3 PRINSIP NEWTON UNTUK PARTIKEL

3.1. HUKUM NEWTON I, II DAN III

Hukum Newton I, menjelaskan bahwa bila total gaya yang bekerja pada partikel atau benda sama dengan nol *($\Sigma F = 0$)*, maka partikel atau benda tersebut dalam keadaan kesetimbangan, yaitu diam atau bergerak dengan kecepatan konstan.

Hukum Newton II, menjelaskan apabila total gaya yang bekerja pada partikel atau benda tidak sama dengan nol *($\Sigma F \neq 0$)*, maka partikel atau benda tersebut mempunyai percepatan *(a)* yang memenuhi hubungan :

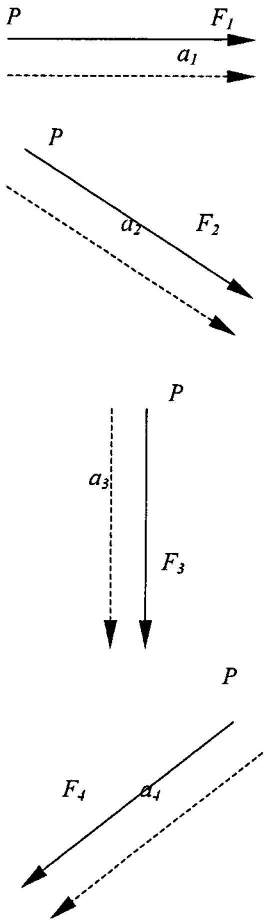
$$\Sigma F = m \cdot a$$

Dimana :

m = massa partikel atau benda

a = percepatan partikel atau benda

Hukum Newton II dapat dijelaskan seperti pada Gambar 3.1, sebagai berikut :



Gambar 3.1 Hukum Newton II

Pada Gambar 3.1. diketahui sebuah partikel P yang dikenai gaya secara bergantian F_1, F_2, F_3 dan F_4 . Ternyata partikel tersebut mempunyai percepatan a_1, a_2, a_3 dan a_4 , yang masing – masing sejajar dengan F_1, F_2, F_3 dan F_4 .

Apabila gaya – gaya tersebut dibagi dengan percepatan yang bersangkutan, ternyata harganya tetap. Atau dapat dituliskan :

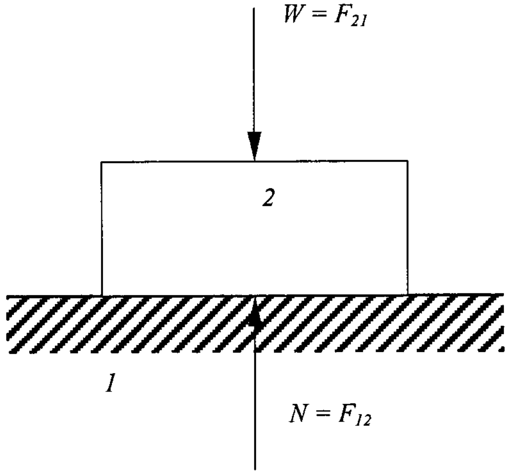
$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \frac{F_3}{a_3} = \frac{F_4}{a_4} = tetap$$

Dimana harga tetap tersebut di atas dinamakan massa partikel, yang diberi notasi m. Jadi secara umum dapat dituliskan :

$$\frac{F}{a} = m \qquad \text{atau} \qquad F = m \, . \, a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.1)$$

Dengan arah gaya *(F)* sama dengan arah percepatan *(a)*.

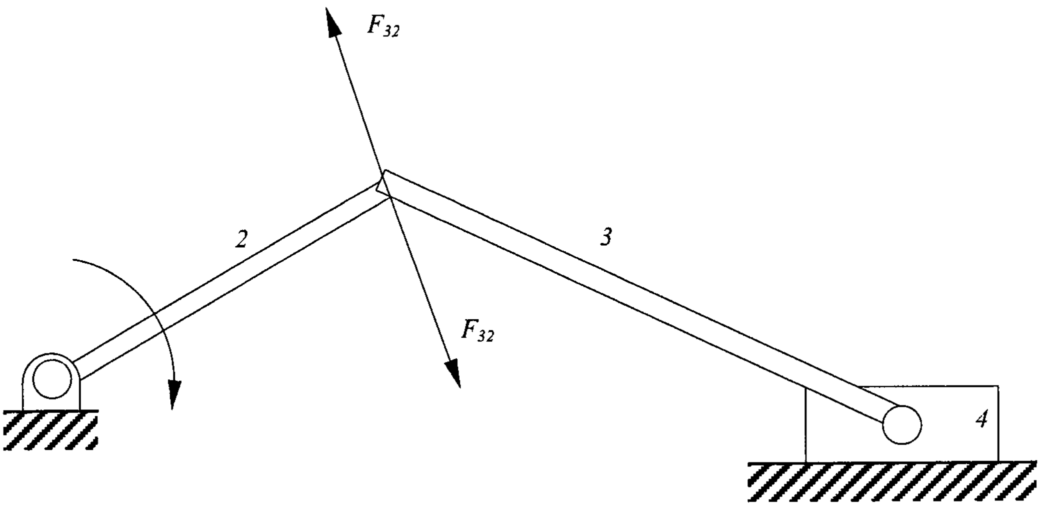
Sedangkan hukum Newton III, menjelaskan bahwa gaya aksi dan gaya reaksi dari dua benda yang berhubungan, sama besar, berlawanan arah dan garis kerjanya berimpit. (Lihat Gambar 3.2 dan Gambar 3.3)



Gambar 3.2 Gaya Aksi (Berat) dan Gaya Reaksi (Normal)

Pada Gambar 3.2. tersebut di atas berlaku :

$$F_{12} = F_{21}$$



Gambar 3.3 Gaya Aksi dan Reaksi Pada Mekanisme Torak

Pada Gambar 3.3. tersebut di atas berlaku :

$$F_{23} = F_{32}$$

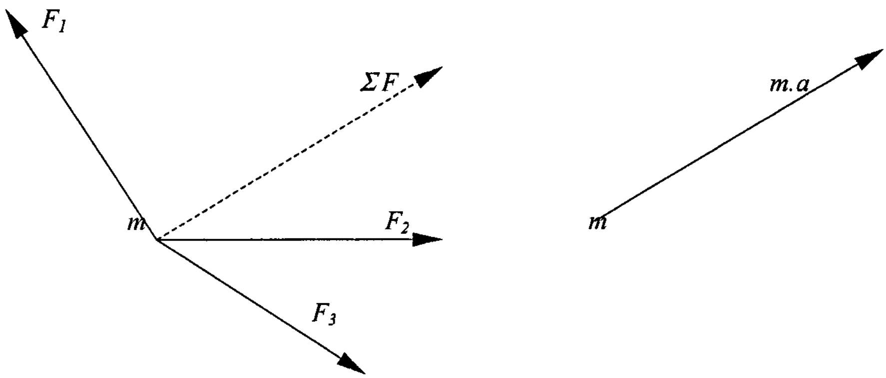
3.2. PERSAMAAN GERAK PARTIKEL

Karena partikel dianggap titik massa, (ukuran diabaikan), maka gerakannya dapat dipastikan merupakan gerak translasi. Dimana gerak translasi partikel dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

- Gerak lurus
- Gerak partikel menurut kurva tertentu.

3.2.1. Persamaan Gerak Partikel Yang Bergerak Lurus

Apabila sejumlah gaya bekerja pada sebuah partikel yang massanya *m*, maka partikel tersebut akan bergerak dengan percepatan *a*, yang arahnya sama dengan arah total gaya yang bekerja padanya.



Gambar 3.4. Partikel Yang Bergerak Lurus

Vektor – vektor pada Gambar 3.4 di atas, dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Sigma\overline{F} = m.\overline{a} \qquad (3.2)$$

Dimana :

$\Sigma\overline{F} = \overline{F_1} + \overline{F_2} + \overline{F_3}$ = total gaya yang bekerja pada partikel massa *m*.

Persamaan 3.2 di atas dikenal dengan persamaan hukum Newton II.

