

Semoga Allah membalas kebaikanmu.....

# KESETIMBANGAN & DINAMIKA ROTASI

Kelas 11 Semester 1

Rudi Sisyanto

Hak Mencipta hanya pada Allah Subhanahu Wa Ta'ala  
Tidak dilarang keras mengkopi, memperbanyak, dan  
mengedarkan. Asal bukan untuk kepentingan komersial  
Dzulqo'idah 1441 H





# DINAMIKA ROTASI

“Sesungguhnya orang-orang yang bertawakallah  
yang dapat menerima pelajaran”  
(QS Az-Zumar : 9)



## 1. MOMEN INERSIA

Jika pada gerak translasi, besaran massa menyatakan ukuran kelembaman benda, maka pada gerak rotasi, besaran yang dapat dianalogikan dengan massa adalah besaran momen inersia ( $I$ ). Sebuah benda yang berotasi pada sumbunya, cenderung untuk terus **berotasi pada sumbu tersebut selama tidak ada gaya luar (momen gaya) yang bekerja padanya. Ukuran yang menentukan kelembaman benda terhadap gerak rotasi dinamakan momen inersia ( $I$ )**. Momen inersia sebuah partikel dapat didefinisikan sebagai *hasil kali massa partikel dengan kuadrat jarak partikel dari titik porosnya*.

$$I = m r^2 \quad \dots\dots\dots (8 - 1)$$

Jadi, momen inersia suatu benda bergantung pada massa benda dan jarak massa benda tersebut terhadap sumbu rotasi. Jika benda berupa partikel atau titik bermassa  $m$  berotasi mengelilingi sumbu putar yang berjarak  $r$ , semakin jauh jarak poros benda (sumbu rotasinya), besar momen inersia benda tersebut akan semakin besar. Prinsip ini banyak digunakan dalam atraksi sirkus, misalnya atraksi berjalan pada seutas tali. Dalam atraksi tersebut, pemain akrobat membawa sepotong kayu panjang yang akan memperbesar momen inersianya sehingga ia dapat menyeimbangkan badannya saat berjalan pada tali tersebut.

Untuk sistem benda yang tersusun dari massa-massa yang terpisah (diskrit), atau terdapat banyak partikel dengan massanya masing-masing  $m_1$ ,  $m_2$ , dan  $m_3$ , serta memiliki jarak masing-masing  $r_1$ ,  $r_2$ , dan  $r_3$  terhadap poros (sumbu rotasi), momen inersia total partikel tersebut adalah penjumlahan momen inersia setiap partikelnya. Secara matematis, dituliskan sebagai berikut. maka

$$I = \sum m r^2. \quad \dots\dots\dots (8 - 2)$$





Benda tegar adalah **suatu benda yang memiliki satu kesatuan massa yang kontinu (tidak terpisahkan antara satu sama lain) dan bentuknya teratur**. Pada benda tegar, massa benda terkonsentrasi pada pusat massanya dan tersebar pada jarak yang sama dari titik pusat massa benda. Oleh karena itu, momen inersia benda tegar dapat dihitung menggunakan teknik integral dengan persamaan

$$I = \int r^2 dm$$

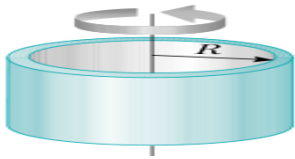
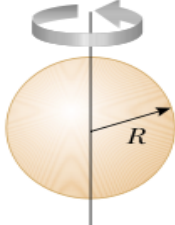
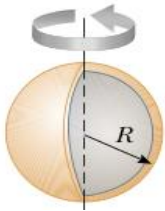
..... ( 8 - 3)

Tabel 8.1. Momen Inersia Berbagai Bentuk Benda Tegar

PENAMAAN	GAMBAR	MOMEN INERSIANYA
Batang Silinder Poros Melalui Pusat Batang		$I = \frac{1}{12} mL^2$
Batang Silinder Poros Melalui Ujung Batang		$I = \frac{1}{3} mL^2$
Pelat Persegi Panjang dengan Poros Melalui Pusat Diagonal		$I = \frac{1}{12} m(a^2 + b^2)$
Silinder Pejal		$I = \frac{1}{2} mR^2$
Silinder Pejal Berongga		$I = \frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2^2)$





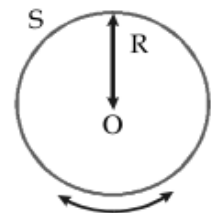
PENAMAAN	GAMBAR	MOMEN INERSIANYA
Silinder Tipis Berongga		$I = mR^2$
Bola Pejal		$I = \frac{2}{5}mR^2$
Bola Tipis Berongga		$I = \frac{2}{3}mR^2$

Apabila momen inersia benda terhadap pusat massa  $I$  diketahui, momen inersia benda terhadap sumbu lain yang paralel dengan sumbu pusat massa dapat dihitung menggunakan teori sumbu paralel, yaitu :

$$I = I_{pm} + md^2 \quad \dots\dots\dots (8 - 4)$$

dimana :  $d$  = jarak dari sumbu pusat massa ke sumbu paralel

Misalkan sebuah piringan yang bermassa  $M$  dirotasikan dengan poros melalui pusat massa  $O$  dan tegak lurus pada piringan. Momen inersia pusat massa piringan tersebut adalah  $I_{pm} = \frac{1}{2} mR^2$  dengan  $R$  adalah jari-jari piringan. Momen Inersia piringan tersebut jika poros digeser ke sisi piringan, yaitu di titik  $S$  yang sejajar dengan poros semula adalah



$$I = I_{pm} + md^2$$

karena pergeseran  $d$  sama dengan jari-jari yaitu  $R$ , maka:

$$I = \frac{1}{2} mR^2 + mR^2 \quad \Rightarrow \quad I = \frac{3}{2}mR^2$$

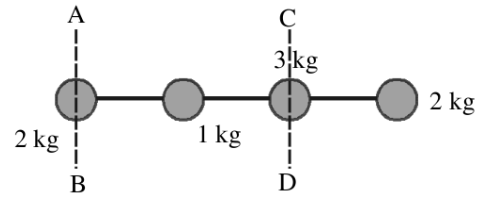




## Soal Latihan 8.1.



1. Empat buah partikel dihubungkan dengan batang kaku yang ringan dan massanya dapat diabaikan seperti pada gambar berikut:



Jika jarak antar partikel sama yaitu 40 cm, hitunglah momen inersia sistem partikel tersebut terhadap:

- poros AB
  - poros CD
2. Silinder pejal berjari-jari 8 cm dan massa 2 kg. sedangkan bola pejal berjari-jari 5 cm dan massa 4 kg. Jika kedua benda tadi berotasi dengan poros melalui pusatnya maka tentukan perbandingan momen inersia silinder dan bola!
3. Sebatang kayu silinder panjangnya 100 cm dan bermassa 800 g. Tentukan momen inersia batang kayu itu, jika batang kayu tersebut berputar dengan sumbu putarnya:
- di tengah-tengah,
  - di ujung.
  - di suatu titik yang berjarak 20 cm dari salah satu ujungnya
4. Dua partikel pertandingan massanya 1 : 2 dan perbandingan diameternya 4 : 1. Jika kedua partikel berputar bersama-sama, berapa besar perbandingan momen inersianya?
5. Dua benda ruang berbentuk silinder pejal dan bola pejal. Jika massa dan diameter kedua benda tersebut sama. Hitung perbandingan momen inersia silinder terhadap bola pada saat berputar bersama-sama!



