

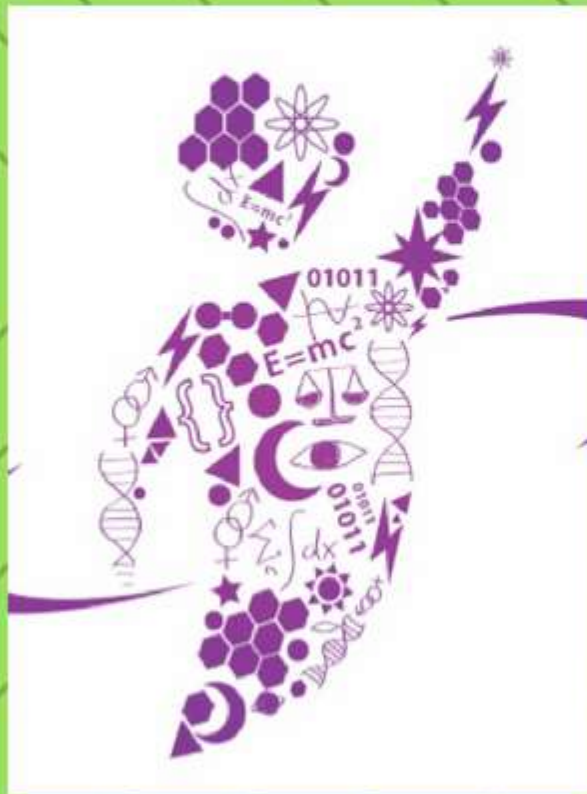
PAKET 8

PELATIHAN ONLINE

2019

**SMA
FISIKA**

po.alcindonesia.co.id



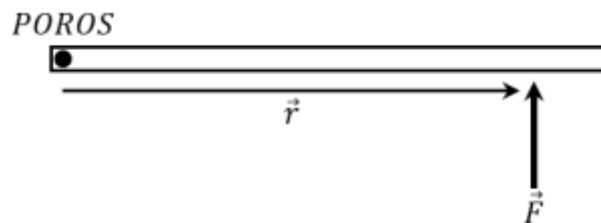
WWW.ALCINDONESIA.CO.ID

@ALCINDONESIA

085223273373

TORSI

Komponen yang membuat sistem/objek berotasi adalah komponen vektor yang disebut torsi/torka. Torsi merupakan suatu besaran vektor yang bertanggung jawab atas rotasinya sistem. Biasanya, torsi dilambangkan dengan notasi τ (dibaca : thau). Arah dari vektor torsi analog dengan arah dari kecepatan angular yang mengikuti kaidah tangan kanan.



Jika terdapat sebuah batang kayu yang mempunyai poros pada bagian paling kiri batang, lalu diberikan gaya pada suatu jarak r dari poros sebesar F . Maka, batang akan berotasi. Dapat disimpulkan, tidak hanya gaya yang menyebabkan benda berotasi, melainkan lengan torsi r . Kita dapat memperoleh persamaan torsi sebagai berikut.

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

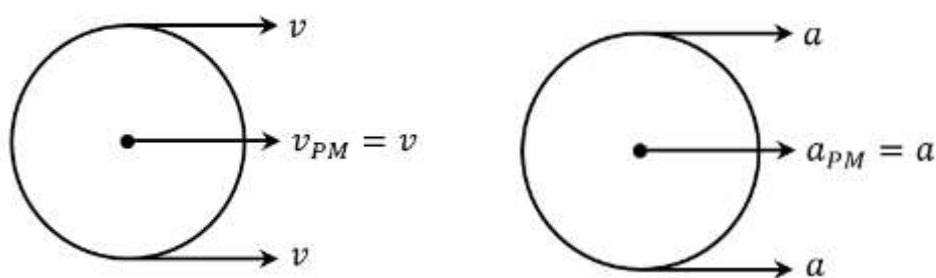
Torsi juga sangat berhubungan dengan dinamika rotasi, maka dapat diketahui jika torsi mempunyai hubungan dengan gerak melingkar berubah beraturan sebagai berikut.

