



FISIKA MEKANIKA

Modul Pedoman Lembar Kerja Mahasiswa

Yusraida Khairani Dalimunthe, S.Pd., M.Sc

Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi,
Universitas Trisakti

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan pada Allah swt atas rahmat dan karunianya sehingga Modul Pedoman Lembar Kerja Mahasiswa bagian Fisika Mekanika ini dapat terselesaikan sebagaimana mestinya.

Modul pedoman lembar kerja mahasiswa ini berisi rangkuman materi fisika bagian mekanika beserta soal-soal pada lembar kerja untuk tiap pertemuan, dari pertemuan pertama sampai pertemuan ke sembilan selama setengah semester.

Modul pedoman lembar kerja ini berisi materi mulai dari Sistem Satuan dan Besaran, Kinematika, Dinamika Partikel, Usaha dan Energi, Gerak Melingkar, Gerak Rotasi, Kesetimbangan serta Momentum dan Tumbukan.

Penulis menyadari tentu masih banyak kekurangan dalam penulisan modul pedoman pembelajaran ini, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan selanjutnya. Semoga modul ini bermanfaat dan dapat menambah wawasan bagi siapapun.

Kampus Trisakti
Oktober 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
Lembar Kerja Pertemuan 1.....	1
Lembar Kerja Pertemuan 2.....	6
Lembar Kerja Pertemuan 3.....	9
Lembar Kerja Pertemuan 4.....	12
Lembar Kerja Pertemuan 5.....	16
Lembar Kerja Pertemuan 6.....	18
Lembar Kerja Pertemuan 7.....	20
Lembar Kerja Pertemuan 8.....	24
Lembar Kerja Pertemuan 9.....	27

Lembar Kerja Pertemuan 1

Sistem Satuan dan Besaran

1.1 Besaran

1. Besaran Dasar

No.	Panjang	Satuan Dasar	Singkatan	Dimensi
1.	Panjang	meter	m	[L]
2.	Waktu	second (detik)	s	[T]
3.	Massa	kilogram	kg	[M]
4.	Arus Listrik	ampere	A	[I]
5.	Temperatur	kelvin	K	[θ]
6.	Jumlah Zat	mol	mol	[N]
7.	Intensitas Cahaya	kandela	cd	[J]

2. Besaran Tambahan

No.	Besaran	Satuan Dasar	Singkatan	Dimensi
1.	Sudut Datar	radian	rad	-
2.	Sudut Ruang	steradian	sr	-

3. Besaran Turunan

Contohnya: kecepatan (m/s), percepatan (m/s^2), gaya ($kg.m/s^2$), usaha dan energi ($kg.m^2/s^2$), impuls dan momentum ($kg.m/s$) dan lain sebagainya.

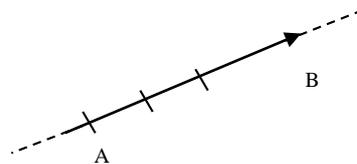
1.2. Besaran Fisika

1. Besaran Skalar

Besaran skalar adalah besaran yang tidak mempunyai arah misalnya waktu, volume, energi, massa, kerja.

2. Besaran Vektor

Besaran vektor adalah besaran yang mempunyai arah, misalnya gaya, perpindahan, kecepatan, impulse.



Gambar 1.1 Vektor AB

1.3. Komponen Vektor

1. Vektor dalam Ruang

Vektor dalam ruang dinyatakan dengan

$$\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y + \vec{A}_z = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$$

dan besarnya $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$

\vec{A}_x , \vec{A}_y , \vec{A}_z dan \hat{i} , \hat{j} , \hat{k} masing-masing adalah komponen vektor dan vektor satuan pada sumbu x, y, dan z.

dimana

$$\vec{A}_x = A_x \hat{i} \quad \text{besarnya} \quad A_x = A \cos \alpha$$

$$\vec{A}_y = A_y \hat{j} \quad \quad \quad A_y = A \cos \beta$$

$$\vec{A}_z = A_z \hat{k} \quad \quad \quad A_z = A \cos \gamma$$

Arah vektor \vec{A} terhadap sumbu x, y, dan z positif adalah:

$$\cos \alpha = \frac{A_x}{A} \quad ; \quad \cos \beta = \frac{A_y}{A} \quad ; \quad \cos \gamma = \frac{A_z}{A}$$

2. Vektor dalam Bidang

Dalam bidang sumbu Z tidak ada maka vektor \vec{A} adalah:

$$\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y = A_x \hat{i} + A_y \hat{j}$$

besarnya $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$

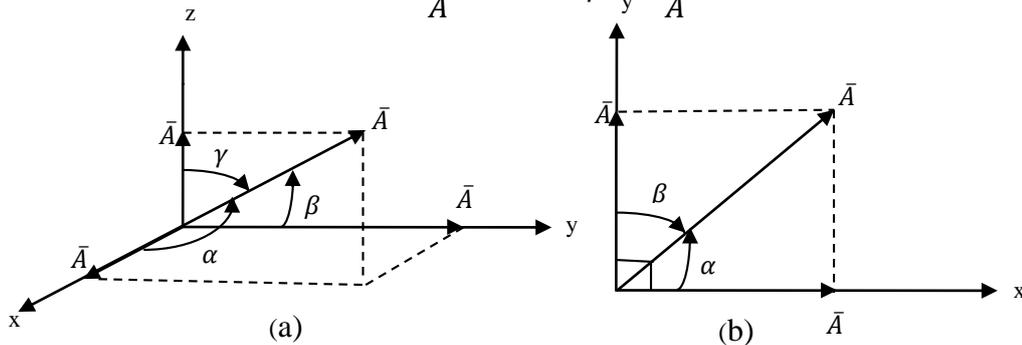
Komponen vektornya:

$$\vec{A}_x = A_x \hat{i} \quad \text{besarnya} : \quad A_x = A \cos \alpha$$

$$\vec{A}_y = A_y \hat{j} \quad \quad \quad A_y = A \cos \beta = A \sin \alpha$$

Arahnya terhadap sumbu x dan y

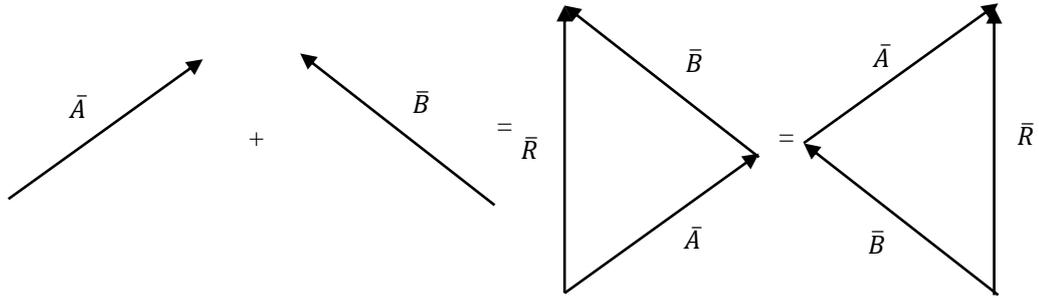
$$\cos \alpha = \frac{A_x}{A} \quad \text{dan} \quad \cos \beta = \frac{A_y}{A}$$



