien gesek untuk semua permukaan yang bersentuhan dari balok dan baji adalah 0, 4.



L. 3-8

9. Sudut gesek antara balok seberat W dengan bidang 0 untuk sudut bidang miring seperti gambar L. 3-9, tentukan persamaan gaya untuk memindahkan balok keatas bidang



L. 3-9

10. Suatu roda dengan diameter 20 cm dan berat 200 N. Jika beban mendatar 20 diperlukan untuk memulai gerakan roda tersebut, tentukan koefisien hambatan gelindingnya.

DAFTAR PUSTAKA

Bambang Sutjiatmo. 1990. *Statika untuk Teknik Mesin*. ITB, Bandung.

Meriam, J.L 1994. *Mekanika Teknik Statika* . Erlangga, Jakarta.

McLean, W. G. 1962,. *Theory and Problems of Engineering Mechanics*.McGraw-Hills Book Company, New York.

Timoshenko, S. 1956. *Engeneering Mechanics*. McGraw-Hill book Company, New York.