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = I\vec{\alpha}$$

Jenis Gerak

- Translasi Murni

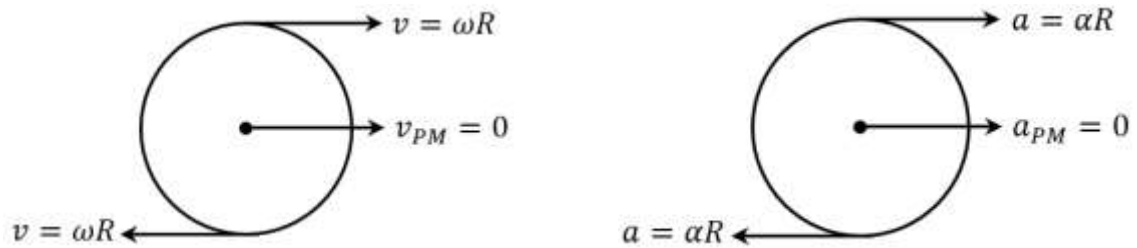
Gerak translasi murni merupakan gerak apa objek yang sama sekali tidak berotasi. Jadi, benda berpindah tempat tanpa melakukan rotasi sedikitpun.



Gerak translasi murni terjadi jika semua bagian (semua posisi) pada benda tersebut mempunyai kecepatan yang sama jika dilihat dari kerangka acuan tanah. Maka dari itu, titik paling bawah silinder mempunyai gerak relatif terhadap tanah sebesar v juga.

- Rotasi Murni

Gerak rotasi murni merupakan gerak dimana benda tidak berubah posisi sama sekali (diam ditempat) tapi benda berotasi.



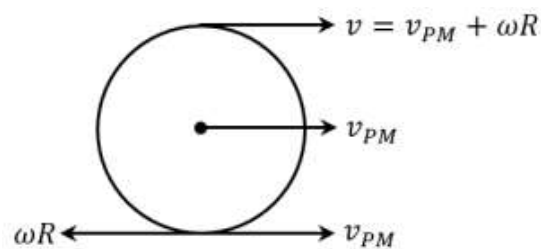
Pada gerak rotasi murni, semua bagian objek mempunyai kecepatan terhadap kerangka acuan tanah, kecuali pusat massa objek (poros). Rotasi murni biasanya terjadi pada sistem katrol dan sistem lainnya yang titik porosnya tidak berubah posisi.

- Rotasi-Translasi

Gerak rotasi-translasi merupakan gerak dimana rotasi murni digabungkan dengan translasi murni, dengan kata lain, benda akan berubah posisi dan juga berotasi.

1. Gerak Selip

Gerak selip merupakan gerak rotasi-translasi dimana titik paling bawah objek mempunyai gerak relatif dengan tanah sehingga, perpindahan yang ditempuh mobil tidak sama dengan panjang busur yang ditempuh.

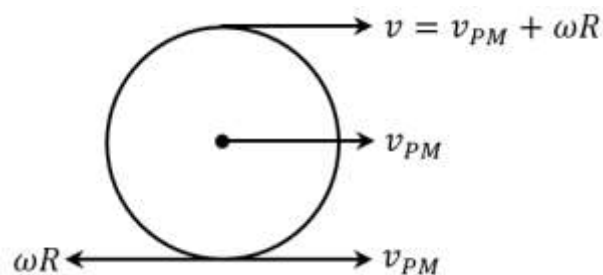


$$\begin{aligned} S &\neq R\theta \\ v_{PM} &\neq R\omega \\ a_{PM} &\neq R\alpha \end{aligned}$$

Kita melihat bawah komponen kecepatan silinder pada tanah adalah $v = v_{PM} - \omega R$, sedangkan $v_{PM} \neq R\omega$, maka kecepatan v pada titik terendah silinder tidak sama dengan 0.