Gambar 1.2 (a) Vektor \vec{A} dalam ruang (b) Vektor \vec{A} dalam bidang

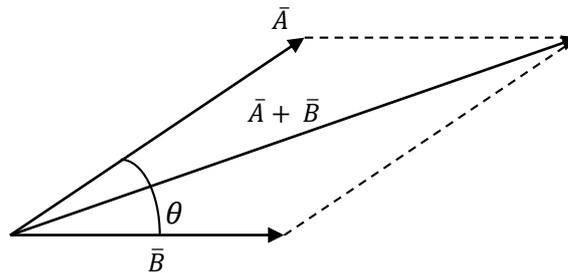
1.4 Penjumlahan Vektor

1. Metode Grafik



Gambar 1.3 Penjumlahan 2 vektor \vec{A} dan \vec{B}

2. Metode Jajaran Genjang



Gambar 1.4 Vektor $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$ dengan metode jajaran genjang

Bila $\theta = (\vec{A}, \vec{B})$ = sudut antara vektor \vec{A} dan \vec{B} , maka:

$$R = |\vec{A} + \vec{B}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2 + 2|\vec{A}||\vec{B}|\cos\theta}$$

3. Metode Komponen

Artinya, besarnya R_x , R_y dan R_z diberikan oleh:

$$R_x = A_x + B_x + C_x + \dots$$

$$R_y = A_y + B_y + C_y + \dots$$

$$R_z = A_z + B_z + C_z + \dots$$

Besar vektor Resultan \vec{R} dinyatakan dengan:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}$$

dan arahnya terhadap sumbu x, y dan z adalah:

$$\cos\alpha = \frac{R_x}{R} \quad \cos\beta = \frac{R_y}{R} \quad \cos\gamma = \frac{R_z}{R}$$

1.5 Perkalian Vektor

a. Perkalian vektor dengan skalar

Bila vektor $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$, dikalikan dengan suatu skalar λ diperoleh vektor $\lambda\vec{A} = \lambda A_x\hat{i} + \lambda A_y\hat{j} + \lambda A_z\hat{k}$.

b. Perkalian titik (dot or scalar product)

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z = AB \cos \theta$$

c. Perkalian silang (cross or vektor product)

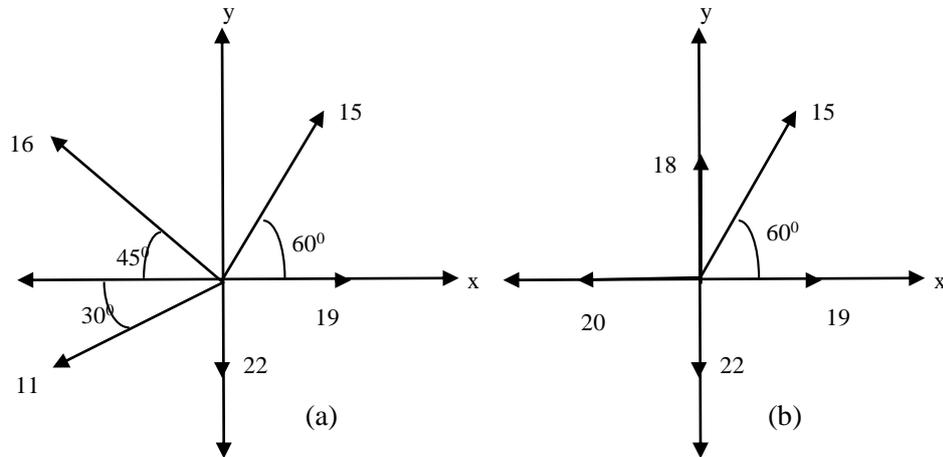
$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y)\hat{i} + (A_z B_x - A_x B_z)\hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x)\hat{k}$$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

PERTANYAAN

1. Dua motor menarik sebuah kapal. Masing-masing menggunakan gaya 7000N dan sudut antara 2 tali penarik adalah 60° . Berapa gaya resultan pada kapal?
2. Dua buah vektor dengan panjang masing-masing 20cm dan 25cm mempunyai resultan sebesar 35cm. Hitunglah besar sudut antara kedua vektor tersebut. Selanjutnya hitung pula resultan dari selisih kedua vektor di atas!
3. Dalam perjalanan mahasiswa Kerja Praktek dari Universitas Trisakti ke Pertamina EP Aset 3 Subang, mobil yang dikendarai menempuh 30km ke utara, 50km ke barat dan 120km ke tenggara. Berapa jarak antara Universitas Trisakti dan Pertamina EP Aset 3 Subang?
4. Buktikan bahwa hasil penjumlahan dan pengurangan dari dua vektor yang saling tegak lurus adalah sama besar!
5. Dari kedua vektor yang dinyatakan dengan unit-unit vektor berikut:
 $\vec{A} = 3\hat{i} + 4\hat{j} - 2\hat{k}$ dan $\vec{B} = 5\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}$, maka hitunglah:
 - a. Jumlah dan selisih kedua vektor.
 - b. Panjang (besar) masing-masing vektor.
 - c. Perkalian secara skalar antara kedua vektor.

- d. Besar sudut terkecil antara kedua vektor.
 e. Perkalian secara vektor antara kedua vektor.
6. Lima gaya sebidang bekerja pada suatu obyek seperti gambar (a) dan (b).
 Tentukan resultan kelima gaya itu.