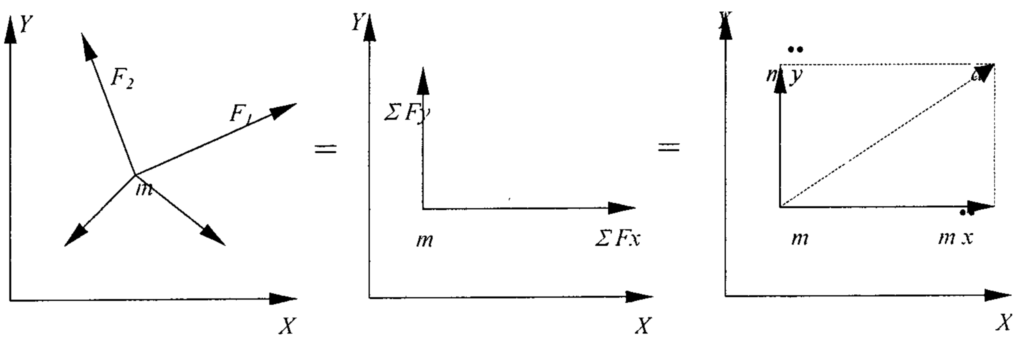
3.2.2. Persamaan Gerak Partikel Yang Terbentuk Menurut Suatu Kurva Tertentu

Gerakan partikel menurut suatu kurva pada bidang datar dapat dianalisa dengan tiga macam sumbu, yaitu :

- Dengan sumbu $x - y$
- Dengan sumbu kutub *(polar)*
- Dengan sumbu normal – tangensial

3.2.2.1. Dengan Sumbu X – Y

Apabila suatu partikel dengan massa m bergerak pada bidang datar di bawah pengaruh sejumlah gaya, maka gerakan partikel tersebut dapat dianalisa menurut arah sumbu x dan arah sumbu y. Gaya – gaya yang bekerja dan percepatan partikel tersebut kita proyeksikan pada arah sumbu x dan sumbu y, seperti terlihat pada Gambar 3.5, sebagai berikut :



Gambar 3.5. Gerak Partikel Pada Bidang Datar Menurut Sumbu X – Y

Dimana persamaan gerak partikel untuk kondisi tersebut, adalah sebagai berikut :

$$\Sigma F_x = m.\ddot{x}$$

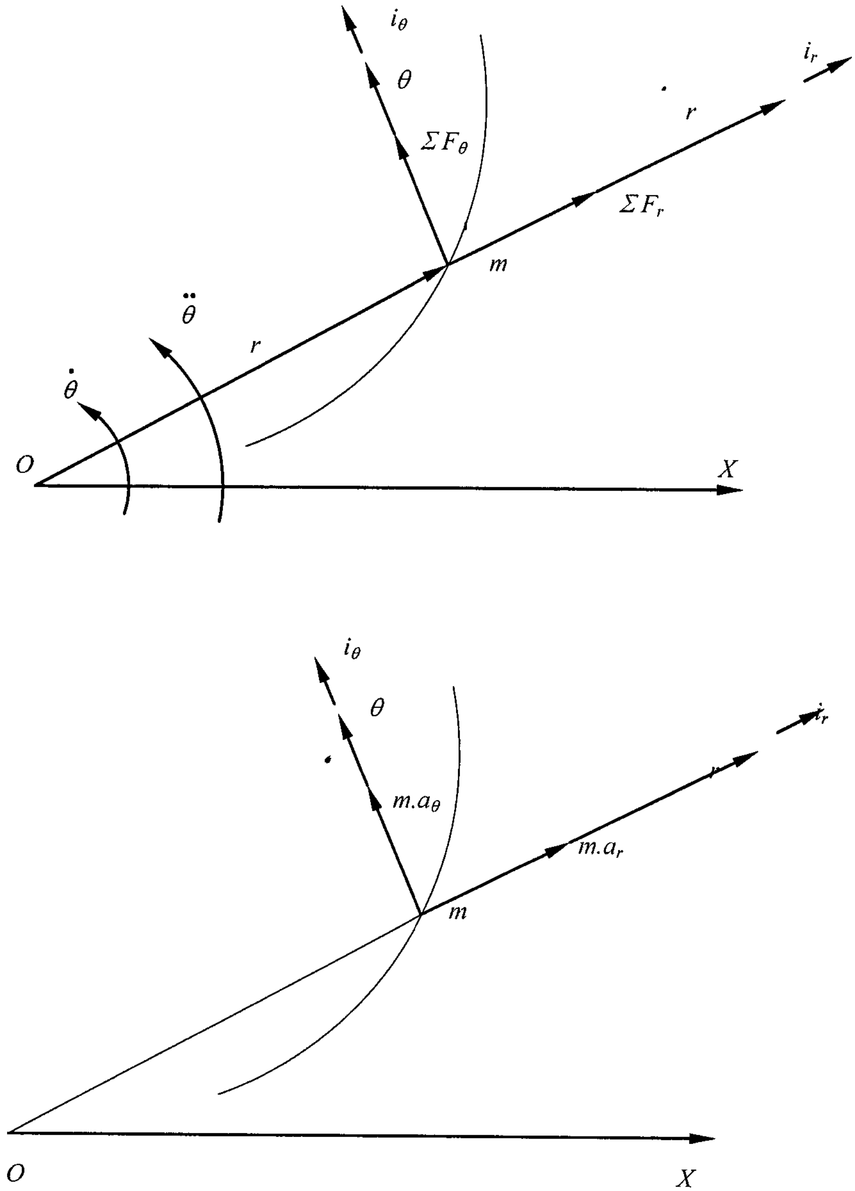
$$\Sigma F_x = m.\ddot{y} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.3)$$

Dimana :

ΣF_x = total gaya ke arah sumbu x
ΣF_y = total gaya ke arah sumbu y
$\ddot{x}$ = percepatan ke arah sumbu x
$\ddot{y}$ = percepatan ke arah sumbu y

3.2.2.2. Dengan Sumbu Polar

Apabila gerakan partikel dianalisa dengan sumbu kutub atau sumbu polar, maka gaya – gaya yang bekerja kita uraikan ke arah r dan arah θ, seperti terlihat pada Gambar 3.6, sebagai berikut :



Gambar 3.6. Gerak Partikel Pada Bidang Datar Menurut Sumbu Polar

Dimana persamaan gerak partikel untuk kondisi tersebut, adalah sebagai berikut :

$$\left| \begin{array}{l} \Sigma \overline{F_r} = m.\overline{a_r} \\ \Sigma \overline{F_\theta} = m.\overline{a_\theta} \end{array} \right| \quad \text{(3.4)}$$

Dimana :

$$\left| \begin{array}{l} \overline{a_r} = \left(\ddot{r} - r.\dot{\theta}^2 \right).\overline{i_r} \\ \overline{a_\theta} = \left(2.\dot{r}.\dot{\theta} + r.\ddot{\theta} \right).\overline{i_\theta} \end{array} \right| \quad \text{(3.5)}$$

Dan

$\Sigma \overline{F_r}$ = total gaya ke arah sumbu r

$\Sigma \overline{F_\theta}$ = total gaya ke arah sumbu θ

$\overline{a_r}$ = percepatan ke arah sumbu r

$\overline{a_\theta}$ = percepatan ke arah sumbu θ

m = massa partikel

$\overline{r}$ = vektor posisi partikel

$\dot{\theta}$ = kecepatan sudut vektor posisi

$\ddot{\theta}$ = percepatan sudut vektor posisi

Pada persamaan gerak di atas, arah $\Sigma \overline{F_r}$ sama dengan arah $\overline{a_r}$, dan arah $\Sigma \overline{F_\theta}$ sama dengan arah $\overline{a_\theta}$.

Sekarang untuk keadaan khusus, apabila harga r tetap, maka partikel bergerak melingkar, dan harga $\dot{r} = \ddot{r} = 0$. Sehingga persamaan 3.5, menjadi :

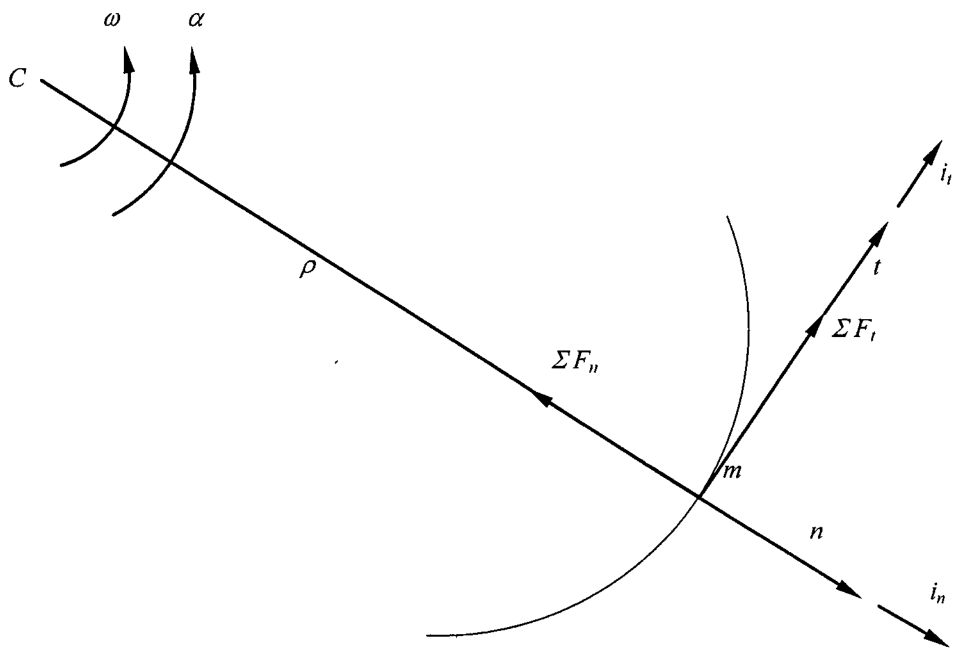
$$\left| \begin{array}{l} \overline{a_r} = r.\dot{\theta}^2.\overline{i_r} = \dfrac{v^2}{r}.\overline{i_r} \\ \overline{a_\theta} = r.\ddot{\theta}.\overline{i_\theta} \end{array} \right| \quad \text{(3.6)}$$

Dan persamaan gerak (persamaan 3.4), menjadi :