2. Gerak Non Selip

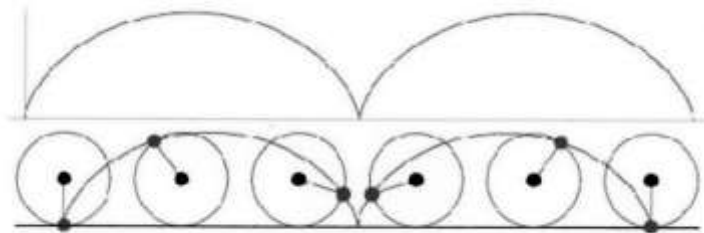
Gerak tidak selip berkebalikan dengan gerak selip. Gerak tidak selip merupakan gerak rotasi-translasi dimana titik paling bawah objek (titik yang bersentuhan dengan tanah) tidak mempunyai gerak relatif.



$$\begin{aligned} S &= R\theta \\ v_{PM} &= R\omega \\ a_{PM} &= R\alpha \end{aligned}$$

Kita melihat bawah komponen kecepatan silinder pada tanah adalah $v = v_{PM} - \omega R$, sedangkan $v_{PM} = R\omega$, maka

kecepatan v pada titik terendah silinder sama dengan 0. Maka terbukti bahwa tidak terdapat gerak relatif antara titik paling bawah silinder dengan tanah. Jika kalian tahu grafik *cycloid*, grafik tersebut menjelaskan bagaimana gerak tidak selip itu. Asumsikan terdapat sebuah lampu bercahaya yang diletakan pada titik terendah silinder. Lalu, silinder dibiarkan gerak tidak selip, maka akan diperoleh bentuk grafik sebagai berikut.



Jika kita lihat, titik hanya akan menyentuh tanah lalu kembali ke atas dan menyentuh lagi. Titik yang berkontak langsung dengan tanah tidak mengalami gerak relatif terhadap tanah. Itulah yang membedakan antara gerak selip dan tidak selip.

KESETIMBANGAN (EKUILIBRIUM)

Kesetimbangan merupakan suatu kondisi dimana resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan 0, dengan kata lain benda tidak mengalami percepatan sedikitpun. Pada kesetimbangan/ekuilibrium, terbagi menjadi 3 jenis kesetimbangan, yaitu

1. Kesetimbangan Netral (Indiferen)
2. Kesetimbangan Labil
3. Kesetimbangan Stabil

Syarat terjadi kesetimbangan tidak hanya pada gerak translasi, kita juga dapat meninjaunya dalam gerak rotasi dimana benda tidak mengalami percepatan angular. Maka dapat disimpulkan, bahwa kesetimbangan terjadi saat

$$\sum F = 0$$
$$\sum \tau = 0$$

Besar torsi akan bergantung kepada titik acuan poros (letak pivot) dan kalian bebas menentukan letaknya. Hanya perlu diingat, berdasarkan beberapa teorema mekanik, jumlah maksimum persamaan torsi yang dapat dibentuk adalah 3 persamaan.

Kesetimbangan Netral

Kesetimbangan netral adalah kondisi saat benda diberikan gangguan kecil, benda akan bergerak tetapi pusat massa benda tidak berubah posisi.

Kesetimbangan Labil

Kesetimbangan labil merupakan kondisi dimana benda saat diberikan gangguan kecil, benda tidak dapat kembali ke posisi awal.

Kesetimbangan Stabil

Kesetimbangan stabil merupakan kondisi dimana benda saat diberikan gangguan kecil, benda dapat kembali ke posisi awal.

KATROL

Biasanya, katrol berbentuk silinder pejal dengan suatu radius dan massa tertentu.

1. Katrol Licin/Katrol Tidak Bermassa

Pada kondisi ini, maka dipastikan katrol tidak berputar. Sehingga tegangan tali sama untuk untuk bagian kiri dan kanan katrol.

2. Katrol Bermassa/Katrol Kasar

Pada kondisi ini, maka dipastikan katrol berputar. Sehingga, tegangan tali untuk bagian kanan dan kiri berbeda (jelas berbeda, karena jika nilai tegangan talinya sama maka katrol tidak berputar).