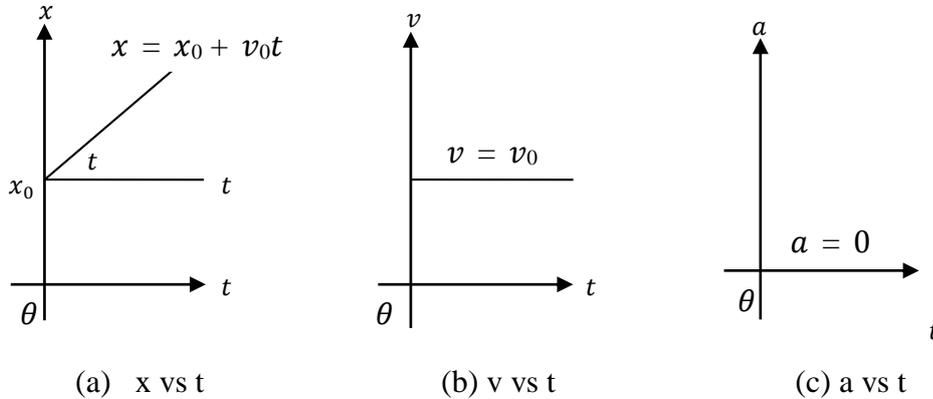


7. 4 buah gaya berada pada sebuah bidang masing-masing 40 N, 40 N, 10 N dan 30 N masing-masing membentuk sudut 60° antara satu sama lainnya. Gaya-gaya tersebut bekerja pada sebuah benda. Tentukan besar dan arah gaya ke 5 agar jumlah kelima gaya tersebut sama dengan nol!
8. Diketahui titik A melalui (5,8,10) dan B melalui (-4,4,10). Tentukan AB dan sudut antara OA dan AB jika O adalah pusat sumbu koordinat.
9. Ditentukan 2 vektor.
 $\vec{a} = 3\vec{x} + 4\vec{y} - 6\vec{z}$
 $\vec{b} = \vec{x} + \vec{y} + 2\vec{z}$
 Tentukan: a). Besar dan arah resultannya
 b). Besar dan arah $\vec{a} - \vec{b}$
 c). Sudut antara \vec{a} dan \vec{b}
10. Kecepatan sebuah pesawat terbang dalam udara tenang 200 mil/jam. Pesawat ini diharuskan terbang menuju arah 37° dari utara ke barat. Kecepatan angin 30mil/jam pada arah 53° dari utara ke timur. Ke arah mana pesawat ini harus diarahkan?

Lembar Kerja Pertemuan 2

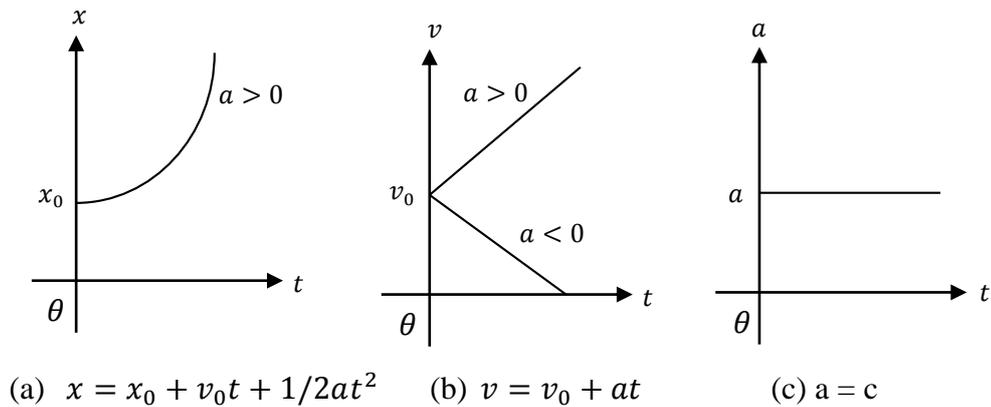
Kinematika

2.1 Grafik Gerak Lurus Beraturan (GLB)



Gambar 2.1 Grafik x , v , dan a fungsi t

2.2 Grafik Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)



Gambar 2.2 Grafik gerak lurus berubah beraturan

Rangkuman persamaan gerak lurus:

Persamaan dasar Gerak benda	Untuk nilai $a = 0$ (tidak mengalami percepatan)	Untuk $a = g$ (percepatan gravitasi bumi = $g = 10 \text{ m/s}^2$)
Gerak lurus berubah beraturan (GLBB)	Gerak lurus beraturan (GLB)	Gerak jatuh bebas (GJB)
$v = v_0 \pm at$	$v = v_0$ (tetap)	$v = v_0 \pm gt$
$s = v_0 t \pm 1/2 a t^2$	$s = v_0 t = vt$	$h = v_0 t \pm 1/2 g t^2$

PERTANYAAN

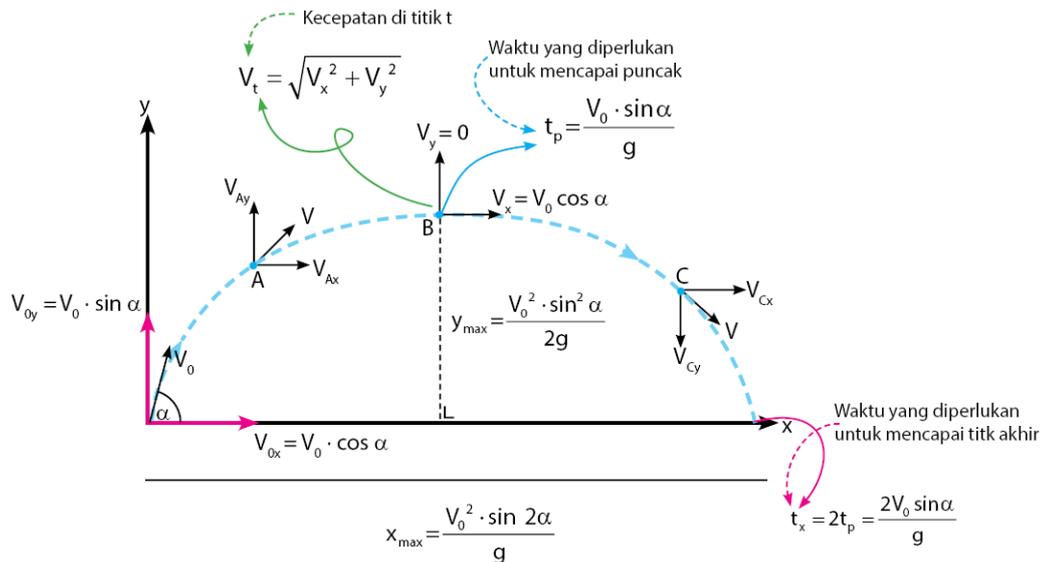
1. Ubah laju 0,400 cm/s menjadi km/tahun!
2. Seorang pelari menempuh satu putaran sepanjang 300 m dalam waktu 20 detik. (a). Berapa laju rata-ratanya? (b). Berapa kecepatan rata-ratanya?
3. Benda yang mula-mula diam dipercepat dengan percepatan 10m/s^2 dan menempuh garis lurus. Tentukan:
 - (a). laju pada akhir detik ke-5.
 - (b). laju rata-rata dalam selang waktu 5 detik pertama
 - (c). jarak yang ditempuh dalam 5 detik tersebut
4. Laju sebuah truk bertambah secara teratur dari 20km/jam menjadi 60km/jam dalam waktu 30 detik. Carilah:
 - (a). Laju rata-rata
 - (b). Percepatan
 - (c). Jarak yang ditempuh, dalam satuan meter dan detik
5. Mobil berjalan dengan kecepatan 82 km/jam. Tiba-tiba pada jarak 50 m di depannya ada orang tua menyeberang jalan. Hitung perlambatan minimal motor tersebut agar tidak menabrak orang yang sedang menyeberang jalan!
6. Bus yang bergerak dengan kelajuan 40 m/s mulai mengurangi kecepatannya sebanyak 5 m/s setiap detik. Berapakah jarak yang ditempuhnya sebelum benar-benar berhenti?
7. Kecepatan kereta api berkurang beraturan dari 15 m/s hingga menjadi 8 m/s dalam jarak 90 m.
 - (a). Tentukan percepatannya!
 - (b). Hitung jarak yang masih dapat ditempuh kereta api itu sebelum berhenti, dengan anggapan percepatannya tetap!
8. Mobil dengan laju 40m/s mengalami perlambatan hingga dalam waktu 5 s lajunya tinggal 10 m/s. Tentukan:
 - (a). Percepatan
 - (b). Jarak yang ditempuh mobil dalam detik ketiga