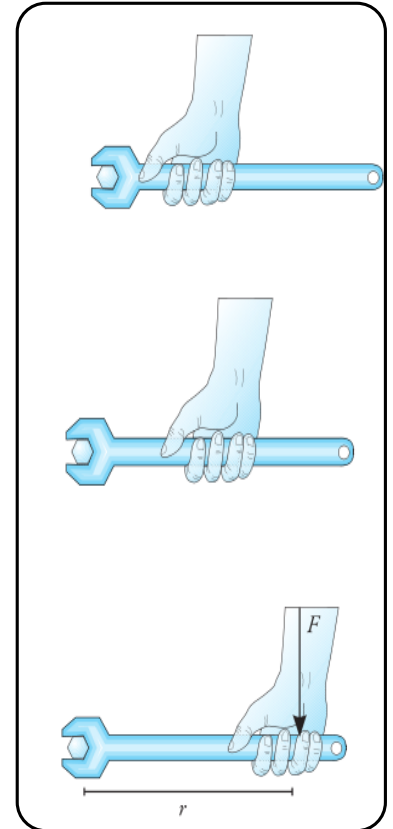


## 2. MOMEN INERSIA



Penyebab gerak suatu benda adalah gaya. Pada gerak rotasi, sesuatu yang menyebabkan benda untuk berotasi atau berputar disebut **momen gaya** atau **torsi**. Konsep torsi dapat dilihat pada saat kita membuka pintu. Cobalah membuka pintu dari bagian yang dekat dengan engsel. Bagaimanakah gaya yang kita keluarkan? Sekarang, cobalah kembali membuka pintu dari bagian paling jauh dari engsel. Bandingkan gaya yang diperlukan antara dua perlakuan tersebut. Tentu saja membuka pintu dengan cara mendorong bagian yang jauh dari engsel lebih mudah dibandingkan dengan mendorong bagian yang dekat dari engsel.

Atau coba perhatikan seseorang yang sedang menggunakan kunci untuk membuka mur atau baut. Orang tersebut memberikan gaya kepada kunci sehingga kunci dapat memutar baut. Baut berfungsi sebagai sumbu rotasi, sedangkan perpanjangan garis gaya disebut garis kerja gaya. Jika gaya yang diberikan tangan (garis kerja gaya) tegak lurus terhadap lengan kunci, maka lengan kunci ini berfungsi sebagai lengan gaya. Namun jika gaya yang diberikan tidak tegak lurus lengan kunci, maka lengan gaya merupakan jarak yang tegak lurus dari sumbu rotasi dengan garis kerja gaya.



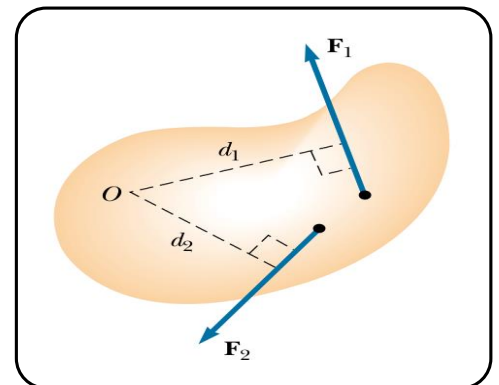
Definisi momen gaya secara matematis dirumuskan dengan

$$\tau = r \times F$$

..... (8 - 5)

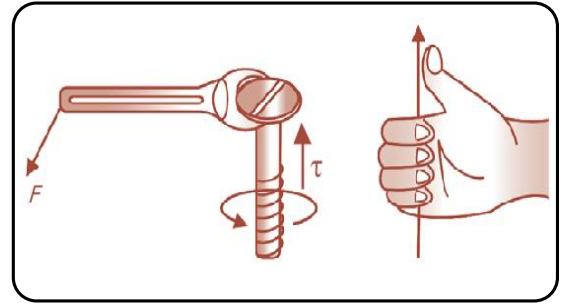
Momen gaya merupakan perkalian silang (cross product) antara lengan momen (besaran vektor) dengan gaya (besaran vektor).

Karena momen gaya merupakan besaran vektor, maka momen gaya akan bernilai positif jika gaya yang bekerja pada benda menyebabkan benda berputar berlawanan arah jarum jam dan bernilai negatif jika gaya yang bekerja pada benda menyebabkan benda berputar searah jarum jam. Perhatikan contoh berikut, dua gaya  $F_1$  dan  $F_2$  bekerja pada titik poros yang sama yaitu  $O$ , maka besar momen gaya yang disebabkan oleh  $F_1$  akan bernilai positif, karena akan menyebabkan benda berputar berlawanan arah jarum jam dan sebaliknya untuk momen gaya yang disebabkan oleh  $F_2$ .





Konsep diatas digunakan untuk penggambaran kasus-kasus yang dua dimensi, untuk tiga dimensi, sebenarnya arah momen gaya mengikuti kaidah tangan kanan seperti pada gambar berikut (b). Jadi pada gambar (a) arah momen gaya yang disebabkan oleh  $F_1$  adalah keluar bidang kertas ini menuju pembaca, sedangkan arah momen gaya yang disebabkan oleh  $F_2$  adalah masuk bidang kertas menjauhi pembaca.



Jika gaya membentuk sudut tertentu dengan lengan momen, maka untuk menghitung momen gaya adalah dengan cara menghitung jarak terdekat garis kerja gaya tersebut dengan poros

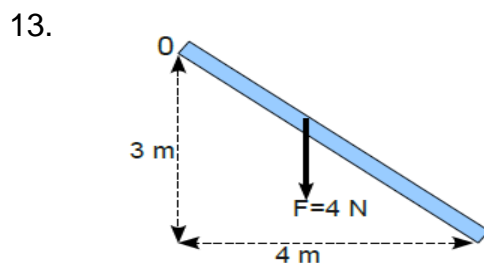
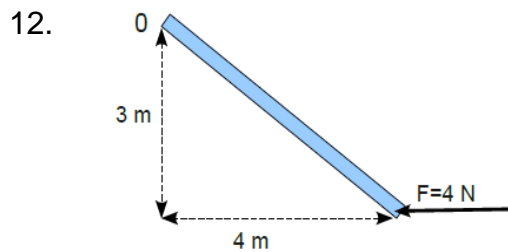
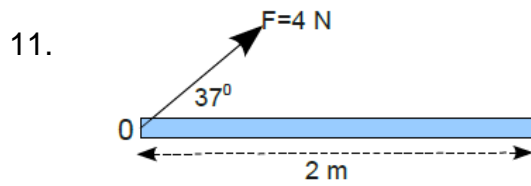
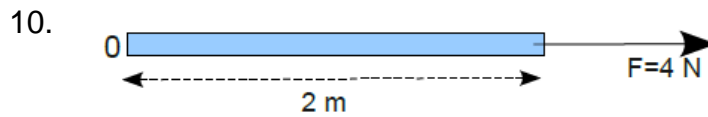
Momen gaya total pada suatu benda yang disebabkan oleh dua buah gaya atau lebih yang bekerja terhadap suatu proses dirumuskan:

$$\sum \tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \dots + \tau_n \quad \dots\dots\dots (8 - 6)$$