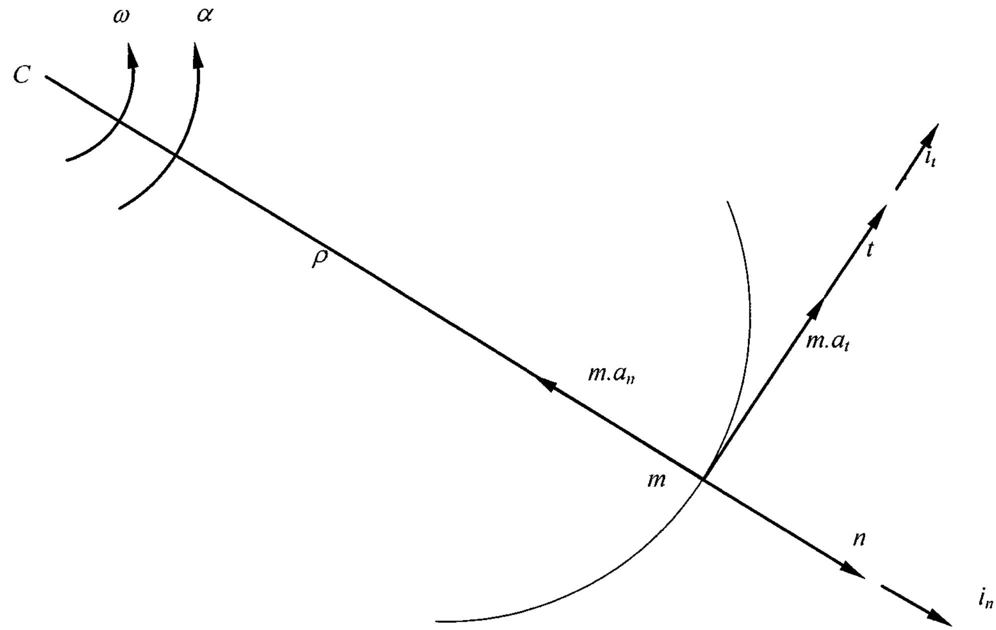
$$\left|\begin{aligned} \Sigma\overline{F_r} &= -m.r.\dot{\theta}^2\ .\overline{i_r} = -m.\frac{v^2}{r}.\overline{i_r} \\ \Sigma\overline{F_\theta} &= m.r.\ddot{\theta}.\overline{i_\theta} \end{aligned}\right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.7)$$

3.2.2.3. Dengan Sumbu Normal Tangensial

Apabila gerakan partikel dianalisa dengan sumbu normal tangensial, maka semua gaya yang bekerja pada partikel diuraikan ke arah sumbu normal dan arah sumbu tangensial dari lintasannya, seperti terlihat pada Gambar 3.7.a dan Gambar 3.7.b, sebagai berikut :



Gambar 3.7.a. Gerak Partikel Pada Bidang Datar Menurut Sumbu Normal Tangensial



Gambar 3.7.b. Gerak Partikel Pada Bidang Datar Menurut Sumbu Normal Tangensial

Persamaan gerak partikel adalah :

$$\left| \begin{array}{l} \Sigma \overline{F_n} = m.\overline{a_n} \\ \Sigma \overline{F_t} = m.\overline{a_t} \end{array} \right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \textbf{\textit{(3.8)}}$$

Dimana :

$$\left| \begin{array}{l} \overline{a_n} = -\rho.\omega^2.\overline{i_n} = \dfrac{v^2}{\rho}.\overline{i_n} \\ \overline{a_t} = \left(\dot{\rho}.\omega + \rho.\alpha\right).\overline{i_t} \end{array} \right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \textbf{\textit{(3.9)}}$$

Dan

$\Sigma\overline{F_n}$ = total gaya ke arah sumbu *n*

$\Sigma\overline{F_t}$ = total gaya ke arah sumbu *t*

$\overline{a_n}$ = percepatan ke arah sumbu *n*

= percepatan ke arah sumbu t

ρ = jari – jari lintasan partikel

ω = kecepatan sudut ρ

α = percepatan sudut ρ

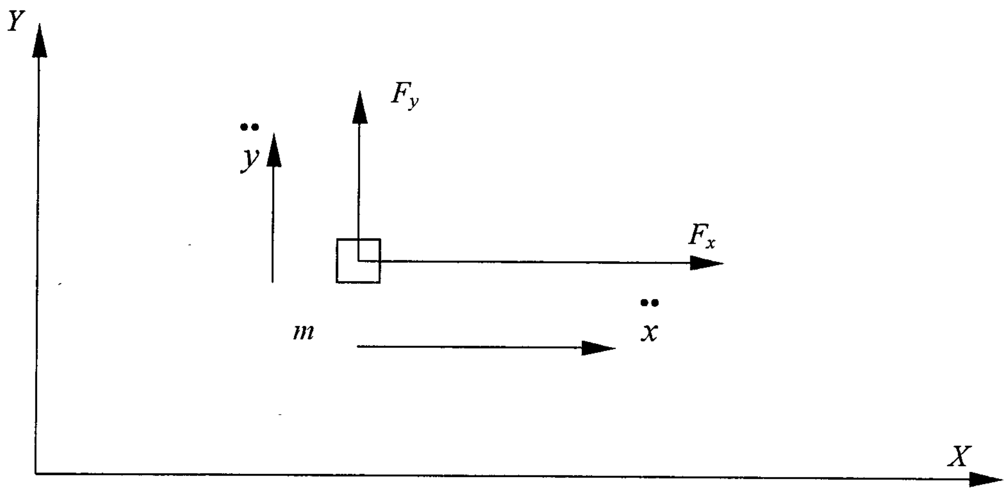
Untuk harga tetap, partikel bergerak melingkar, dan harga $\dot{\rho} = \ddot{\rho} = 0$. Dalam hal ini persamaan gerak menjadi :

$$\left| \begin{array}{c} \Sigma\overline{F_n} = -m.\rho.\omega^2.\overline{i_n} = m\dfrac{v^2}{\rho}.\overline{i_n} \\ \Sigma\overline{F_t} = m.\rho.\alpha.\overline{i_t} \end{array} \right| \quad \text{...} \quad (3.10)$$

Pada persamaan gerak di atas, arah $\Sigma\overline{F_n}$ sama dengan arah $\overline{a_n}$, dan arah $\Sigma\overline{F_t}$ sama dengan arah $\overline{a_t}$.

3.3. GAYA INERSIA

Perhatikan partikel dengan massa m yang mempunyai percepatan $\ddot{x}$ dan $\ddot{y}$, karena gaya F_x dan F_y yang bekerja padanya, seperti terlihat pada Gambar 3.8, sebagai berikut :



Gambar 3.8. Gerak Partikel Karena Gaya F

Persamaan gerak partikel m di atas, adalah :

$$F_x = m.\ddot{x}$$

$$F_y = m.\ddot{y}$$

Persamaan tersebut dapat ditulis :

$$\left| \begin{array}{l} F_x = m.\ddot{x} = 0 \\ F_y = m.\ddot{y} = 0 \end{array} \right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.11)$$

Harga $-m.\ddot{x}$ dan $-m.\ddot{y}$ dapat dirasakan sebagai gaya yang dinamakan gaya inersia yang arahnya melawan arah percepatan $\ddot{x}$ dan $\ddot{y}$.

Contoh yang sering kita rasakan adalah bila kita naik mobil, kemudian direm atau diberi percepatan yang arahnya ke belakang melawan gerak mobil. Kita akan merasa terdorong ke depan. Sebenarnya gaya yang mendorong kita adalah gaya inersia yang timbul karena mobil mempunyai percepatan.

Jadi gaya inersia adalah gaya yang timbul pada setiap benda yang mempunyai percepatan yang arahnya melawan arah kecepatan tersebut.

Pada partikel m di atas, gaya inersia yang timbul adalah :

$$\left| \begin{array}{l} F_x^I = -m.\ddot{x} \\ F_y^I = -m.\ddot{y} \end{array} \right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.12)$$

Dimana :

F_x^I = gaya inersia ke arah sumbu x

F_y^I = gaya inersia ke arah sumbu y

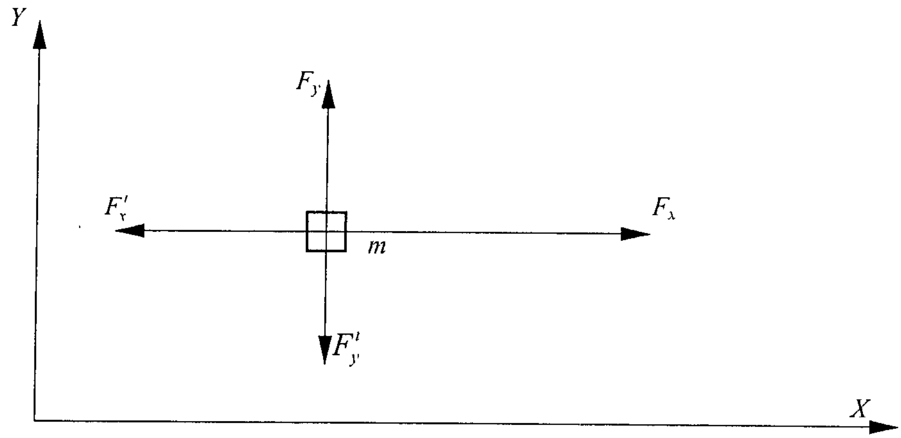
Selanjutnya masukkan persamaan 3.12 ke dalam persamaan 3.11, maka akan diperoleh persamaan :

$$\left| \begin{array}{l} F_x + F_x^I = 0 \\ F_y + F_y^I = 0 \end{array} \right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.13)$$

Dimana persamaan 3.13 dapat ditulis secara lebih sederhana menjadi :

$$\left| \begin{array}{l} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{array} \right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.14)$$

Ternyata persamaan 3.14 merupakan persamaan keseimbangan gaya ke arah sumbu x dan sumbu y, dan dapat dijelaskan dengan Gambar 3.9, sebagai berikut.