9. Sebuah truk dari keadaan berhenti (diam) berjalan sehingga kecepatannya menjadi 45 km/jam. Apabila dalam proses ini diperlukan waktu 50 detik. Hitunglah percepatan serta jarak yang ditempuh oleh truk tersebut!
10. Bola jatuh bebas dari ketinggian 50 m.
- (a). Berapakah kecepatan bola sesaat sebelum sampai di tanah?
 - (b). Berapa waktu yang diperlukan bola untuk mencapai tanah?
11. Sebuah batu dilempar vertikal ke atas dengan kecepatan 30 m/s, dan ditangkap kembali sewaktu turun di titik 5,0 m di atas titik awalnya:
- (a). Hitunglah kecepatan batu pada saat ditangkap
 - (b). Hitung juga waktu perjalanan batu.
12. Bola dilempar vertikal ke atas, setelah 5 detik kembali ke tempat semula. Berapakah kecepatan awalnya?
13. Bola A dijatuhkan dari atas gedung setinggi 70 m. Pada saat yang sama bola B dilemparkan vertikal ke atas dengan kecepatan awal 30 m/s. Kapan, dimana dan berapa kecepatan masing-masing bola saat bertemu?
14. Granat ditembakkan vertikal ke atas dengan kecepatan awal 600 m/s. Dengan mengabaikan gesekan udara.
- (a). Hitunglah ketinggian maksimum yang dapat dicapai
 - (b). Waktu yang diperlukan untuk mencapai ketinggian itu
 - (c). Kecepatan sesaat pada akhir detik ke-60
 - (d). Kapan granat itu mencapai ketinggian 10 m?
15. Dari bagian tepi puncak gedung setinggi 30 m sebuah bola dilemparkan dengan kecepatan awal 30 m/s dan sudut elevasi 30° terhadap bidang datar. Hitung tinggi maksimum yang dicapai oleh bola tersebut. Hitung pula vektor kecepatan ketika mengenai bidang dasar gedung.
16. Sebuah mobil sedan berjalan dengan kecepatan tetap sebesar 72 km/jam. Pada jarak 100 m didepannya terdapat mobil truk yang berjalan dengan kecepatan tetap sebesar 36 km/jam. Agar mobil tidak menabrak truk, hitung perlambatan minimal yang harus diberikan. Selanjutnya tentukan posisi ketika mobil berada tepat di belakang truk tersebut!

Lembar Kerja Pertemuan 3

Kinematika

3.1 Gerak Parabola



Gambar 3.1 Gerak peluru/ gerak parabola

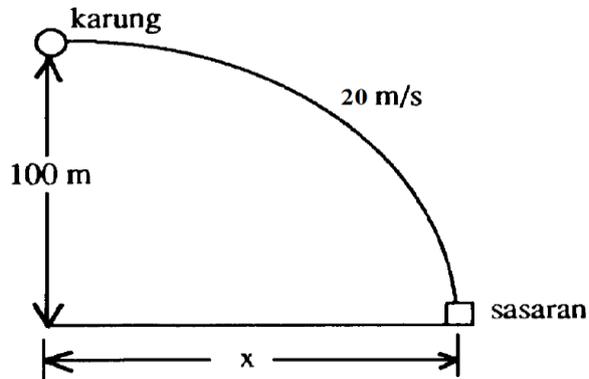
(Sumber : <https://idschool.net/sma/rumus-gerak-parabola-dan-keterangannya/>)

Rangkuman persamaan gerak parabola:

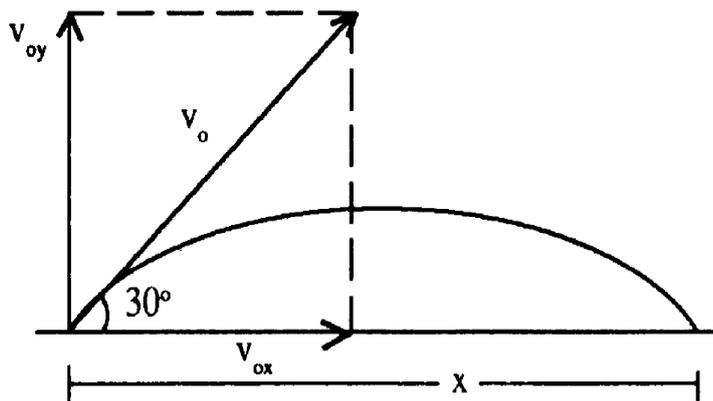
Gerak jatuh bebas (GJB)	Gerak Parabola	Waktu setengah lintasan (t)
		Gerak Parabola Arah sumbu-y
$v = v_0 \pm gt$	$v = v_0 \sin \theta \pm gt$	Tinggi maksimum (h_{max})
$h = v_0 t \pm \frac{1}{2} gt^2$	$h = v_0 \sin \theta t \pm \frac{1}{2} gt^2$	$h_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2(\theta)}{2g}$
Gerak lurus beraturan (GLB)	Gerak parabola arah sumbu-x	Jarak mendatar (s_x)
$v = v_0$ (tetap)	$v_x = v_0 \cos \theta$	$s_x = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$
$s = v_0 t = vt$	$s = v_x t = v_0 \cos \theta t$	