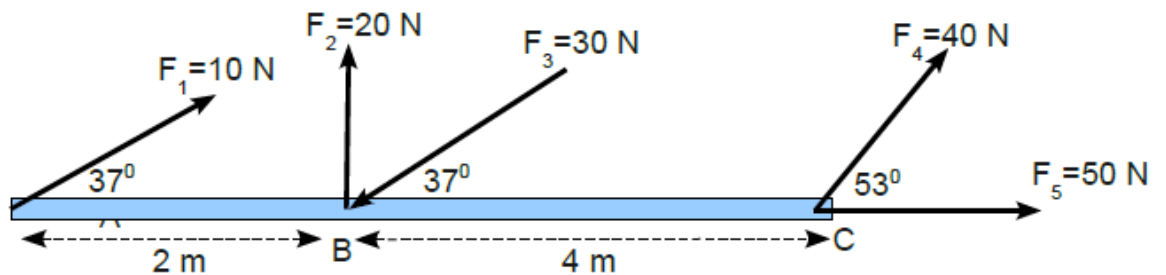
## Soal Latihan 8.2.

Tentukanlah besar dan arah momen gaya yang disebabkan oleh gaya-gaya berikut jika porosnya berada di titik 0

- 6.
- 7.
- 8.
- 9.



14. Tentukanlah besar dan arah momen gaya yang bekerja pada batang AC berikut ini, jika poros putar terletak di
- titik A
  - titik B

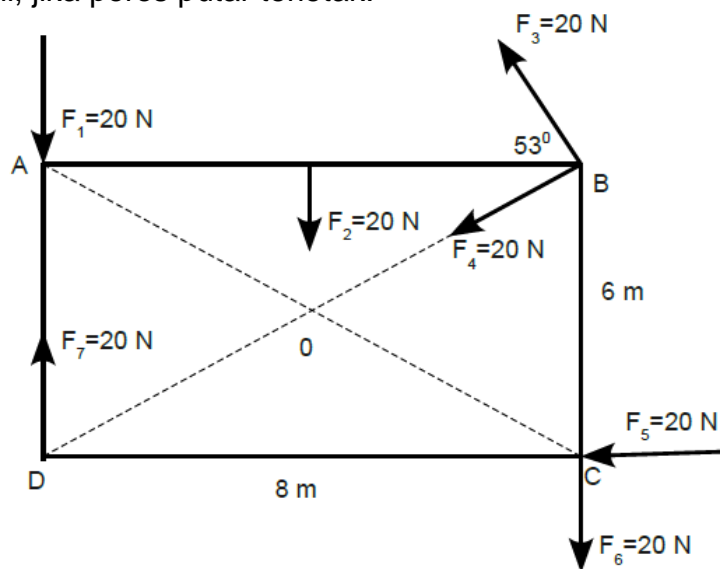






15. Tentukanlah besar dan arah momen gaya yang bekerja pada bidang ABCD berikut ini, jika poros putar terletak:

- ditiitik A
- ditiitik O
- titik C





### 3. HUBUNGAN ANTARA MOMEN GAYA DAN PERCEPATAN SUDUT

Hubungan antara momen gaya dan percepatan sudut pada gerak rotasi analog dengan Hukum Kedua Newton pada gerak translasi. Pada gerak rotasi, berlaku hubungan sebagai berikut.

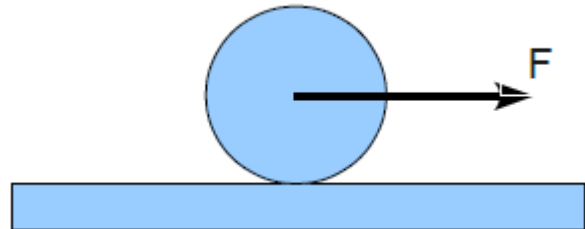
$$\Sigma \tau = \Sigma I \alpha \quad \dots\dots\dots (8 - 7)$$

#### Soal Latihan 8.3.

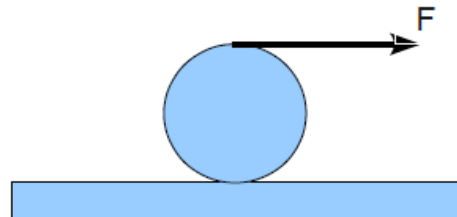


16. Sebuah roda berputar dari kecepatan 10 rad/s menjadi 70 rad/s karena mendapat momen gaya tetap dalam waktu 3 sekon. Jika momen kelembaman roda 4 kg m<sup>2</sup>, tentukanlah besar momen gaya tersebut.

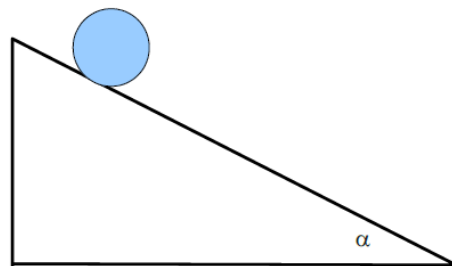
17. Sebuah silinder pejal bermassa  $m$  dan berjari-jari  $R$  berada di sebuah lantai kasar dan diberi gaya  $F$  pada porosnya seperti pada gambar. Tentukanlah besarnya percepatan bola tersebut!



18. Sebuah silinder pejal bermassa  $m$  dan berjari-jari  $R$  berada di sebuah lantai kasar dan diberi gaya  $F$  pada porosnya seperti pada gambar. Tentukanlah besarnya percepatan bola tersebut!

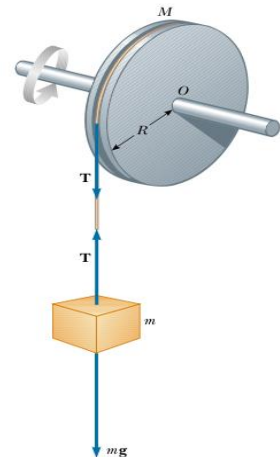


19. Sebuah bola pejal dengan massa  $M$  menggelinding pada sebuah bidang miring kasar yang membentuk sudut  $\alpha$ , tentukanlah percepatan bola tersebut.





20. A wheel of radius  $R$ , mass  $M$  and moment of inertia  $I$  is mounted on a frictionless, horizontal axle, as shown in figure below. A light cord wrapped around the wheel supports an object of mass  $m$ . Calculate the angular acceleration of the wheel, the linear acceleration of the object, and the tension on the cord.