Gambar 3.9. Keseimbangan Gaya

Gambar 3.9 di atas dikatakan sebagai gambar dari suatu sistem yang berada dalam keseimbangan dinamis, dimana dalam hal ini berlaku persamaan keseimbangan dinamis (persamaan 3.14). F_x' dan F_y' adalah gaya inersia yang timbul karena percepatan partikel ke arah x dan y.

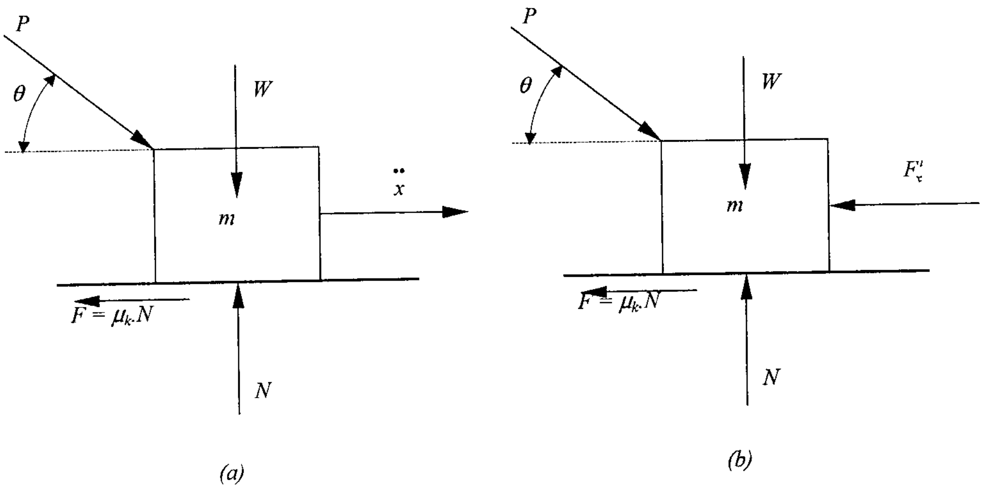
3.4. PRINSIP D'ALEMBERT

Apabila suatu sistem yang dinamis kita tambahkan semua gaya inersia yang timbul, maka sistem menjadi berada dalam keadaan keseimbangan dinamis.

Pada sistem yang berada dalam keadaan keseimbangan dinamis ini, kemudian dapat diperlakukan persamaan keseimbangan dinamis seperti yang ditunjukkan dalam persamaan dinamis (persamaan 3.14).

Dimana cara ini disebut sebagai ***Prinsip D'Alembert***.

Dua gambar berikut akan menjelaskan dua cara penggambaran yang berbeda, yaitu gambar dari suatu sistem yang dinamis.



Gambar 3.10. Prinsip D'Alembert

Pada Gambar 3.10.a, berlaku persamaan hukum Newton II, yaitu :

$$\Sigma F_x = m.\ddot{x}$$

atau

$$P\ cos\theta - F = m.\ddot{x}$$

Sedangkan pada Gambar 3.10.b, berlaku persamaan keseimbangan dinamis, yaitu :

$$\Sigma F_x = 0$$

atau

$$P\ cos\theta - F - F_x^I = 0$$

Dimana :

$F_x^I = m.\ddot{x}$ arahnya melawan arah x.

Prinsip D'Alembert di atas dapat juga dipergunakan untuk analisa dinamik dari partikel dengan menggunakan sumbu kutub *(polar)*, maupun sumbu normal tangensial.

3.4.1. Dengan Sumbu Polar

Persamaan keseimbangan dinamisnya adalah :

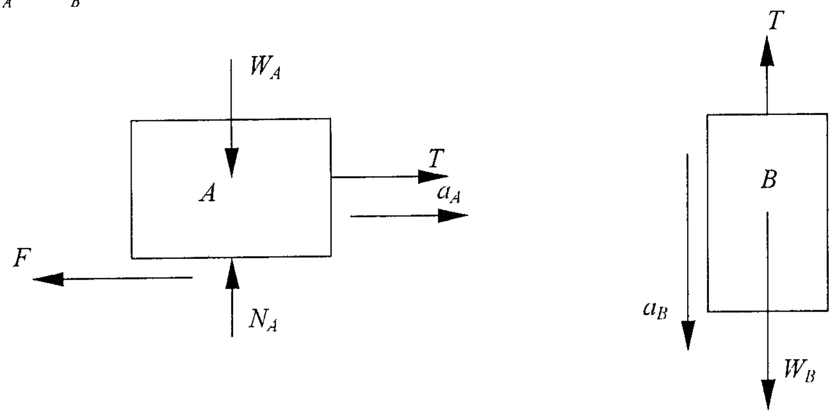
$$\left| \begin{array}{l} \overline{F_r} + \overline{F_r^I} = 0 \\ \overline{F_\theta} + \overline{F_\theta^I} = 0 \end{array} \right| \qquad \text{..........} \qquad (3.15)$$

Penyelesaian :

Balok A maupun balok B mempunyai gerakan lurus. Pertama kali ditentukan semua gaya yang bekerja pada balok A maupun pada balok B, dengan membuat *free body diagram* balok A dan balok B (lihat Gambar 3.13)

Dimana tegangan tali dianggap sama dan tali tidak kendor, sehingga pada sistem tersebut berlaku :

$a_A = a_B = a$ .... *(1)*



Gambar 3.13. Free Body Diagram

Persamaan gerak balok A, adalah :

$\Sigma F_A = m_A \,.\, a_A \rightarrow T - F = m_A \,.\, a$

Balok A hanya bergerak horizontal, maka $N_A = W_A$, sehingga :

$F = \mu_k \,.\, N_A = \mu_k \,.\, W_A = \mu_k \,.\, m_A.g$

Sehingga persamaan menjadi :

$T - \mu_k \,.\, m_A.g = m_A \,.\, a$ .... *(2)*

Persamaan gerak balok B, adalah :

$\Sigma F_B = m_B \,.\, a_B \rightarrow W_B - T = m_B \,.\, a$

atau

$m_B \,.\, g - T = m_B \,.\, a$ .... *(3)*

Dari persamaan (2) dan (3), dapat diperoleh :

$m_B \,.\, g - (m_A \,.\, a + \mu_k \,.\, m_A.g) = m_B \,.\, a$

Jadi :

$$a = \frac{m_B - \mu_k . m_A}{m_A + m_B} . g$$

$$a = \frac{10 - (0,2)(4)}{4 + 10} . g$$

$$a = 0,575 \ g.$$

Masukkan harga a pada persamaan (3), sehingga diperoleh :

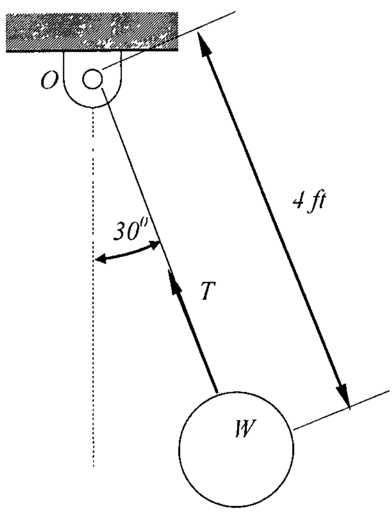
$$T = m_B \ (g - a)$$

$$T = 10 \ (g - 0,575 \ g)$$

$$T = 10 \ . \ 9,8 \ (1 - 0,575)$$

$$T = 41,65 \ Newton.$$

2. *Sebuah simple pendulum* seperti terlihat pada Gambar 3.14, mempunyai gerakan melingkar pada bidang vertikal. Pada saat posisi seperti gambar, tegangan talinya adalah *2½* kali berat pendulum. Dengan mengabaikan berat tali, tentukan percepatan dan kecepatan massa pendulum tersebut.



Gambar 3.14. Contoh Soal No. 2

Penyelesaian :

$$F_t = \frac{W}{g}.a_t$$

$$W\ sin\ 30^0 = \frac{W}{g}.a_t$$

a_t = $g\ sin\ 30^0$ = $16,1\ ft/det^2$.

$$F_n = \frac{W}{g}.a_n$$

$$2,5\,W - W\ cos\ 30^0 = \frac{W}{g}.a_n$$

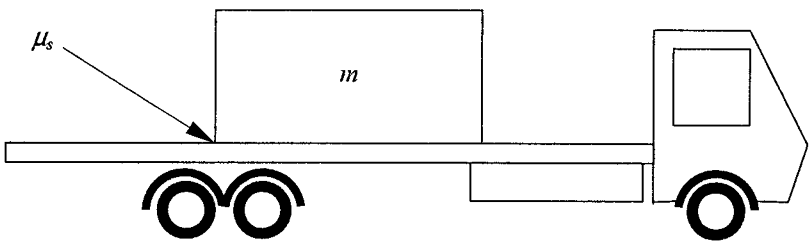
a_n = $g\ (2,5 - cos\ 30^0)$ = $52,6\ ft/det^2$.