PERTANYAAN

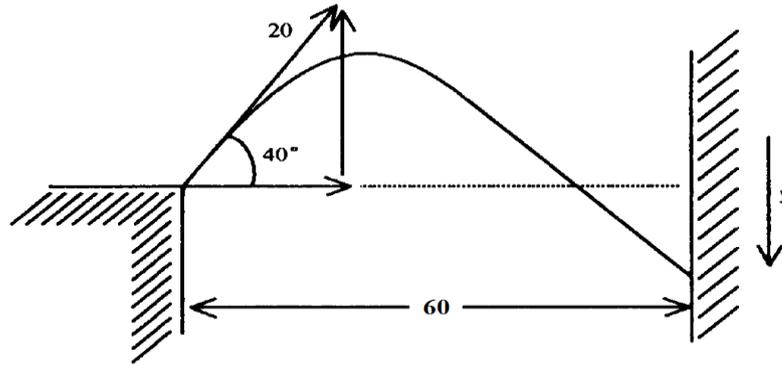
1. Seorang penerbang menerbangkan pesawatnya dengan kecepatan 20 m/s dalam arah datar pada ketinggian 100 m, seperti pada gambar di bawah. Berapa meter di depan sasaran karung beras harus dilepas agar karung tepat mengenai sasarannya?



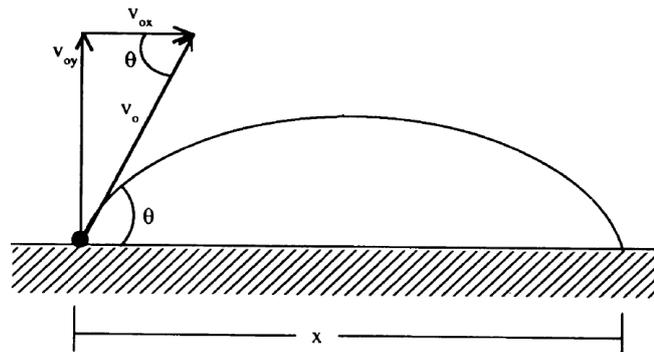
2. Bola tenis dilempar dengan kecepatan awal 150 m/s yang membentuk sudut 30° ke atas, seperti yang terlihat pada gambar di bawah. Berapa jauh dari titik awal bola akan mencapai ketinggiannya semula?



3. Bola dilempar dari atap bangunan lain sejauh 60 m dari bangunan pertama. Kecepatan awalnya 20 m/s pada sudut 40° . Dimana (di atas atau di bawah ketinggian semula) bola akan mengenai bangunan yang lebih tinggi itu? (Lihat gambar di bawah)



4. Pada gambar berikut:



- (a). Tentukan jarak tembak meriam yang memuntahkan granat dengan kecepatan awal v_0 pada sudut elevasi θ
- (b). Tentukan sudut elevasi meriam yang granatnya berkecepatan awal 1500 m/s dapat mengenai sasaran sejauh 15.000 m pada ketinggian yang sama.
5. Kapal terbang berada dalam ketinggian terbang dengan kecepatan 600 km/jam dan pada ketinggian 1500 m. Bila kapal terbang menjatuhkan bom.
 - (a). Berapa lama bom akan mencapai tanah?
 - (b). Berapa jarak horizontal bom mencapai tanah (dihitung dari titik awal)?
 - (c). Berapa kecepatan bom ketika mengenai tanah?
6. Sebuah bola dilemparkan dengan kecepatan 10 m/detik pada sudut 60° di atas horizontal.
 - (a). Berapa jauh jarak bola agar mencapai si penerima?
 - (b). Berapa waktu bola itu melayang?
7. Senapan mainan ditembakkan dengan sudut 60° di atas horizontal.
 - (a). Bila kecepatan awal peluru adalah 15 m/detik, berapa jauh peluru bergerak untuk mencapai posisi mendarat yang sama?
 - (b). Berapa waktu peluru tersebut melayang?

Lembar Kerja Pertemuan 4

Dinamika Partikel

4.1 Hukum-hukum Newton

Hukum I Newton	Hukum II Newton	Hukum III Newton
$\sum F = 0$	$a = \frac{F}{m}$	$F_{12} = -F_{21}$

dimana: F = Gaya (Newton)
 a = percepatan (m/s^2)

4.2 Gaya-gaya kontak (Gaya Gesekan)

(a) Gaya gesek statik

Gaya gesek yang bekerja pada benda, selama benda masih diam atau keadaan akan bergerak.

$$(f_s)_{max} = \mu_s N$$

dimana:

μ_s = koefisien gesek statik, angka (nilai) yang menyatakan kasar halus nya kedua permukaan kontak selama benda masih diam.

N = gaya Normal

(b) Gaya gesek kinetik

Gaya gesek yang bekerja pada benda, setelah benda bergerak.

$$(f_k) = \mu_k N$$

dimana:

μ_k = koefisien gesek kinetik, angka (nilai) yang menyatakan kasar halus nya kedua permukaan kontak selama benda bergerak.

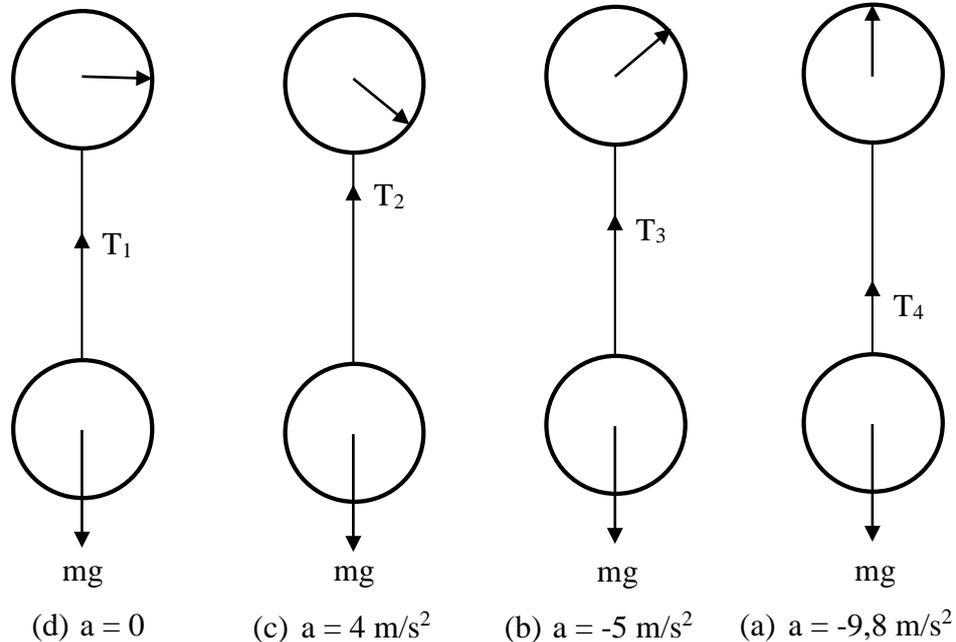
Nilai $\mu_k < \mu_s$ dan batasan nilai dari koefisien gesek:

$$0 \leq \mu_k < \mu_s \leq 1$$

PERTANYAAN

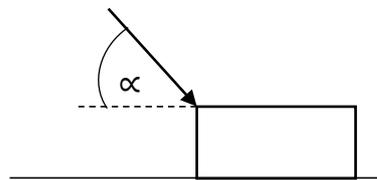
1. Berapa massa benda yang beratnya di bumi
(a). 25 N (b). 50 N (c). 75 N (d). 100 N
2. Gaya tunggal yang bekerja pada benda bermassa 5 kg, komponennya $F_x = 30$ N dan $F_y = 40$ N. Berapakah percepatannya?
3. Benda 500 N bergerak dengan percepatan sebesar $0,80$ m/s². Berapakah gaya yang dihasilkan oleh sistem tersebut?
4. Gaya tetap bekerja pada benda 5 kg dan karenanya kecepatan benda turun dari 7 m/s menjadi 3 m/s dalam waktu 5 detik. Berapa gaya yang dihasilkan pada sistem tersebut?
5. Berapa gaya yang diperlukan agar mobil 200 kg dipercepat dengan percepatan 8 m/s² pada jalan yang datar? Anggap gaya gesek yang menghambat gerak mobil diabaikan.
6. Mobil 600 kg melaju di atas jalan datar.
 - (a). Berapakah gaya hambatan yang diperlukan untuk menghentikan mobil pada jarak 600 m?
 - (b). Berapa nilai maksimum koefisien gesek antara ban dan permukaan jalan agar hal tersebut tercapai?
7. Lok 8000 kg yang menarik kereta api 50000 kg pada pelataran yang datar dapat menimbulkan percepatan $a_1 = 1,3$ m/s². Seandainya lok itu dipasang pada kereta api 16000 kg, berapakah percepatan yang dihasilkan?
8. Mobil 700 kg mogok di jalanan datar. Kabel mobil derek yang dipakai untuk menyeretnya akan putus jika tegangan di dalamnya melebihi 2000 N. Maka berapakah percepatan sebesar-besarnya yang dapat diterima mobil mogok dari mobil mobil derek itu?
9. Kotak 80 N ditarik dengan gaya 400 N, dimana tali penariknya membentuk sudut 30° . Jika koefisien gesek adalah 0,5, tentukan percepatan kotak tersebut!
10. Kotak 80 N digeser oleh gaya 400 N pada lantai. Koefisien gesekan antara kotak dan lantai adalah 0,5 dalam keadaan kotak bergerak. Berapakah percepatan kotak bergerak?

11. Benda 6 kg digantungkan pada pegas melalui seutas tali (bacaan tertera pada neraca). Jika percepatan benda itu (a). nol, (b). 4 m/s^2 ke atas, (c). 5 m/s^2 ke bawah, (d). $9,8 \text{ m/s}^2$ ke bawah. Seperti terlihat pada gambar di bawah. Berapakah tegangan masing-masing tali?

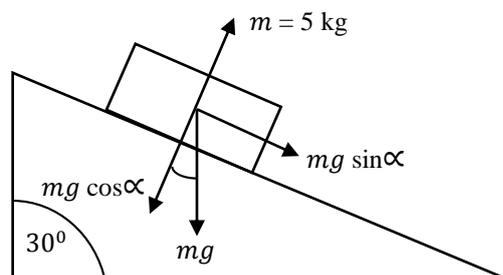


12. Benda bermassa 4 kg didorong oleh gaya $F=50\text{N}$ di atas lantai yang licin dengan arah $\tan \alpha = \frac{3}{4}$ (lihat gambar di bawah), selanjutnya tentukan:

- (a) Percepatan benda
 (b) Gaya normal yang dilakukan lantai pada benda.



13. Sebuah benda bermassa 5 kg , meluncur di atas bidang miring licin. Sudut kemiringan bidang 30° , dan percepatan gravitasinya $9,8 \text{ m/s}^2$.



Tentukan:

a). Percepatan benda tersebut.

b). Gaya normal oleh benda miring pada benda

14. Dua buah balok masing-masing dengan massa 5 kg dan 3 kg dihubungkan dengan seutas tali. Melalui pusat massa balok 3 kg, sistem ditarik dengan gaya sebesar 20 N. Jika koefisien gesek statik dan kinetik antara balok-balok dengan bidang datar masing-masing sebesar 0,4 dan 0,5. Hitung percepatan sistem serta tegangan tali penghubung antara kedua balok tersebut!
15. Sebuah balok dengan massa 6 kg meluncur di atas bidang datar dengan kecepatan 3 m/s. Setelah menempuh jarak 1 m ternyata balok tersebut berhenti. Dengan mengambil nilai percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 , hitunglah besar koefisien gesek kinetik antara balok dengan bidang datar tersebut!

Lembar Kerja Pertemuan 5

Usaha dan Energi

5.1 Usaha (W)

$$W = F \cdot s$$

dimana: F = gaya yang bekerja pada balok (Newton)

s = perpindahan yang dialami oleh balok (m)

W = usaha yang telah dilakukan oleh gaya (N.m = joule atau dyne.cm = erg), 1 joule = 10^7 erg.

5.2 Daya (P)

Daya merupakan laju benda saat melakukan kerja. Jika daya tidak berubah-ubah terhadap waktu maka:

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

dimana : W = usaha yang dilakukan (joule, erg) dan t = waktu (sekon)

P = Daya (joule/det = watt, atau erg/detik)

5.3 Energi

a. Energi Kinetik (E_k)

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

b. Energi Potensial Gravitasi (E_p)

$$E_p = m g h$$

dimana: E_k = Energi kinetik ($\text{kg.m}^2/\text{s}^2$ atau joule)

E_p = Energi potensial ($\text{kg.m}^2/\text{s}^2$ atau joule)

m = massa (kg)

v = kecepatan rata-rata (m/s^2)

h = ketinggian (m)

PERTANYAAN

1. Sebuah mobil bermassa 12500 kg bergerak menaiki bukit dengan kemiringan 5° dengan kecepatan tetap 36 km/jam. Hitunglah kerja yang dilakukan mesin selama 5 menit dan daya yang dikeluarkan. Anggap gaya gerak diabaikan.
2. Sebuah pistol menembakkan peluru yang massanya 3 gram dengan