**Petunjuk Penyelesaian:**

Buat diagram gaya-gaya yang bekerja pada benda, tetapkan benda mana yang berotasi dan benda mana yang bergerak translasi.

Pada soal ini, katrol berotasi, sehingga kita gunakan hukum II Newton untuk gerak rotasi. Karena gaya yang menyebabkan benda berotasi hanyalah  $T$ , maka:

$$\sum \tau = \sum I \alpha$$

dimana  $\sum \tau = T \times R$

(Gaya bernilai positif jika searah dengan perputaran benda);  
sedangkan  $I = \frac{1}{2} MR^2$

dan  $\alpha = v/R$ ; sehingga didapatkan persamaan:

$$T = \frac{1}{2} Ma \quad \dots\dots\dots a)$$

Sedangkan beban  $m$  bergerak translasi dengan arah ke bawah, sehingga gunakan hukum II Newton untuk gerak translasi:

$$\sum F = \sum m \alpha$$

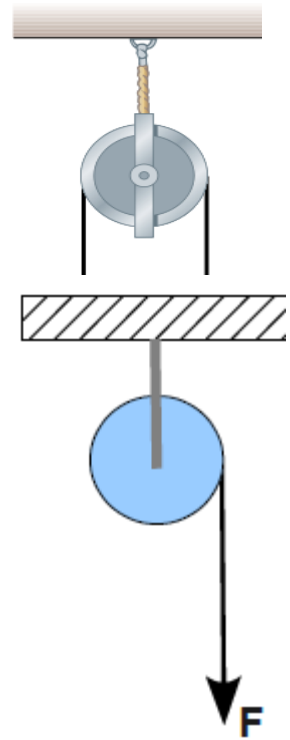
$$mg - T = m a \quad \dots\dots\dots b)$$

Eliminasikan persamaan a) dan b) diatas untuk mendapatkan besarnya percepatan dan tegangan tali.



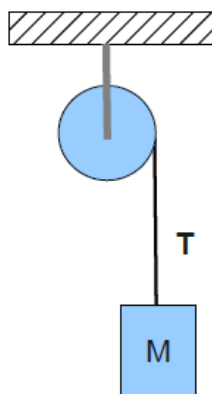


21. Perhatikan gambar! Dua buah benda yang massanya  $m_1 = 2 \text{ kg}$  dan  $m_2 = 3 \text{ kg}$  dihubungkan dengan tali melalui sebuah katrol dengan jari-jari  $10 \text{ cm}$  dan massa katrol  $6 \text{ kg}$ . Tentukanlah:
- percepatan linier sistem
  - Tegangan Tali  $T_1$  dan  $T_2$

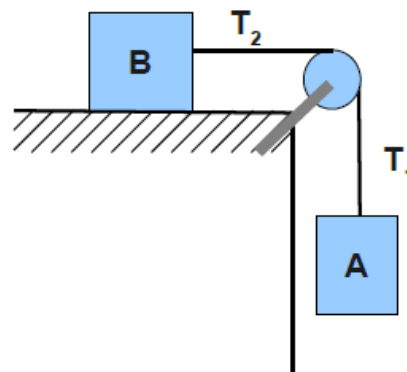


22. Jika massa katrol  $8 \text{ kg}$ ,  $F = 20 \text{ N}$ , tentukanlah besar percepatan linier dari katrol!

23. Jika massa katrol  $1 \text{ kg}$ ,  $M = 3 \text{ kg}$ ; tentukanlah percepatan linier sistem dan Tegangan tali  $T$



Soal 23

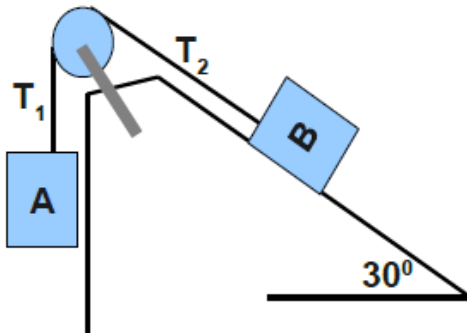


Soal 24

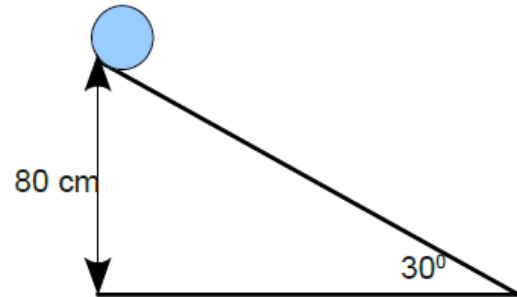


25. Jika massa katrol 8 kg,  $M_A = 8$  kg, dan  $M_B = 6$  kg ; tentukanlah percepatan linier sistem dan Tegangan tali  $T_1$ ; dan  $T_2$  .

26. Sebuah benda menggelinding dari puncak bidang miring seperti pada gambar disamping. Tentukanlah kecepatan benda di ujung bawah bidang miring dan percepatan benda selama menggelinding Jika benda tersebut adalah : a) silinder pejal; b) bola tipis berongga; c) bola pejal



Soal 25



Soal 26

### 3. ENERGI KINETIK ROTASI

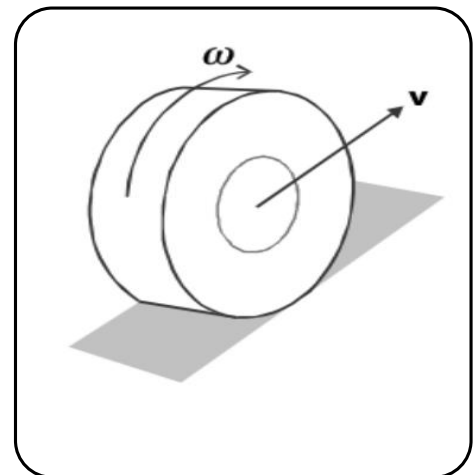
Sebuah benda yang bergerak rotasi memiliki energi kinetik karena partikel-partikelnya bergerak terus walaupun secara keseluruhan benda tersebut tetap ditempatnya (tidak bergerak translasi). Energi kinetik sebuah partikel adalah :

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad \dots\dots\dots (8 - 8)$$

Jika benda tersebut menggelinding pada sebuah bidang, maka disamping memiliki energi kinetik translasi, benda tersebut juga memiliki energi kinetik rotasi, dimana energi kinetik total yang dimiliki benda merupakan penjumlahan dari energi kinetik translasinya dan energi kinetik rotasinya.