Untuk gerakan melingkar :

$$a_n = \frac{v^2}{\rho}$$

$$52,6 = \frac{v^2}{4} \qquad \rightarrow \qquad v = 14,5\ ft/det.$$

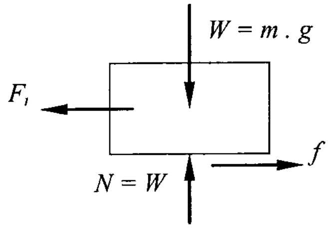
3. Suatu balok dengan massa *m*, berada di atas truk yang bergerak dengan percepatan *a*. Koefisien gesek statis antara balok dan permukaan truk $\mu_s = 0,4$. Tentukan percepatan truk tersebut agar balok tidak slip di atas truk.



Gambar 3.15. Contoh Soal No. 3

Penyelesaian :

Kita akan menyelesaikan soal ini dengan menggunakan prinsip *D'Alembert*. Pertama kali kita gambar *free body diagram* balok *m* dalam keseimbangan dinamis.



Gambar 3.16. Free Body Diagram

$F_i = m \cdot a$

Balok tidak akan slip, apabila :

$f\ maks \geq F_i$ .... (1)

Harga $f\ maks = \mu_s \cdot N = \mu_s \cdot W = \mu_s \cdot m \cdot g$

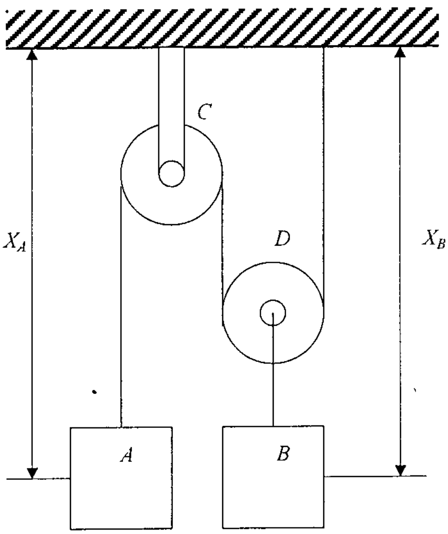
Masukkan harga F_i dan $f\ maks$ ke dalam persamaan (1), maka :

$\mu_s \cdot m \cdot g \geq m \cdot a$

$0{,}4\ g \geq a \quad \rightarrow \quad a \leq 0{,}4\ g.$

3.6. SOAL – SOAL LATIHAN

1. Pada sistem massa dan pulley seperti pada Gambar 3.17, dengan mengabaikan massa pulley. Bila diketahui $m_A = m_B = 20\ kg$, tentukan percepatan balok A dan balok B serta tegangan tali.



Gambar 3.17. Soal Latihan No. 1

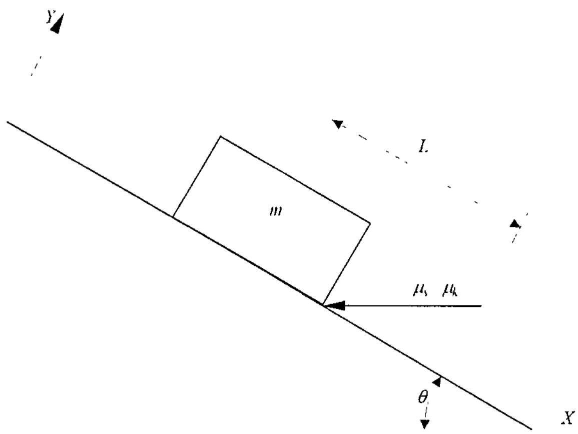
2. Suatu balok massa mula – mula diam di atas bidang miring, seperti pada Gambar 3.18 di bawah. Dimana koefisien gesek antara balok dengan bidang miring adalah $\mu_s = 0,4$ dan $\mu_k = 0,3$.

   Pertanyaan :

   a. Periksalah, apakah balok tersebut diam atau bergerak, apabila harga $\theta = 15^0$ dan $\theta = 60^0$.

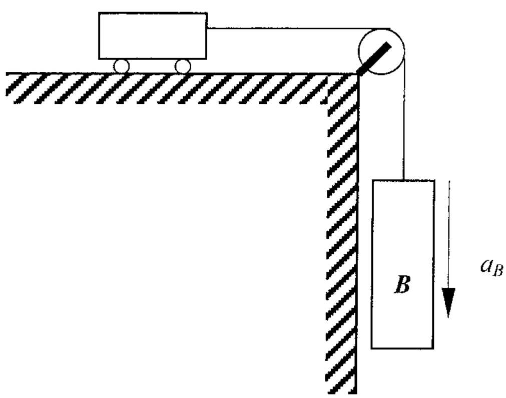
   b. Apabila bergerak tentukan percepatannya.

   c. Hitung kecepatannya setelah menempuh jarak sejauh L.



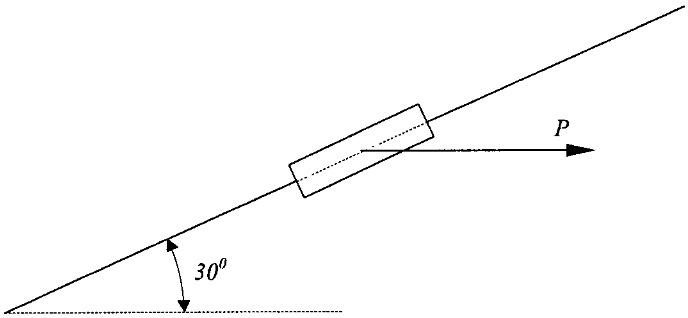
Gambar 3.18. Soal Latihan No. 2

3. Pada sistem seperti terlihat pada Gambar 3.19, dimana massa tali, massa pulley dan gesekan pada pulley diabaikan. Bila beban B jatuh dengan percepatan sebesar $a_B = 3$ m/det^2, serta diketahui massa balok A, $m_A = 60\ kg$, tentukan massa balok B.



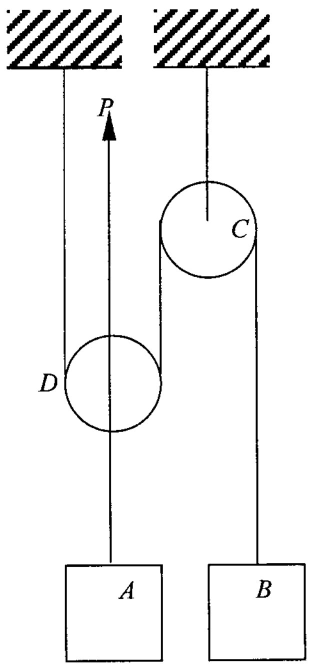
Gambar 3.19. Soal Latihan No. 3

4. Suatu silinder yang beratnya *3 kg*, meluncur tanpa gesekan sepanjang batang tetap yang posisinya miring, seperti terlihat pada Gambar 3.20, di bawah. Silinder tersebut mempunyai kecepatan *3 m/detik*, ketika dikenai gaya horizontal *P*. Bila silinder kemudian berhenti, setelah menempuh jarak *1 meter*, tentukan besarnya gaya *P* tersebut.



Gambar 3.20. Soal Latihan No. 4

5. Pada sistem pulley dan massa, seperti terlihat pada Gambar 3.21, dimana massa tali, massa pulley dan gesekan pada pulley diabaikan. Bila diketahui massa balok *A*, $m_A = 100\ lb$, dan massa balok *B*, $m_B = 200\ lb$, serta percepatan massa balok *A*, $a_A = 16\ ft/det^2$, ke atas, tentukan gaya *P* yang harus diberikan.

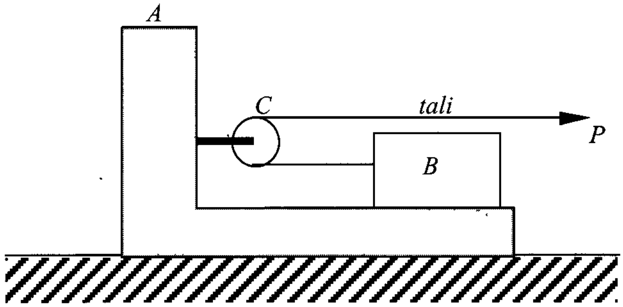


Gambar 3.21. Soal Latihan No. 5

6. Diketahui balok *B*, dengan massa $m_B = 8\ kg$, mula – mula diam di atas rangka *A*, dengan massa $m_A = 12\ kg$. (lihat Gambar 3.22 di bawah). Koefisien gesek antara balok *B* dan rangka *A*, adalah $\mu_s = 0{,}4$ dan $\mu_k = 0{,}3$. Dengan mengabaikan gesekan pada pulley *C* dan rangka *A* dengan permukaan horizontal, hitung :

   a. Gaya *P* maksimal, agar balok *B* tidak slip di atas rangka *A*.

   b. Percepatan rangka *A*.