ENERGI, USAHA DAN DAYA

Banyak sekali bentuk energi, salah satunya energi kinetik. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh benda yang sedang bergerak

$$E_k = E_{translasi} + E_{rotasi} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

Energi kinetik mempunyai 2 komponen, yaitu kinetik translasi dan kinetik rotasi (mengikuti berbagai kondisi geraknya, rotasi murni, translasi murni atau rotasi-translasi). Usaha merupakan akumulasi hasil kali antara gaya yang searah dengan perpindahan dengan perpindahannya. Perpindahan ini diamati dengan kerangka acuan inersial. Biasanya, usaha dinotasikan dengan lambang W yaitu *work*.

$$W = \sum_i \vec{F} \cdot \Delta \vec{s}$$

Jika Δs merupakan infinitesimal, kita dapat ubah bentuk diatas menjadi persamaan kontinu

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

Diketahui bahwa

$$F = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$
$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int m \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{s} = m \int v dv = \frac{1}{2}mv^2$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa usaha dapat terkonversi menjadi energi kinetik. Persamaan diatas merupakan usaha pada gerak translasi. Terdapat juga usaha oleh torsi pada gerak rotasi.

$$W = \int \tau d\theta$$

Diketahui bahwa

$$\tau = I\alpha = I \frac{d\omega}{dt}$$
$$W = \int \tau d\theta = \int I \frac{d\omega}{dt} d\theta = I \int \omega d\omega = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Terbukti bahwa usaha torsi dapat berubah juga menjadi energi kinetik rotasi. Sedangkan daya adalah usaha yang dilakukan gaya tiap satuan waktu. Daya biasanya dilambangkan dengan notasi P . Jika persamaan diskret, akan terbentuk formula sebagai berikut.

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

Jika ΔW dan Δt infinitesimal, maka akan berubah menjadi persamaan differensial sebagai berikut.

$$P = \frac{dW}{dt}$$

TEOREMA USAHA-ENERGI

Usaha yang dilakukan oleh gaya luar pada suatu sistem sama dengan perubahan energi kinetik sistem.

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s} = \Delta E_k$$

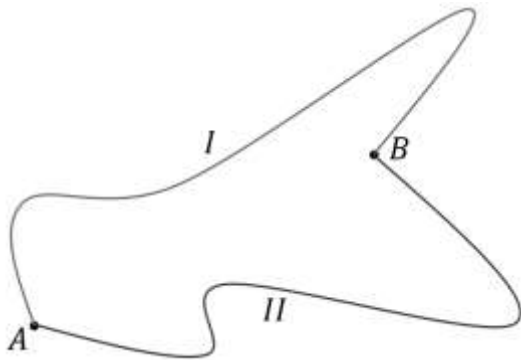
Hal diatas dapat terwujud jika tidak terdapat usaha selain gaya yang diberikan. Jadi, jika ada usaha oleh gaya gesek, maka persamaan diatas gagal untuk digunakan. Perlu ditambahkan komponen usaha gaya gesek agar persamaan diatas dapat digunakan

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s} = \Delta E_k + \int \vec{f} \cdot d\vec{s} = \Delta E_k + W_f$$

Dimana \vec{f} merupakan vektor gaya gesek dan W_f merupakan usaha gaya gesek.

GAYA KONSERVATIF

Besarnya usaha oleh gaya luar yang diperlukan, yaitu gaya konservatif tidak peduli bentuk lintasan, melainkan posisi awal dan posisi akhir. Berikut merupakan analoginya.



Walaupun lintasan I dan lintasan II berbeda, tetapi usaha yang dilakukan gaya konservatif bernilai sama. Asumsikan gaya konservatif adalah F_k .

$$W = \left[\int \vec{F}_k \cdot d\vec{s} \right]_I = \left[\int \vec{F}_k \cdot d\vec{s} \right]_{II}$$

Gaya konservatif contohnya gaya gravitasi, gaya pegas. Sehingga terdapat energi potensial gravitasi dan juga energi potensial pegas.

Energi Potensial Gravitasi (dimana percepatan gravitasi konstan)

$$E_p = \int mg \, dh = mg\Delta h$$

Energi Potensial Pegas

$$E_p = \int kx \, dx = \frac{1}{2}k\Delta x^2$$

ENERGI MEKANIK

Energi mekanik adalah jumlah dari energi kinetik dan energi potensial dari suatu sistem.

$$E_M = E_p + E_k$$

MOMENTUM LINEAR

Momentum merupakan hasil kali dari massa dan kecepatan benda dan dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Terdapat hubungan antara momentum linear dengan gaya itu sendiri.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = \vec{v} \frac{dm}{dt} + m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Jika massa tidak berubah (konstan), dengan kata lain $\frac{dm}{dt} = 0$, maka persamaan kembali menjadi persamaan Newton.