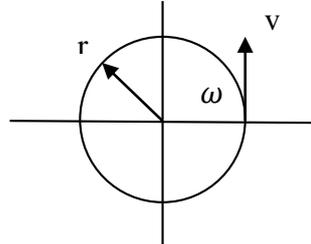
- kecepatan 500 m/s. Jika panjang laras pistol 15 cm. Hitunglah:
- (a). Besar energi yang diberikan pada peluru.
 - (b). Gaya-gaya yang bekerja pada peluru selama bergerak dalam laras.
 - (c). Apakah gaya ini sama besar dengan gaya dorong gas pada peluru?
3. Sebuah peluru mempunyai kecepatan 155 m/s jatuh dan menembus papan kayu. Setelah menembus papan, kecepatannya menjadi 130 m/s. Sebuah peluru lain yang mempunyai massa dan ukuran sama tapi bergerak dengan kecepatan 95 m/s ditembakkan ke arah papan. Jika dianggap hambatan papan tak tergantung pada kecepatannya, berapa kecepatan peluru kedua setelah menembus papan?
 4. Sebuah kotak mempunyai berat 500 N ditarik ke atas pada bidang miring sejauh 15 m dan sampai ketinggian 5 m. Gaya rata-rata (sejajar bidang) adalah 120 N.
 - (a). Berapa besar kerja yang dilakukan?
 - (b). Berapa perubahan energi potensial kotak? Begitu pula perubahan energi kinetiknya?
 - (c). Berapa besar gaya gesek yang bekerja pada kotak?
 5. Sebuah benda mempunyai berat 2 kg ditekan pada sebuah per yang massanya dapat diabaikan, sehingga per tertekan sejauh 6 m. Pada waktu dilepaskan benda itu bergerak horizontal sejauh 2 m dan berhenti. Jika konstanta pegas $k = 8 \text{ kg/m}$. Berapakah koefisien gesekan antara benda dengan meja?
 6. Sebuah pengangkat yang diberi daya oleh motor 20 kW digunakan untuk menaikkan 500 kg ember berisi beton ke ketinggian 80 m. Bila efisiensinya 80%, tentukan waktu yang diperlukan untuk menaikkan ember tersebut!
 7. Hitunglah usaha yang diperlukan agar pompa dapat memompakan 500 liter minyak ke dalam tangki setinggi 40 m! Satu cc minyak massanya 0,82 gram. Satu liter adalah 100 cm^3 .
 8. Sebuah mobil yang massanya 1500 kg dari keadaan diam dapat mencapai kecepatan 25 m/s dalam waktu 9,0 s. Berapakah daya rata-rata mesin mobil itu? Anggap tidak ada gesekan

Lembar Kerja Pertemuan 6

Gerak Melingkar

6.1 Kecepatan

Kecepatan linear (v)



$$v = \omega r$$

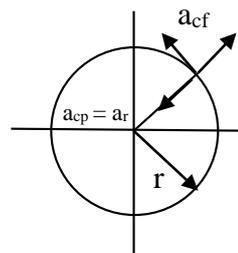
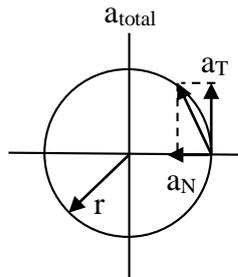
Kecepatan sudut (ω)

6.2 Percepatan

1. Percepatan linear/tangensial (a_T)
2. Percepatan radial/ normal/ sentripetal ($a_R = a_N = a_{cp}$)
3. Percepatan total (a_{total})
4. Percepatan sudut (α)
5. Percepatan sentrifugal (a_{cf})

$$a_T = \alpha r$$

$$a_r = a_T = a_{cp} = (v^2/r) = (\omega^2 r)$$



$$a_{rcf} = - a_{cp}$$

$$a_{total} = \sqrt{a_T^2 + a_N^2}$$

6.3 Macam-macam Gerak Melingkar

1. Gerak melingkar beraturan (GMB) = gerak lurus beraturan (GLB)

$$\theta = \omega t = s = vt$$

2. Gerak melingkar berubah beraturan (GMBB) = GLBB

Gerak Lurus	Gerak Melingkar
$v_t = v_0 + at$	$\omega_t = \omega_0 + \alpha t$
$s = v_0 t + 1/2 at^2$	$\theta = \omega_0 t + 1/2 \alpha t^2$

6.1 Perioda (T)

$$T = (2\pi r)/v = (2\pi/\omega)$$

6.2 Frekuensi (f)

$$f = (1/T)$$

PERTANYAAN

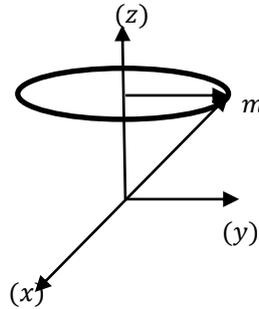
1. Sebuah piringan hitam dengan diameter 30 cm berputar dengan kecepatan sebesar 40 rpm. Hitung kecepatan linier pada tepi piringan dan hitung pula percepatan sentripetal yang dialami piringan hitam tersebut!
2. Sebuah kipas angin berputar dengan frekuensi 300 putaran/menit, jika listrik dimatikan ternyata 2 menit kemudian kipas tersebut berhenti, hitung jumlah putaran yang ditempuh oleh kipas tersebut, serta percepatan sudutnya!
3. Bola pejal dengan massa 1 kg dan jari-jari 30 cm menggelinding dengan kecepatan linier 5 m/det. Hitung energi kinetik yang dipunyai oleh bola tersebut!
4. Sebuah roda dengan diameter 50 cm berputar dengan frekuensi putar 120 rpm. Hitunglah kecepatan linear dan percepatan sentripetal yang dialami oleh roda tersebut!
5. Sebuah roda dipercepat beraturan, sehingga kecepatan sudutnya bertambah dari 50 rad/s menjadi 70 rad/s dalam waktu 20 detik. Hitunglah percepatan sudut dan sudut yang telah ditempuh dalam peristiwa tersebut. Selanjutnya jika jari-jari roda sebesar 40 cm, hitunglah jarak linear yang telah ditempuh roda!
6. Sebuah roda mula-mula diam dipercepat beraturan sehingga 10 detik kemudian kecepatannya menjadi 100 rpm, dan selanjutnya roda dibiarkan berputar dengan kecepatan konstan selama 10 menit. Akhirnya roda direm dan dalam waktu 40 detik roda tersebut berhenti. Jika diameter roda tersebut sebesar 80 cm. Hitunglah jarak linear yang telah ditempuh roda tersebut!