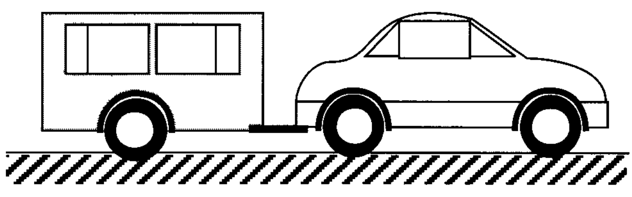


Gambar 3.22. Soal Latihan No. 6

7. Diketahui sebuah mobil, dengan massa *1200 kg*, menarik sebuah rumah beroda, yang massanya *1050 kg*. Mobil dan rumah beroda tersebut bergerak dengan kecepatan *90 km/jam*, dan tiba – tiba sopir melakukan pengereman. Bila diketahui gaya pengereman pada mobil *4500 N*, dan pada rumah beroda *3600 N*, tentukan :

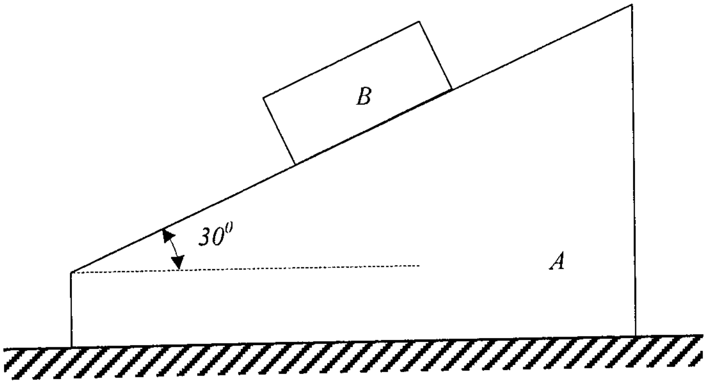
   a. Perlambatan mobil dan rumah beroda.

   b. Gaya horizontal yang bekerja pada sambungan antara mobil dan rumah beroda.



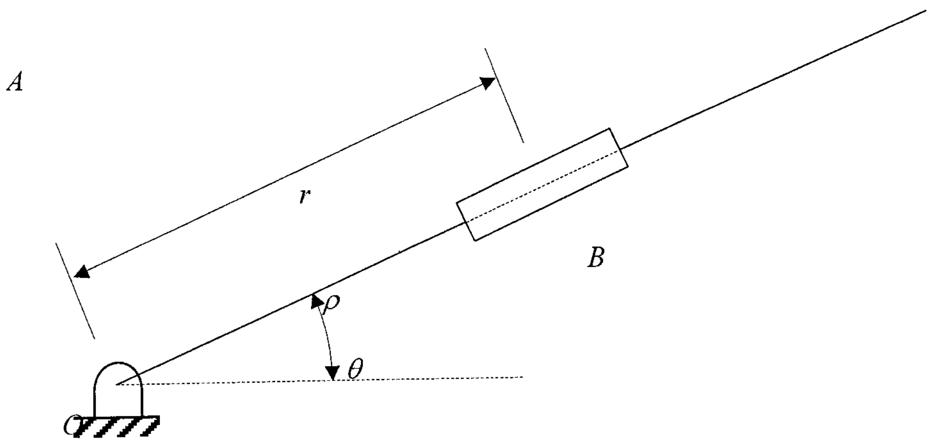
Gambar 3.23. Soal Latihan No. 7

8. Bila Diketahui sebuah balok *B*, dengan massa $m_B = 12\ lb$, dari keadaan diam meluncur di atas balok *A*, yang massanya $m_A = 30\ lb$. (lihat Gambar 3.24 di bawah). Dengan mengabaikan semua gesekan, tentukan percepatan balok *A* dan balok *B* tersebut.



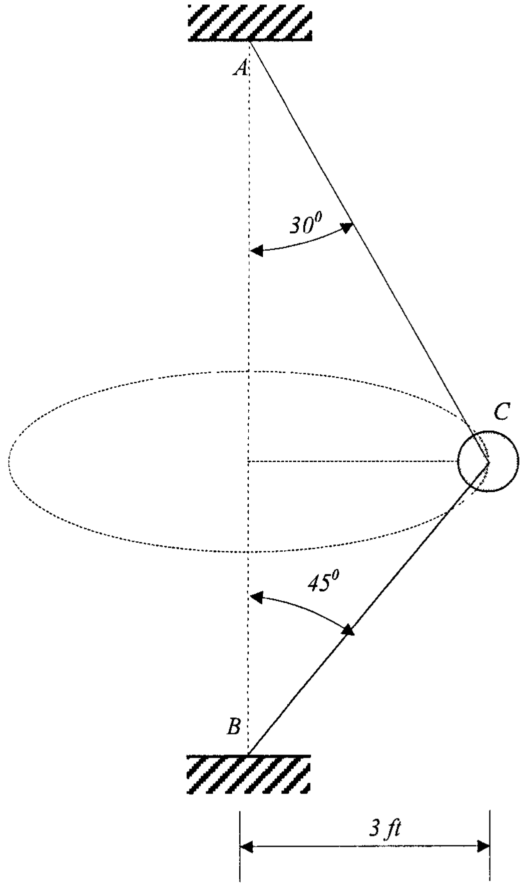
Gambar 3.24. Soal Latihan No. 8

9. Slider *B* yang massanya *2 kg*, meluncur sepanjang batang *OA* menurut persamaan : $r = t^2 - \frac{1}{3}t^3$, sedangkan batang *OA* berputar terhadap engsel *O* menurut persamaan : $\theta = 2t^2$, dimana *r* dalam *meter*, *t* dalam *detik* dan θ dalam *radian.* (lihat Gambar 3.25 di bawah). Tentukan gaya normal dan gaya transversal yang bekerja pada partikel setelah *satu detik.*



Gambar 3.25. Soal Latihan No. 9

14. Sebuah bola dengan massa m = *6 lb*, diikatkan dengan tali *AC* dan *BC*, kemudian diputar pada bidang horizontal dengan kecepatan tetap *V*, sehingga posisinya seperti terlihat pada Gambar 3.30 di bawah. Bila diketahui tegangan tali *AC* dan *BC* adalah sama, tentukan besarnya kecepatan *V* tersebut.



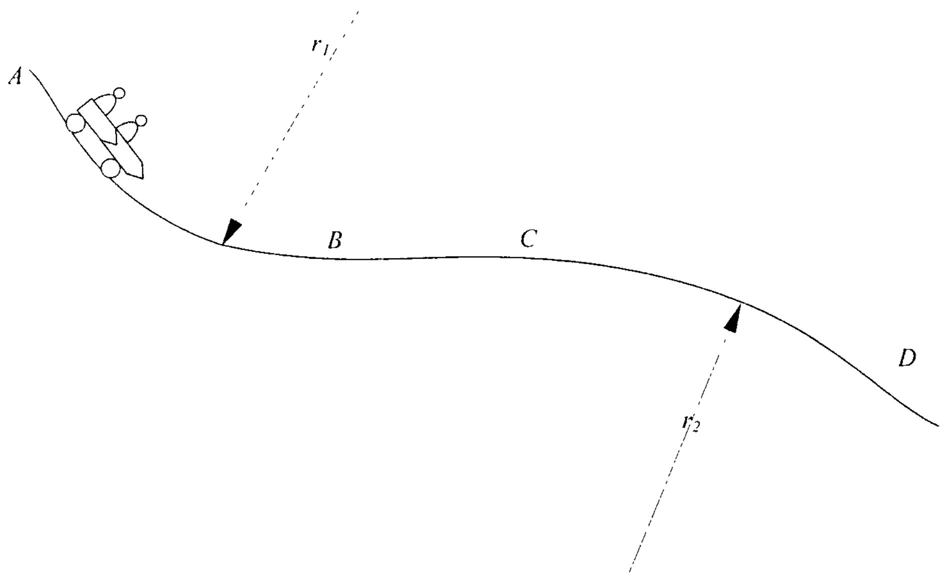
Gambar 3.30. Soal Latihan No. 14

15. Suatu *roller coaster* meluncur pada bidang vertikal melalui lintasan *ABCD*. Lintasan *AB* dan *CD* berupa lingkaran dengan jari – jari sebesar r_1 = *100 ft*. dan r_2 = *150 ft*, sedang lintasan *BC* adalah horizontal. (lihat Gambar 3.31 di bawah). Koefisien gesek kinetik antara *roda roller coaster* dan permukaan rel μ_k = *0,25*. *Roller coaster* tersebut kecepatannya V = *60 km/jam*. Kemudian *roller coaster* tersebut direm, sehingga roda – roda slip, ketika pengereman. Tentukan permulaan perlambatan saat direm, bila pengereman tersebut dilaksanakan :

a. Saat sebelum melewati titik A.