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

Jika tidak ada gaya eksternal (gaya luar), seperti gaya gesek lantai, gaya gesek udara dan sebagainya, momentum linear bersifat kekal (kekekalan momentum linear). Dapat juga dibuktikan dari persamaan matematikanya.

$$\vec{F} = 0 = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Sesuatu hasil differensial yang bernilai 0, maka variabel tersebut bersifat konstan. Maka, momentum linear \vec{p} kekal. Namun, jika terdapat gaya luar, maka momentum yang searah dengan gaya tersebut tidak kekal, tetapi momentum arah ortogonalnya (tegak lurus dengan gaya luar) masih kekal.

Pada momentum linear, kita mengenal juga istilah koefisien restitusi (biasanya dilambangkan dengan notasi e), yaitu perbandingan besar kecepatan relatif kedua benda setelah tumbukan terhadap besar kecepatan relatif sebelum tumbukan. Berikut merupakan persamaan koefisien restitusi.

$$e = - \frac{\vec{v}_2' - \vec{v}_1'}{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}$$

Terdapat 3 jenis tumbukan, yaitu

- Tumbukan Elastik (sempurna)
Tumbukan dimana energi kinetik dan momentum linear kekal serta koefisien restitusi bernilai 1.
- Tumbukan Elastik Sebagian
Tumbukan dimana energi kinetik tidak kekal dan momentum linear kekal serta koefisien restitusi berada pada jangkauan $0 < e < 1$.
- Tumbukan non-elastik (plastis)
Tumbukan dimana energi kinetik tidak kekal dan momentum linear kekal serta koefisien restitusi bernilai 0.

IMPULS

Impuls terjadi jika adanya gaya luar (eksternal). Impuls sendiri merupakan perubahan momentum yang terjadi pada benda. Biasanya, impuls dilambangkan dengan notasi I .

$$\vec{I} = \Delta\vec{p} = \int \vec{F} dt$$

Jika ada impuls, dapat dipastikan momentum linear yang searah dengan impuls tidak kekal. Untuk catatan, dalam pengerjaan momentum, harus dikerjakan terhadap kerangka inersial (gerak relatif).

MOMENTUM SUDUT

Momentum sudut merupakan analogi dari momentum linear dimana momentum linear berhubungan dengan gaya sedangkan momentum sudut berhubungan dengan torsi. Definisi dari momentum sudut adalah hasil perkalian antara momen inersia dan kecepatan sudutnya.

$$\vec{L} = I\vec{\omega}$$

Analog dengan momentum linear, momentum angular juga mempunyai hubungan dengan torsi yang akan membentuk persamaan differensial jika bernilai infinitesimal.

$$\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt} = I\vec{\alpha}$$

Perlu diketahui dari persamaan differensial diatas, momentum angular akan bersifat kekal jika tidak ada torsi dari luar (torsi eksternal). Terbukti juga dari persamaan diatas

$$\vec{\tau} = 0 = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

Variabel yang diturunkan terhadap suatu parameter dan bernilai 0, maka variabel tersebut konstan terhadap parameter tersebut.

IMPULS ANGULAR

Impuls pada momentum sudut terjadi jika ada perubahan torsi (terdapat resultan torsi eksternal), sehingga momentum sudut tidak kekal. Pada impuls momentum sudut, biasanya dilambangkan dengan huruf \vec{J} dan merupakan besaran vektor.

$$\vec{J} = \Delta\vec{L} = \int \vec{\tau} dt$$

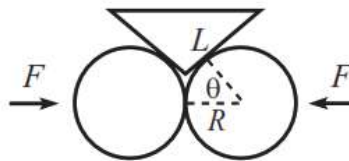
Impuls yang paling sering untuk kasus momentum sudut adalah impuls akibat gaya gesek dan juga akibat tumbukan tertentu dari benda yang kasar. Dalam kekekalan momentum sudut, menentukan acuan poros sangatlah penting, terutama untuk mempermudah kita dalam menyelesaikan soal.