Maka energi kinetik seluruh partikel benda atau energi kinetik rotasi benda adalah:

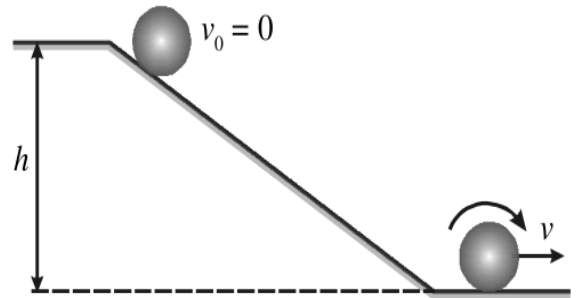
$$E_{k_{total}} = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 \quad \dots\dots\dots (8 - 9)$$



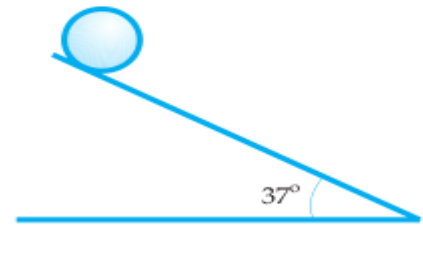


### Soal Latihan 8.4.

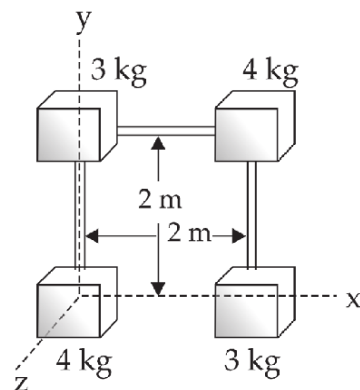
27. Sebuah balok bermassa memiliki massa 600 gr dan jari-jari 5 cm. Bola tersebut menggelinding dengan kecepatan linier 10 m/s. Tentukan energi kinetik total bola tersebut!
28. Roda yang berupa silinder pejal massanya 3 kg dan jari-jari 20 cm. Roda tersebut menggelinding dengan kecepatan sudut 100 rad/s. Tentukan energi kinetik total gerak roda tersebut!
29. Sebuah benda pejal bermassa  $M$ , jari-jari  $R$ , dan momen inersia  $I = kMR^2$  ( $k$  adalah sebuah konstanta) menggelinding menuruni bidang miring, seperti tampak pada gambar.
- Nyatakan kelajuan bola pada saat tiba di dasar bukit.
  - Jika benda pejal adalah bola ( $k = 2/5$ ), berapakah kelajuan bola di dasar bukit?
  - Tentukan juga kelajuannya apabila benda tersebut adalah silinder ( $k = 1/2$ ).



30. Perhatikan gambar di samping! Sebuah bola pejal dengan massa 2 kg dan jari-jari 20 cm dilepas pada bidang miring kasar, setelah 2 sekon dari saat dilepaskan, tentukan:
- kecepatan liniernya
  - jarak yang ditempuh
  - kecepatan sudutnya
  - gaya geseknya



31. Empat buah partikel terletak seperti pada gambar di samping. Partikel dihubungkan oleh kawat yang tidak bermassa.
- Hitunglah momen inersia sistem yang diputar terhadap sumbu  $z$ !
  - Hitunglah momen inersia sistem yang diputar terhadap sumbu  $y$ !
  - Berapa kerja yang dibutuhkan untuk menghasilkan rotasi 2 rad/s terhadap sumbu  $z$  jika mula-mula sistem diam?





## 5. MOMENTUM ANGULER

Benda-benda yang berotasi cenderung untuk mempertahankan keadaan awalnya (tetap berputar). Jika pada gerak lurus ada momentum linier, yaitu  $\mathbf{p} = m \mathbf{v}$ , maka analog dengan besaran tersebut, besaran momentum anguler ( $L$ ) didefinisikan sebagai

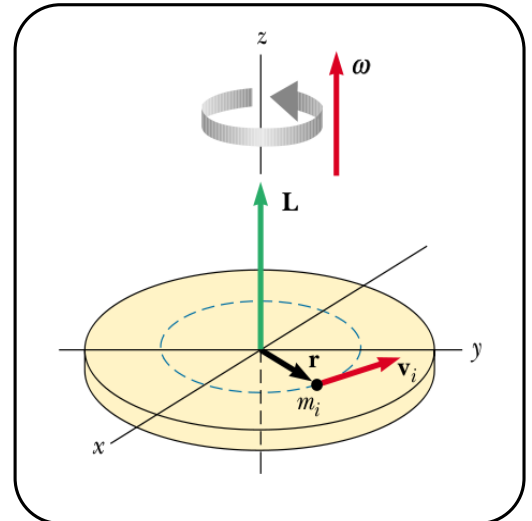
$$\mathbf{L} = I \boldsymbol{\omega} \quad \dots\dots\dots (8 - 10)$$

Bila resultan momen gaya yang bekerja pada sistem partikel adalah nol, nilai momentum anguler total sistem benda tersebut tetap harganya (konstan):

atau

$$\begin{aligned} L_1 &= L_2 \\ I_1 \omega_1 &= I_2 \omega_2 \quad \dots\dots\dots (8 - 11) \end{aligned}$$

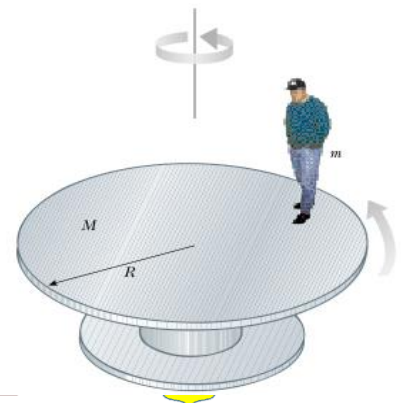
Persamaan ini dikenal sebagai hukum kekekalan momentum anguler.



### Soal Latihan 8.5.

32. Sebuah bola pejal bermassa 0,5 kg dan jari-jari 20 cm berotasi dengan kecepatan sudut 15 rad/s. Berapakah momentum sudut bola tersebut?
33. Silinder A bermassa 2 kg sedang berotasi dengan kecepatan sudut 60 rad/s. Kemudian ada silinder B yang berjari-jari sama dan massa 3 kg digabungkan pada silinder A dengan poros sama. Tentukan kecepatan sudut gabungan silinder tersebut!
34. Dua piringan berjari-jari sama memiliki massa masing-masing:  $m_A = 0,8$  kg dan  $m_B = 1,6$  kg. Pada awalnya kedua piringan berputar dengan kecepatan sudut  $\omega_A = 32$  rpm dan  $\omega_B = 8$  rpm. Jika kedua piringan digabungkan sepusat maka tentukan kecepatan sudutnya setelah digabung!

35. A horizontal platform in the shape of a circular disk rotates in a horizontal plane about a frictionless vertical axle. The platform has a mass  $M = 100$  kg and a radius  $R = 2.0$  m. A student whose mass is  $m = 60$  kg walks slowly from the rim of the disk toward its center. If the angular speed of the system is  $2.0$  rad/s when the student is at the rim, what is the angular speed when he has reached a point  $r = 0.50$  m from the center?