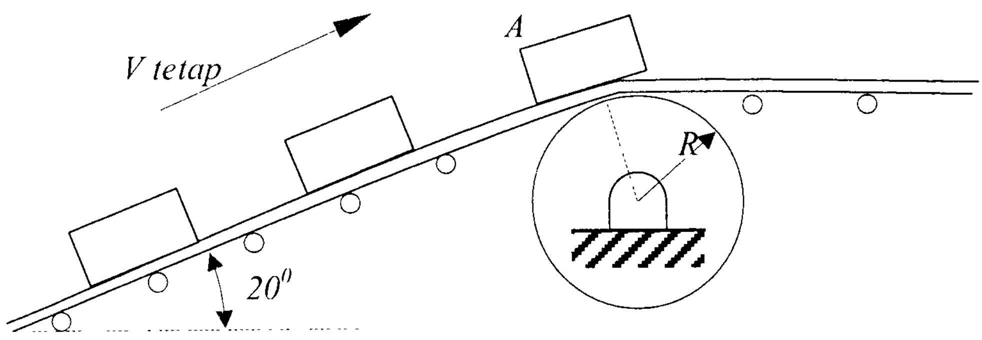
b. Ketika berada di antara B dan C.

c. Sesaat setelah melewati titik C.



Gambar 3.31. Soal Latihan No. 15

16. Pada Gambar 3.32 di bawah, terlihat paket – paket kecil yang dipindahkan dengan kecepatan konstan V. Paket – paket tersebut melewati *idle roller* yang jari – jarinya sebesar $R = 20\ cm$. Bila koefisien gesek statis antara paket dan belt $\mu_s = 0,75$; tentukan harga kecepatan V tersebut, agar paket – paket tidak slip sewaktu melewati *idle roller* di titik A.

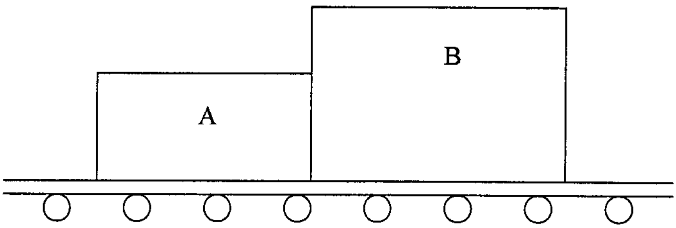


Gambar 3.32. Soal Latihan No. 16

17. Paket A dengan massa $m_A = 60\ lb$ dan paket B dengan massa $m_B = 100\ lb$, mula – mula diam di atas ban konveyor. Koefisien gesek kinetik antara paket A dan ban adalah $\mu_A = 0,2$ dan paket B dan ban adalah $\mu_B = 0,1$. (lihat Gambar 3.33 di bawah) Apabila ban konveyor tersebut tiba – tiba digerakkan ke kanan, sehingga kedua paket slip di atas ban, maka tentukan :

a. Percepatan paket tersebut.

b. Gaya tekan antara kedua paket tersebut.

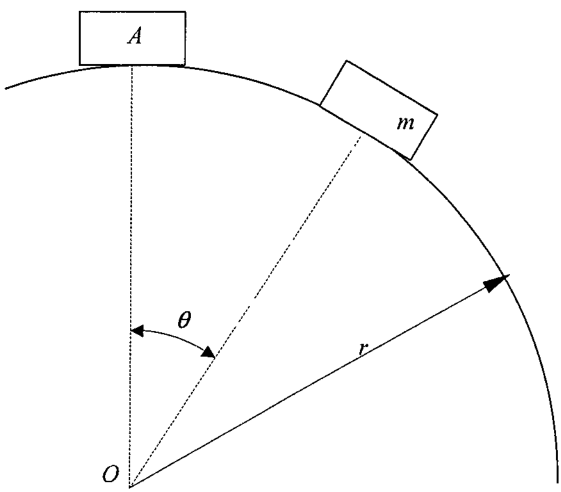


Gambar 3.33. Soal Latihan No. 17

18. Sebuah balok massa $m = 4\ kg$, meluncur tanpa gesekan pada bidang vertikal di atas permukaan lingkaran dengan jari – jari r, mulai dari keadaan diam di titik A, seperti pada Gambar 3.34 di bawah.

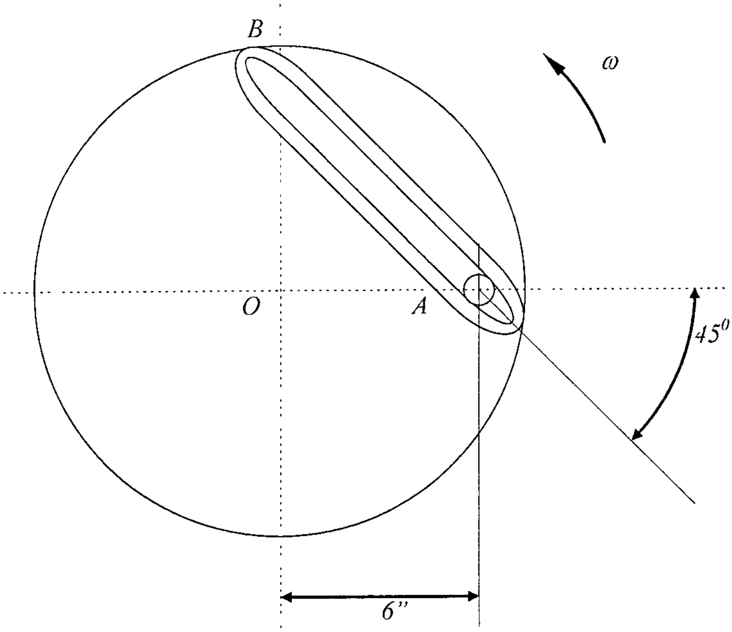
a. Setelah balok mempunyai posisi sudut sembarang θ, tentukan percepatan sudut $\ddot{\theta}$, kecepatan sudut $\dot{\theta}$ dan gaya reaksi normal dari permukaan lingkaran.

b. Hitung posisi sudut θ, pada saat balok mulai lepas dari permukaan lingkaran.



Gambar 3.34. Soal Latihan No. 18

19. *Slider A* dengan massa $m = 2\ lb$, dapat meluncur tanpa gesekan pada *slot* yang berputar pada bidang horizontal di sekitar sumbu vertikal tetap *O*. *Slider* tersebut ditahan oleh tali yang diikat di titik *B*, dengan posisi seperti terlihat pada Gambar 3.35 di bawah. Apabila *slot* tersebut berputar dengan kecepatan sudut konstan $\omega = 40\ rad/detik$, tentukan tegangan tali tersebut.

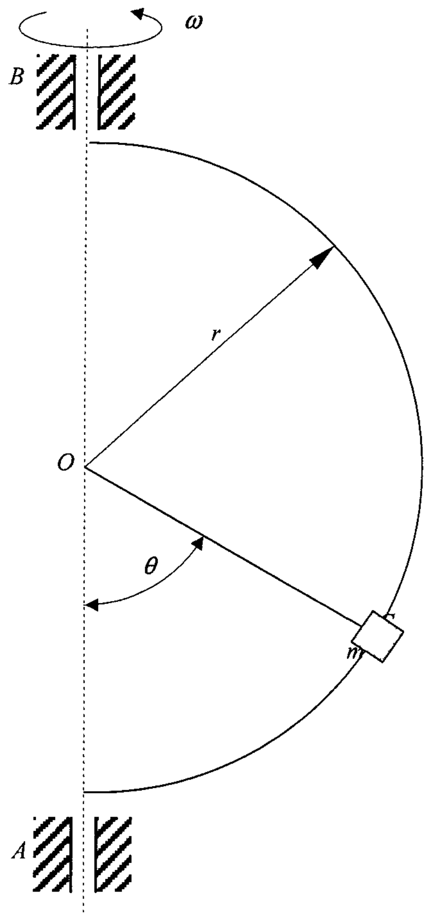


Gambar 3.35. Soal Latihan No. 19

20. Suatu *slider* dengan massa $m = 200\ gram$, dapat slip sepanjang batang berbentuk setengah lingkaran yang berputar terhadap sumbu vertikal *AB* dengan kecepatan tetap $\omega = 6\ rad/detik$, seperti pada Gambar 3.36 di bawah. Tentukan koefisien gesek statis minimum antara *slider* dengan batang, apabila *slider* tersebut tidak slip pada posisi sudut :

    a. $\theta = 90^0$.

    b. $\theta = 45^0$.