SOAL

Untuk nomor 1, 2 dan 3

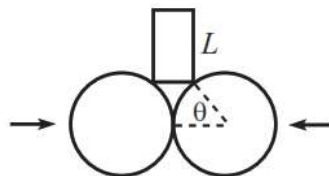
Terdapat sebuah susunan benda (beragam) yang terletak pada 2 lingkaran licin berjari-jari R . Massa per satuan luas benda yang tersusun homogen, yaitu σ dan membuat sudut sebesar θ terhadap 2 lingkaran dibawahnya (asumsikan lingkaran dibawah hampir menyentuh lingkaran yang lainnya).

1. Tentukan besar gaya F agar sistem static.



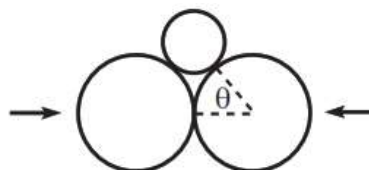
- $\frac{g\sigma L^2 \cos^2 \theta}{2}$
- $g\sigma L^2$
- $\frac{g\sigma L^2 \cos \theta}{3}$
- $\frac{g\sigma L^2 \cos 2\theta}{2}$
- $\frac{g\sigma L^2 (1 - \cos \theta) \sin \theta}{4}$

2. Tentukan besar gaya F agar sistem static.



- $\frac{3\sigma gRL \cos \theta}{2 \sin \theta}$
- $2\pi\sigma gRL$
- $\frac{\sigma gRL(1 - \cos \theta) \cos \theta}{\sin \theta}$
- $\frac{\sigma g\pi RL \sin^2 \theta}{\cos \theta}$
- $\frac{\sigma gRL(1 - \cos \theta) \cos \theta}{2 \cos \theta \sin \theta}$

3. Tentukan besar gaya F agar sistem statik.

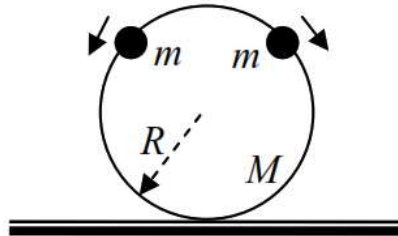


- $\frac{\sigma g\pi R^2 \tan 2\theta}{\sin 2\theta}$

- b. $\frac{2\sigma g R^2 (1 - \cos \theta)^2}{3 \sin 2\theta}$
- c. $\frac{\sigma g \pi R^2}{\sin 2\theta}$
- d. $\frac{\sigma g R^2 (1 - \sin \theta)^2}{\cos 2\theta}$
- e. $\frac{\sigma g \pi R^2 (1 - \cos \theta)^2}{\sin 2\theta}$

Untuk nomor 4 dan 5

Dua buah manik-manik dengan massa m terletak diatas puncak cincin bermassa M yang licin dan berjari-jari R . Manik-manik diberi gangguan kecil sehingga meluncur kebawah, satu ke kiri dan satunya ke kanan. Terdapat suatu kondisi dimana saat posisi kedua manik-manik membentuk sudut θ terhadap garis vertikal, cincin (*hoop*) akan loncat dari lantai.



4. Tentukan sudut θ agar cincin tidak loncat.

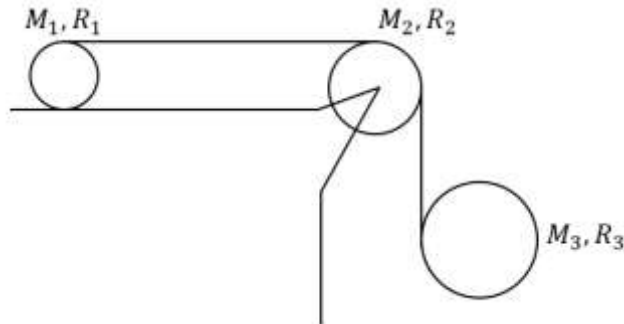
- a. $\theta \leq \arccos\left(\frac{1}{3}\right)$
- b. $\theta > \arccos\left(\frac{2}{3}\right)$
- c. $\theta \leq \arcsin\left(\frac{2}{7}\right)$
- d. $\theta \geq \arccos\left(\frac{5}{12}\right)$
- e. $\theta > \arcsin\left(\frac{6}{7}\right)$