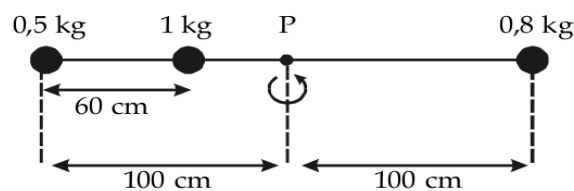
36. Sebuah bola pejal bermassa 10 kg berjari-jari 70 cm menggelinding di atas bidang datar karena dikenai gaya 14 N. Tentukan momen inersia, percepatan tangensial tepi bola, percepatan sudut bola, gaya gesekan antara bola dan bidang datar, serta besarnya torsi yang memutar bola
37. Sebuah bola pejal bermassa 10 kg berjari-jari 10 cm menggelinding di atas bidang miring  $37^\circ$ . Jika gaya gravitasi 10 m/s<sup>2</sup>, maka tentukanlah hal-hal berikut.
- Momen inersia bola!
  - Percepatan bola!
  - Percepatan sudut bola!
  - Gaya gesek antara bola dan lantai!
  - Torsi yang memutar bola!
38. Seorang penari balet memiliki momen inersia 8 kgm<sup>2</sup> ketika kedua lengannya telentang dan 2 kg m<sup>2</sup> ketika merapat ke tubuhnya. Pada saat kedua lengannya terentang, penari tersebut berputar dengan kelajuan 3 putaran/s. Setelah itu, kedua lengannya dirapatkan ke tubuhnya. Tentukanlah laju putaran penari ketika kedua lengannya merapat!
39. Kecepatan sudut mula-mula sebuah benda yang berputar dengan momen inersia 50 kgm<sup>2</sup> adalah 80 rad/s. Karena suatu pukulan, kecepatan sudutnya berubah menjadi 200 rad/s dalam waktu 0,6 sekon. Berapa besar gaya pemukul yang bekerja?
40. Silinder pejal dengan massa 2 kg dengan jari-jari 5 cm berputar dengan kecepatan sudut 120 rad/s. Jika gaya sebesar 60 N diberikan melawan arah putaran, maka hitunglah lama waktu untuk menghentikannya!
41. Dua roda P dan Q memiliki momen inersia 40 kgm<sup>2</sup>. Jika kedua digabung sehingga seporos, maka hitunglah kecepatan sudut gabungannya!

### Soal-soal Latihan



42. Beberapa bola dihubungkan dengan batang seperti pada gambar. Besar momen inersia sistem yang berporos di titik P adalah ....

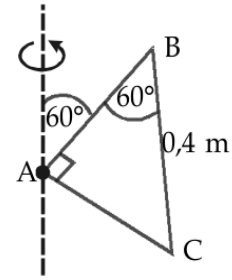
- 1,46 kg m<sup>2</sup>
- 1,66 kg m<sup>2</sup>
- 2,90 kgm<sup>2</sup>
- 170 kg m<sup>2</sup>
- 190 kg m<sup>2</sup>



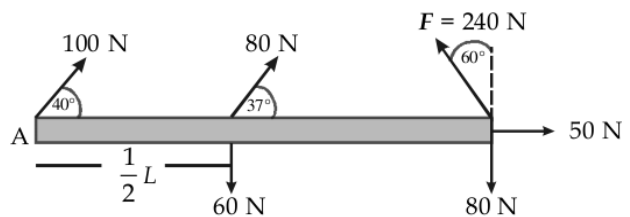




43. Sistem yang terdiri atas bola A, B dan C yang posisinya seperti tampak pada gambar mengalami gerak rotasi. Massa masing-masing bola A, B dan C adalah 3 kg, 4 kg dan 2 g. Momen inersia sistem tersebut adalah .....



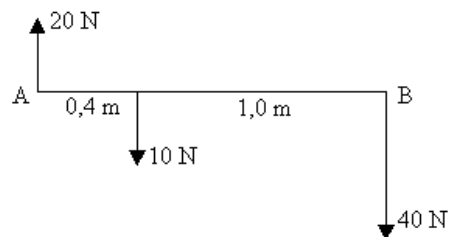
- a. 0,04 kg m<sup>2</sup>  
 d. 0,18 kgm<sup>2</sup>  
 b. 0,24 kg m<sup>2</sup>  
 e. 0,28 kgm<sup>2</sup>  
 c. 0,96 kg m<sup>2</sup>
44. Suatu batang homogen bermassa 4 kg dengan panjang 3 m diputar melalui poros yang terletak 1 m dari salah satu ujung batang. Momen Inersia batang tersebut adalah ....
- a. 4 kg m<sup>2</sup>                      d. 7 kg m<sup>2</sup>  
 b. 5 kg m<sup>2</sup>                      e. 8 kg m<sup>2</sup>  
 c. 6 kg m<sup>2</sup>
45. Pada sebuah roda yang memiliki inersia 4 kgm<sup>2</sup> diberi momen gaya sebesar 50 Nm. Jika roda mulai bergerak dengan kecepatan sudut 40 rad/s, sudut putaran yang ditempuh roda setelah 6 sekon adalah ....
- a. 225 rad                      d. 315 rad  
 b. 240 rad                      e. 465 rad  
 c. 125 rad
46. Batang AB dengan panjang L = 5 m dipengaruhi oleh gaya-gaya seperti terlihat pada gambar. Apabila batang dianggap tidak bermassa, resultan momen gaya terhadap titik A adalah ....



47. Perhatikan gambar di bawah ini!

Bila massa batang AB diabaikan, maka besar dan titik tangkap gaya resultannya adalah ....

- a. 30 N dan 2 m di kanan A  
 b. 30 N dan 0,7 m di kiri A  
 c. 30 N dan 1 m di kiri A  
 d. 30 N dan 2 m di kiri A  
 e. 30 N dan 0,7 m di kanan A