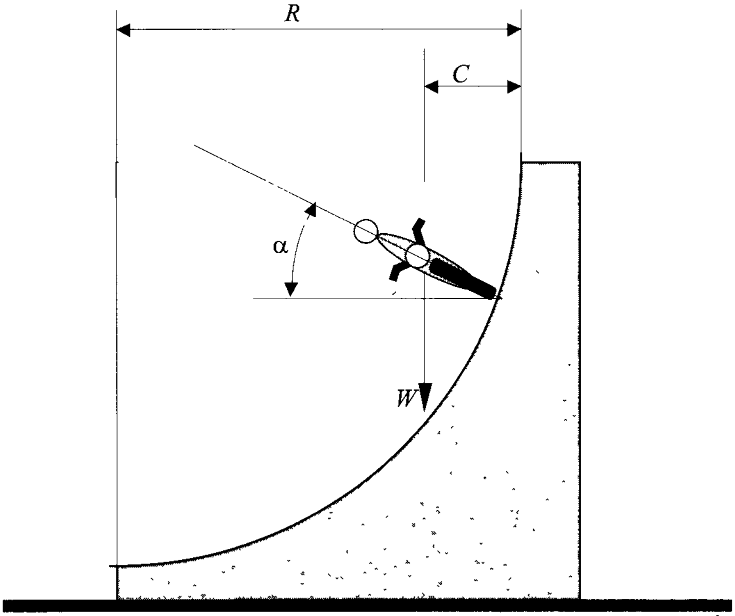


Gambar 3.36. Soal Latihan No. 20

21. Pada Gambar 3.37 di bawah, terlihat seorang anak mengendarai sepeda motor di dalam sebuah drum, seperti yang sering terlihat di pasar malam. Diketahui jari – jari drum adalah R, sedang berat manusia dan sepeda motor adalah W, yang garis kerjanya berjarak C dari permukaan dalam drum. Koefisien gesek kinetik antara roda dan permukaan drum adalah μ_k. Tentukan :

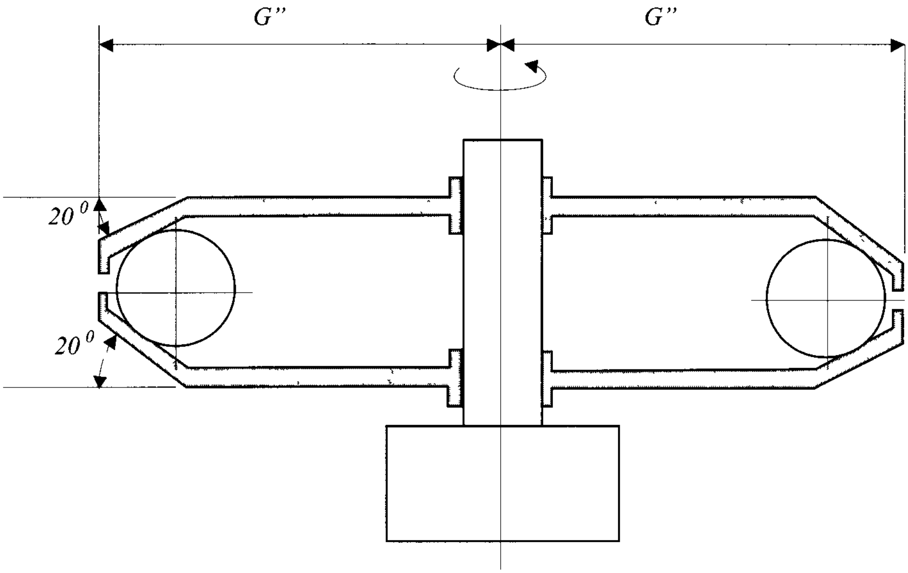
    a. Kecepatan minimum motor dan manusia tersebut, agar tidak slip dan jatuh ke bawah.

    b. Bila kecepatan motor tersebut sudah cukup, tentukan sudut α agar sepeda motor tidak terguling.



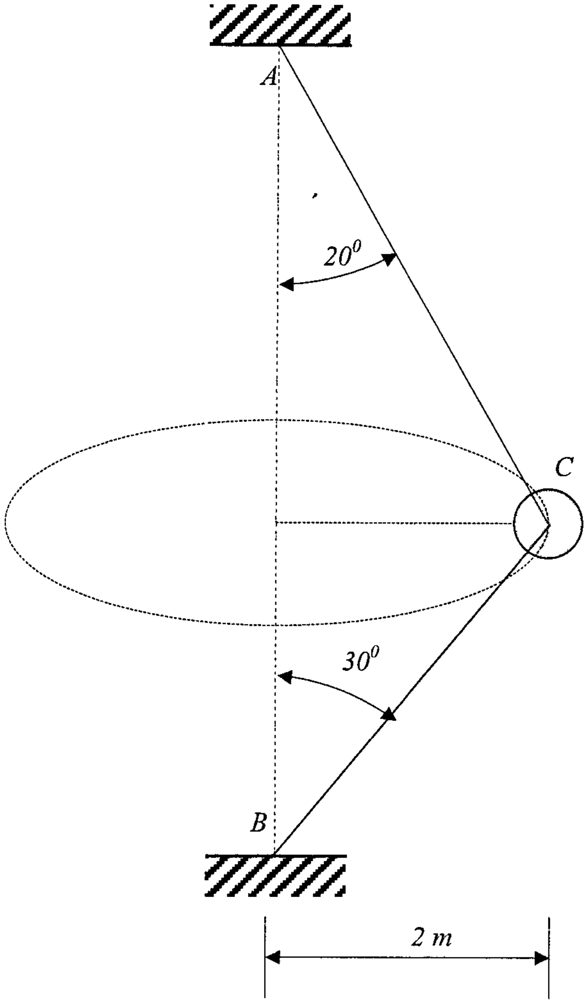
Gambar 3.37. Soal Latihan No. 21

22. Sebuah peralatan terdiri dari dua buah *disk* yang berputar terhadap sumbu vertikal, dimana pada ruang di antaranya dipasang bola, seperti pada Gambar 3.38 di bawah. Untuk pengontrolan, *disk* bagian atas dapat sliding bebas tanpa gesekan sepanjang sumbu vertikal. Diketahui berat masing – masing bola adalah *4 lb*, dan berat *disk* bagian atas adalah *8 lb*. Tentukan putaran sistem tersebut agar kondisi di atas dapat dipertahankan. (*disk* atas pada saatnya akan naik)



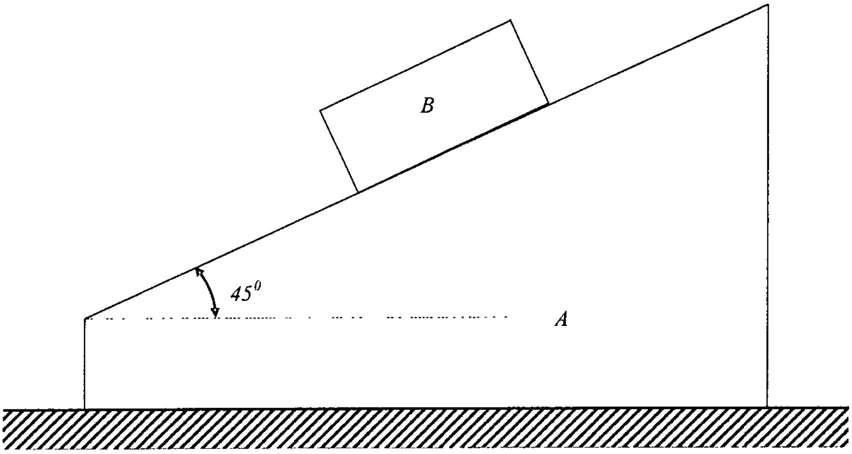
Gambar 3.38. Soal Latihan No. 22

23. Sebuah bola dengan massa $m = 10\ kg$, diikatkan dengan tali AC dan BC, kemudian diputar pada bidang horizontal dengan kecepatan tetap V, sehingga posisinya seperti terlihat pada Gambar 3.39 di bawah. Bila diketahui tegangan tali AC dan BC adalah sama, tentukan besarnya kecepatan V tersebut



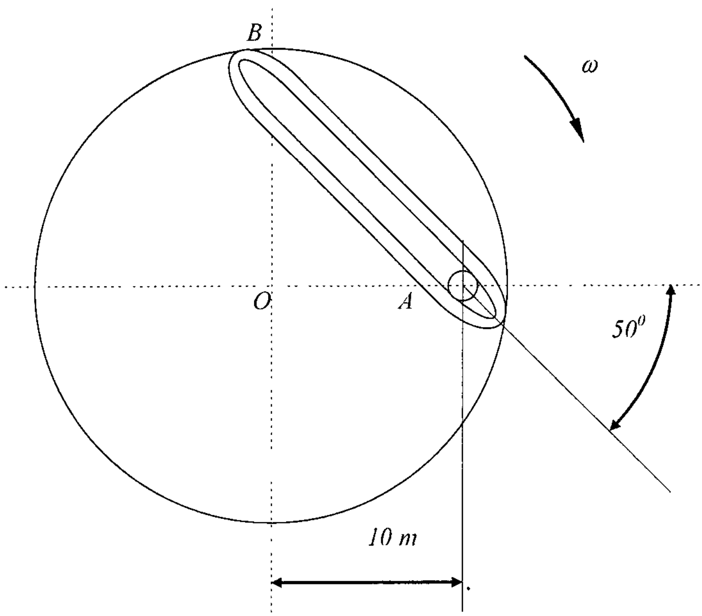
Gambar 3.39. Soal Latihan No. 23

24. Bila Diketahui sebuah balok B, dengan massa $m_B = 15\ kg$, dari keadaan diam meluncur di atas balok A, yang massanya $m_A = 25\ kg$. (lihat Gambar 3.40 di bawah). Dengan mengabaikan semua gesekan, tentukan percepatan balok A dan balok B tersebut.



Gambar 3.40. Soal Latihan No. 24

25. *Slider A* dengan massa $m = 5\ kg$, dapat meluncur tanpa gesekan pada *slot* yang berputar pada bidang horizontal di sekitar sumbu vertikal tetap *O*. *Slider* tersebut ditahan oleh tali yang diikat di titik *B*, dengan posisi seperti terlihat pada Gambar 3.41 di bawah. Apabila *slot* tersebut berputar dengan kecepatan sudut konstan $\omega = 25$ *rad/detik*, tentukan tegangan tali tersebut.



Gambar 3.41. Soal Latihan No. 25