5. Tentukan $\frac{m}{M}$ agar cincin tidak loncat.

- a. $\frac{m}{M} \leq \frac{3}{2}$
- b. $\frac{m}{M} \leq \frac{1}{3}$
- c. $\frac{m}{M} \leq 2$
- d. $\frac{m}{M} \leq \frac{2}{5}$
- e. $\frac{m}{M} \leq \frac{2}{3}$

Untuk nomor 6,7 dan 8

Terdapat sebuah sistem seperti gambar dibawah ini. Diketahui semua objek berbentuk silinder dan pejal. Asumsikan tali tidak deformasi dan silinder satu tidak selip terhadap lantai dan katrol mempunyai massa.



6. Tentukan percepatan silinder 1 terhadap kerangka inersial.

- a. $\frac{4m_3g}{9m_1+12m_2+8m_3}$
- b. $\frac{8m_3g}{9m_1+12m_2+8m_3}$
- c. $\frac{(3m_2-2m_1)g}{9m_1-6m_2+4m_3}$
- d. $\frac{m_1g}{6m_1+7m_2-5m_3}$
- e. $\frac{2(3m_1+4m_2+4m_3)g}{9m_1+12m_2+8m_3}$

7. Tentukan percepatan tali terhadap kerangka inersial.

- a. $\frac{4m_3g}{9m_1+12m_2+8m_3}$
- b. $\frac{8m_3g}{9m_1+12m_2+8m_3}$
- c. $\frac{(3m_2-2m_1)g}{9m_1-6m_2+4m_3}$
- d. $\frac{m_1g}{6m_1+7m_2-5m_3}$
- e. $\frac{2(3m_1+4m_2+4m_3)g}{9m_1+12m_2+8m_3}$

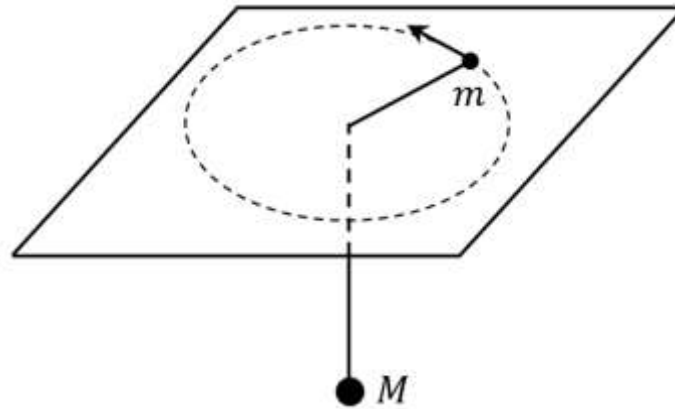
8. Tentukan percepatan silinder 3 terhadap kerangka inersial.

- a. $\frac{4m_3g}{9m_1+12m_2+8m_3}$
- b. $\frac{8m_3g}{9m_1+12m_2+8m_3}$
- c. $\frac{(3m_2-2m_1)g}{9m_1-6m_2+4m_3}$
- d. $\frac{m_1g}{6m_1+7m_2-5m_3}$
- e. $\frac{2(3m_1+4m_2+4m_3)g}{9m_1+12m_2+8m_3}$

Untuk nomor 9-14

Terdapat suatu partikel bermassa m yang terhubung dengan tali dan bergerak melingkar pada lingkaran yang berjari-jari R (bidang horizontal). Ujung tali lain terhubung dengan massa M

melalui lubang pada bidang. Jika massa M dilepaskan, massa m akan bisa semakin dekat dengan pusat rotasi dimana jarak minimal massa m dengan poros sebesar r ($r < R$).