48. Dua butir kelereng yang identik menuruni bidang miring. Kelereng yang satu lebih licin daripada kelereng lainnya. Jika kelereng yang satu meluncur, sedang kelereng lainnya menggelinding, pernyataan manakah yang benar?
- Kelereng yang menggelinding akan tiba di dasar lebih dahulu
  - kelereng yang menggelinding tiba di dasar dengan energi kinetik yang lebih besar
  - kelereng yang tiba di dasar terlebih dahulu bergantung pada sudut kemiringan bidang
  - kelereng yang meluncur akan tiba di dasar lebih dulu
  - kedua kelereng tiba di dasar dengan kecepatan linier yang sama
49. Sebuah piringan berbentuk silinder pejal homogen mula-mula berputar pada porosnya dengan kecepatan sudut  $9 \text{ rad/s}$ . Bidang piringan sejajar bidang horisontal. Massa dan jari-jari piringan  $0,6 \text{ kg}$  dan  $0,2 \text{ m}$ . Bila di atas piringan diletakkan cincin yang mempunyai massa dan jari-jari  $0,6 \text{ kg}$  dan  $0,1 \text{ m}$  dan pusat cincin tepat di atas pusat piringan, maka piringan dan cincin akan bersama-sama berputar dengan kecepatan sudut ....
- $2 \text{ rad/s}$
  - $3 \text{ rad/s}$
  - $4 \text{ rad/s}$
  - $5 \text{ rad/s}$
  - $6 \text{ rad/s}$
50. Tongkat PQ yang panjangnya  $60 \text{ cm}$  diputar dengan ujung Q sebagai poros dan PQ sebagai jari-jari perputaran. Tongkat PQ berputar dari keadaan diam dengan percepatan sudut  $0,3 \text{ rad/s}^2$ . Jika posisi sudut awal  $= 0$ , maka kecepatan linier ( $v$ ) ujung P pada saat  $t = 10 \text{ detik}$  adalah ....
- $1,8 \text{ m/s}$
  - $3 \text{ m/s}$
  - $5 \text{ m/s}$
  - $30 \text{ m/s}$
  - $180 \text{ m/s}$
51. Sebuah roda berputar dengan kecepatan sudut  $20 \text{ rad/s}$ , mengalami perlambatan sudut  $4 \text{ rad/s}^2$ . Waktu yang diperlukan roda untuk berhenti sejak mengalami perlambatan adalah
- 80 detik
  - 24 detik
  - 16 detik
  - 8 detik
  - 5 detik
52. Kincir angin berputar dengan kecepatan sudut awal  $15 \text{ rad/s}$  dan momen inersianya  $5 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$ . Agar kincir tersebut berhenti dalam selang waktu 3 detik, maka momen gaya yang harus dikerjakan adalah sebesar ....
- $2,5 \times 10^{-2} \text{ N m}$
  - $7,5 \times 10^{-3} \text{ N m}$
  - $5 \times 10^{-3} \text{ Nm}$
  - $7,5 \times 10^{-4} \text{ N m}$
  - $2,5 \times 10^{-4} \text{ Nm}$

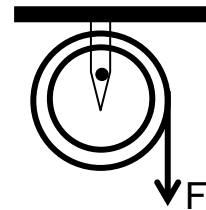




53. Sebuah roda turbin berjari-jari 1 m dari keadaan diam, dipercepat secara beraturan menjadi  $30\pi$  rad/s dalam waktu 0,25 menit. Percepatan sudut dan percepatan tangensialnya adalah ....
- $2\pi$  rad/s<sup>2</sup> dan  $2\pi$  m/s<sup>2</sup>
  - $2$  rad/s<sup>2</sup> dan  $2$  m/s<sup>2</sup>
  - $2$  m/s<sup>2</sup> dan  $2\pi$  rad/s<sup>2</sup>
  - $2\pi$  m/s<sup>2</sup> dan  $2\pi$  rad/s<sup>2</sup>
  - $2$  rad/s<sup>2</sup> dan  $2\pi$  m/s<sup>2</sup>

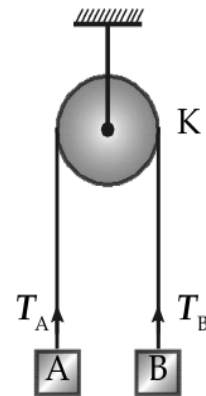
54. Sebuah partikel bermassa bergerak dengan kecepatan sudut tetap 2 rad/s. Jika massa partikel itu 2 gram dan memiliki momentum sudut  $9 \times 10^{-7}$  kg m<sup>2</sup>/s, maka jari-jari lintasan partikel itu adalah ....
- 0,0125 cm
  - 0,015 cm
  - 1,25 cm
  - 1,5 cm
  - 15 cm

55. Perhatikan gambar sebuah roda pejal homogen dibawah. Pada tepi roda dililitkan sebuah tali dan kemudian ujung tali ditarik dengan gaya F. Jika massa roda = 5 kg, dan jari-jarinya 20 cm, Gaya yang dibutuhkan agar percepatan sudut roda tersebut pada saat itu 10 rad/s adalah ....
- 4 N
  - 5 N
  - 6 N
  - 7 N
  - 8 N

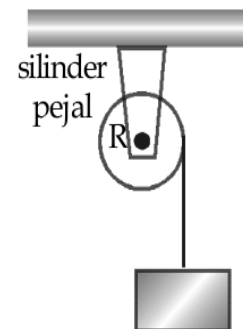


56. Sistem katrol pada gambar berikut memiliki data-data  $m_K = 1$  kg,  $m_A = 2$  kg,  $m_B = 5$  kg, dan katrol dianggap sebagai silinder pejal. Jia gesekan katrol dengan poros diabaikan, maka percepatan benda selama gerak adalah ....

- $2$  m/s<sup>2</sup>
- $4$  m/s<sup>2</sup>
- $6$  m/s<sup>2</sup>
- $8$  m/s<sup>2</sup>
- $10$  m/s<sup>2</sup>



57. Jika massa katrol 10 kg dan jari-jarinya 25 cm, percepatan benda yang massanya 5 kg dan digantungkan pada katrol adalah ....
- $7,5$  m/s<sup>2</sup>
  - $10$  m/s<sup>2</sup>
  - $2,5$  m/s<sup>2</sup>
  - $5,0$  m/s<sup>2</sup>
  - $4,0$  m/s<sup>2</sup>





58. Dari keadaan diam, benda tegar melakukan gerak rotasi dengan percepatan sudut  $15 \text{ rad/det}^2$ . Titik A berada pada benda tersebut, berjarak 10 cm dari sumbu putar. Tepat setelah benda berotasi selama 0,4 detik, A mengalami percepatan total sebesar ....
- 1,5 m/det
  - 2,1 m/det
  - 3,6 m/det
  - 3,9 m/det
  - 5,1 m/det
59. Benda A bermassa  $m$  diikat dengan tali yang panjangnya  $l$  m. Benda B memiliki massa  $3m$  diikat dengan tali dengan panjang sama dengan benda A. Bila A dan B diputar dengan kecepatan sudut yang sama maka besar momentum sudut B ....
- 3 kali momentum sudut A
  - $1/3$  kali momentum sudut A
  - 9 kali momentum sudut A
  - $1/9$  kali momentum sudut A
  - $\sqrt{3}$  kali momentum sudut A
60. Apabila dimensi massa, panjang, dan waktu berturut-turut adalah M, L, dan T, maka dimensi dari momen gaya adalah ...
- $ML^{-2}T^{-2}$
  - $MLT^{-2}$
  - $ML^2T^2$
  - $ML^{-1}T^{-2}$
  - $MT^2T^{-2}$
61. Seorang penari balet berputar dengan kecepatan sudut  $w$  memiliki momen inersia sebesar  $I$ . Agar penari tersebut bergerak dengan kecepatan sudut yang lebih besar yang harus dilakukan penari tersebut adalah ....
- meregangkan lengannya agar momen inersianya lebih besar
  - menekuk kedua lengannya agar momen inersianya menjadi lebih besar
  - meregangkan kedua lengannya agar momen inersianya menjadi lebih kecil
  - menekuk kedua lengannya agar momen inersianya menjadi lebih kecil
  - menekuk kedua kakinya agar lebih pendek
62. Seorang penari balet berputar 3 putaran per detik dengan kedua lengannya direntangkan. Pada saat itu momen inersia penari  $8 \text{ kg/m}^2$ . Kemudian kedua lengannya dirapatkan sehingga momen inersianya menjadi  $2 \text{ kgm}^2$ . Frekuensi putaran sekarang menjadi ....
- 10 putaran per detik
  - 12 putaran per detik
  - 16 putaran per detik
  - 24 putaran per detik
  - 48 putaran per detik