9. Tentukan kecepatan maksimum m .

- $R \sqrt{\frac{2M}{m} g \frac{1}{R+r}}$
- $r \sqrt{\frac{2M}{m} g \frac{1}{R+r}}$
- $(R - r) \sqrt{g \frac{1}{R-r}}$
- $(R - r) \sqrt{\frac{2(M+m)}{M} g \frac{1}{R}}$
- $2r \sqrt{\frac{g}{R-2r}}$

10. Tentukan kecepatan minimum m .

- $R \sqrt{\frac{2M}{m} g \frac{1}{R+r}}$
- $r \sqrt{\frac{2M}{m} g \frac{1}{R+r}}$
- $(R - r) \sqrt{g \frac{1}{R-r}}$
- $(R - r) \sqrt{\frac{2(M+m)}{M} g \frac{1}{R}}$
- $2r \sqrt{\frac{g}{R-2r}}$

11. Tentukan kecepatan massa m saat jarak massa m dengan poros sebesar $\frac{1}{2}R$.

- $\sqrt{\frac{M}{(M+m)m} \frac{g}{R+r} (mR^2 + mRr + r^2(8M + 2m))}$
- $\sqrt{\frac{M}{m} \frac{g}{R+r} \left(R^2 - 3Rr + r^2 \left(\frac{3M}{m} + 2 \right) \right)}$

- c. $\sqrt{\frac{M}{m} \frac{gR}{R-r} (R+r)}$
 d. $\sqrt{\frac{1}{(M+m)} \frac{g}{R} (mR^2 + mRr - r^2(4M + 3m))}$
 e. $\sqrt{\frac{M}{(M+m)} \frac{g}{R+r} (R^2 + Rr - 6r^2)}$

12. Tentukan kecepatan massa M saat jarak massa m dengan poros sebesar $\frac{1}{2}R$.

- a. $\sqrt{\frac{M}{(M+m)m} \frac{g}{R+r} (mR^2 + mRr + r^2(8M + 2m))}$
 b. $\sqrt{\frac{M}{m} \frac{g}{R+r} \left(R^2 - 3Rr + r^2 \left(\frac{3M}{m} + 2 \right) \right)}$
 c. $\sqrt{\frac{M}{m} \frac{gR}{R-r} (R+r)}$
 d. $\sqrt{\frac{1}{(M+m)} \frac{g}{R} (mR^2 + mRr - r^2(4M + 3m))}$
 e. $\sqrt{\frac{M}{(M+m)} \frac{g}{R+r} (R^2 + Rr - 6r^2)}$

13. Tentukan percepatan yang dirasakan oleh massa M saat posisi minimal.

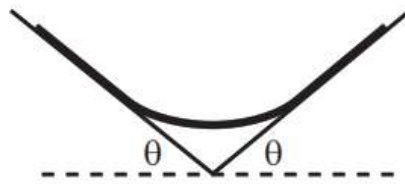
- a. $\frac{M}{M+m} \left(1 - \frac{2R^2}{r(R+r)} \right) g$
 b. $\frac{M}{M+2m} g$
 c. $\frac{2M}{M-m} \frac{R}{r} \left(1 + \frac{2R}{(R+r)} \right) g$
 d. $\frac{MR}{(M+m)r} \left(2 + \frac{1}{(R+r)} \right) g$
 e. $\frac{M}{M+m} \left(1 - \frac{2r^2}{R(R+r)} \right) g$

14. Tentukan percepatan yang dirasakan oleh massa M saat posisi maksimal.

- a. $\frac{M}{M+m} \left(1 - \frac{2R^2}{r(R+r)} \right) g$
 b. $\frac{M}{M+2m} g$
 c. $\frac{2M}{M-m} \frac{R}{r} \left(1 + \frac{2R}{(R+r)} \right) g$
 d. $\frac{MR}{(M+m)r} \left(2 + \frac{1}{(R+r)} \right) g$
 e. $\frac{M}{M+m} \left(1 - \frac{2r^2}{R(R+r)} \right) g$

Untuk nomor 15 dan 16

Terdapat sebuah tali yang diletakkan seperti gambar dibawah ini. Tali mempunyai massa jenis yang homogen dan koefisien gesek pada sistem sebesar 1.



15. Tentukan nilai maksimum dari bagian tali yang tergantung.

- a. 0,443
- b. 0,310
- c. 0,266
- d. 0,181
- e. 0,172

16. Tentukan nilai θ agar syarat nilai maksimum terpenuhi.

- a. $22,5^\circ$
- b. $24,7^\circ$
- c. 37°
- d. $39,2^\circ$
- e. 41°