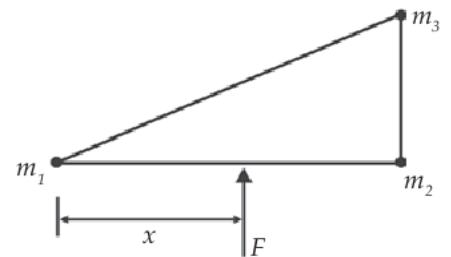


63. Sebuah batang homogen panjang 80 cm dan massanya 1,5 kg. Batang diputar dengan poros terletak pada jarak 20 cm dari salah satu ujungnya. Besar momentum inersia batang itu adalah ... .
- 0,15  $\text{kgm}^2$
  - 0,42  $\text{kgm}^2$
  - 4,8  $\text{kgm}^2$
  - 7,2  $\text{kgm}^2$
  - 10,5  $\text{kgm}^2$

64. Sebuah silinder pejal yang massanya 10 kg dan jari-jari 20 cm menggelinding dengan kecepatan 8 m/s. Energi kinetik silinder itu adalah ... .

- 320 J
- 480 J
- 1.380 J
- 1.600 J
- 1.920 J

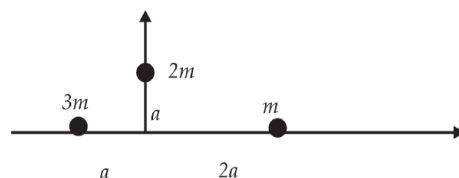
65. Pada gambar di samping dilukiskan suatu segitiga siku-siku yang sangat ringan, tetapi kuat. Di titik sudutnya ada massa  $m_1$ ,  $m_2$ , dan  $m_3$  masing-masing besarnya 100 gram, 100 gram, dan 300 gram. Jarak antara  $m_1$  dan  $m_2$ ,  $m_2$  dan  $m_3$  masing-masing 40 cm dan 30 cm. Gaya  $F$  mengenai tegak lurus pada kerangka  $m_1 m_2$  dengan jarak  $x$  dari  $m_1$ . Gaya  $F$  sebidang dengan bidang kerangka. Agar titik bergerak translasi murni (tanpa rotasi) besar  $x$  adalah ....



- 20 cm
- 30 cm
- 32 cm
- 38 cm
- 40 cm

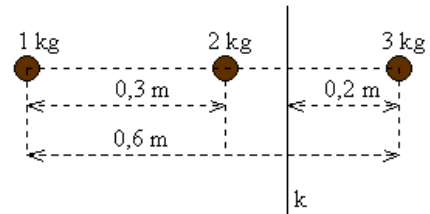
66. Tiga buah partikel dengan massa  $m$ ,  $2m$ ,  $3m$  dipasang pada ujung kerangka yang massanya diabaikan. Sistem terletak pada bidang  $xy$ . Jika sistem diputar terhadap sumbu  $y$ , maka momen inersia sistem adalah ....

- 5  $ma$
- 7  $ma$
- 5  $ma^2$
- 6  $ma^2$
- 7  $ma^2$

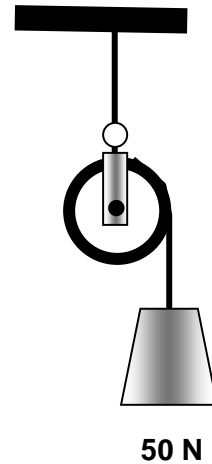




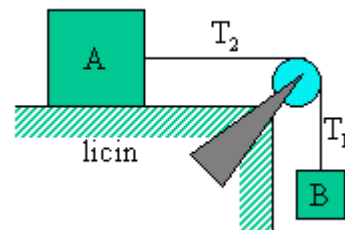
67. Jika sistem benda pada gambar berikut diputar dengan sumbu k, maka momen inersia sistem benda terhadap sumbu adalah ....



- a.  $0,12 \text{ kg m}^2$   
 b.  $0,16 \text{ kg m}^2$   
 c.  $0,30 \text{ kg m}^2$   
 d.  $0,46 \text{ kg m}^2$   
 e.  $0,76 \text{ kg m}^2$
68. Perhatikan gambar sebuah roda pejal dibawah ini. Pada tepi roda dililitkan sebuah tali dan kemudian ujung tali ditarik dengan gaya F sebesar 6 N. jika massa roda 5 kg dan jari-jarinya 20 cm, percepatan sudut roda tersebut adalah ....



- a.  $0,12 \text{ rad/s}^2$   
 b.  $1,2 \text{ rad/s}^2$   
 c.  $3,0 \text{ rad/s}^2$   
 d.  $6,0 \text{ rad/s}^2$   
 e.  $12,0 \text{ rad/s}^2$
69. Perhatikan gambar disamping ini, massa balok A, beban B dan roda katrol C masing-masing adalah 7 kg, 2 kg dan 1 kg.



Tegangan tali  $T_1$  adalah ....

- a. 7 N  
 b. 8 N  
 c. 14 N  
 d. 16 N  
 e. 20 N



## DAFTAR PUSTAKA

- Beiser, Arthur. 2003. ***Schaum Easy Outline : Applied Physics***. New York: McGraw Hill.
- Bueche, Frederick and Eugene Hescht. 2006. ***Schaum's Outline of College Physics, 10th Edition (Paperback)***. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Clifford, J and Philpott, G. 2002. ***Physics***. London: Longman.
- Curran, Greg. 2005. ***Homework Helpers: Physics***. New York: Career Press, Inc.
- Cutnell, John D and Kenneth W. Johnson. 2009. ***Physics Student Study Guide (Paperback)***. New York: John Willey & Sons Inc.
- Dale Ewen, Neill Schurter, and Erik Gundersen. 2008. ***Applied Physics (9th edition)***; New Jersey: Prentice Hall.
- Duncan, Tom. 2000. ***Advanced Physics, Fifth Edition***. London: John Murray (Publisher) Ltd.
- Giancoli, Douglas C. 2000. ***Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Third Edition***. New Jersey: Prentice Hall.
- Halliday, David, Robert Resnick and Jearl Walker. 2001. ***Fundamental of Physics. Sixth Edition***. New York: John Willey & Sons.
- Kuhn, Karl F. 2009. ***Basic Physics, A Self-Teaching Guide. Second Edition***. New York: John Willey & Sons, Inc.
- Menzel, Donald H. 2008. ***Fundamental Formulas of Physics***. New York: Dover Publication Inc.
- \_\_\_\_. 2008. ***The Free High School Science Textx: Textbooks for High School Students Studying the Science Physics Grade 10 – 12***. Boston. USA