Lembar Kerja Pertemuan 7

Gerak Melingkar

7.1 Momen Kelembaman

Partikel bermassa m berotasi terhadap suatu titik yang berjarak r terhadap pusat massa m , maka kelajuan dari benda ini sebesar: $v = \omega r$



Gambar 7.1

$$\text{Energi kinetiknya: } E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(\omega^2r^2)$$

Momen kelembaman, ditulis:

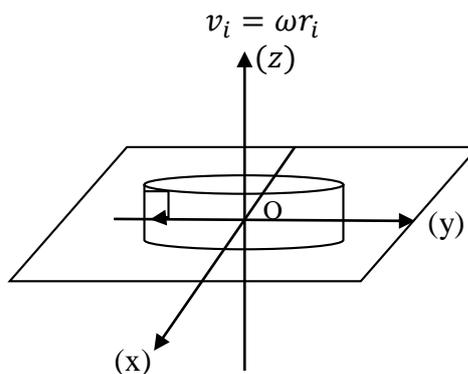
$$I = \sum (m_i r_i^2) = \sum mr^2$$

Untuk partikel yang tidak diskrit, maka kelembaman dapat dituliskan sebagai:

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

7.2 Teori Sumbu Sejajar

Lempeng tipis yang berotasi pada bidang xy , disekitar titik O . Tiap titik bergerak dalam lingkarannya masing-masing dengan kelajuan:



Gambar 7.2

Teori Sumbu Sejajar secara umum.

$$I = I_C + mh^2$$

Dimana h : jarak antara kedua sumbu.

Energi kinetiknya:

$$E_k = 1/2I\omega^2$$

7.3 Teori Sumbu Tegak Lurus

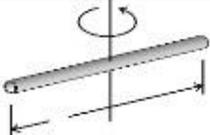
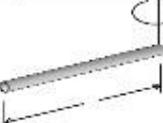
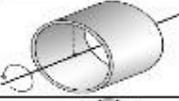
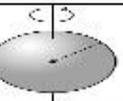
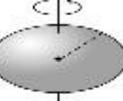
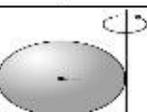
Momen kelembaman suatu lapis bidang tegar terhadap suatu sumbu yang normal pada bidang itu, dituliskan:

$$I = I_x + I_y$$

dimana: $I_x = \sum m_i y_i^2$ dan $I_y = \sum m_i x_i^2$

$$I_x + I_y = \sum m_i y_i^2 + \sum m_i x_i^2 = \sum m_i (y_i^2 + x_i^2) = \sum m_i r_i^2$$

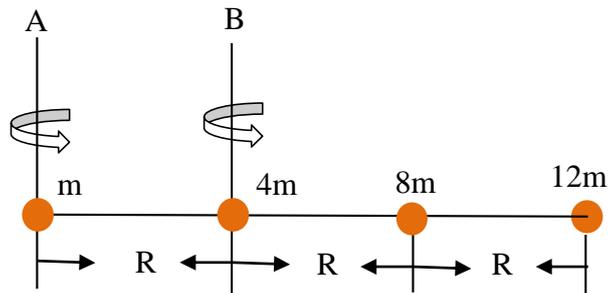
Momen kelembaman beberapa bentuk benda tegar:

No.	Jenis benda	Inersia	gambar
1.	Batang silinder poros di pusat	$I = \frac{1}{12}ML^2$	
2.	Batang silinder poros di pinggir	$I = \frac{1}{3}ML^2$	
3.	Silinder tipis berongga	$I = MR^2$	
4.	Silinder pejal	$I = \frac{1}{2}MR^2$	
6.	Bola pejal	$I = \frac{2}{5}MR^2$	
7.	Bola berongga	$I = \frac{2}{3}MR^2$	
8.	Bola berongga poros di garis singgung	$I = \frac{7}{5}MR^2$	

Gambar 7.3 Momen inersia benda tegar
(<https://fismy.blogspot.com/2016/12/dinamika-rotasi.html>)

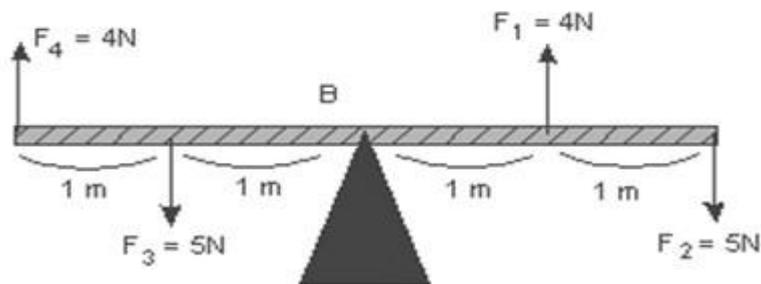
PERTANYAAN

1.



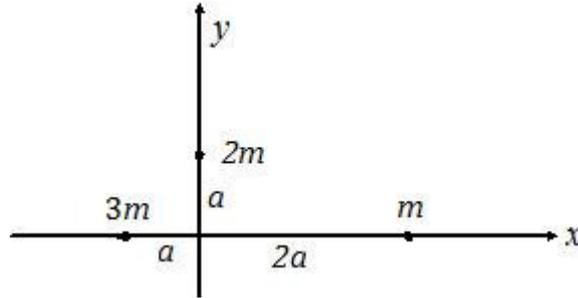
Empat buah partikel yang saling berhubungan dan membentuk satu sistem kesatuan dengan konfigurasi seperti gambar diatas. Masing-masing partikel memiliki berat yang berbeda dan jarak antar partikel satu sama lain sebesar R . Tentukan momen inersia sistem di atas jika:

- (a). Sistem diputar terhadap sumbu putar A
 - (b). sistem diputar terhadap sumbu putar B
2. Perhatikan gambar ayunan (benda tegar) di bawah! Berdasarkan gambar tersebut, coba tentukan!
- (a). τ_1 , τ_2 , τ_3 , dan τ_4 !
 - (b). Jumlah total torsi yang bekerja pada benda tegar tersebut!
 - (c). Kemana arah batang mengguling?

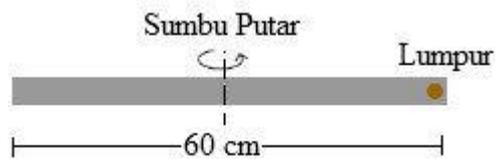


3. Diketahui bahwa terdapat sebuah batang homogen dengan massa sebesar 0,8 kg dan panjang sebesar 80 cm. Apabila gumpalan lumpur mempunyai Massa 20 gram dilempar dan menempel pada salah satu ujung batangnya. Tentukan momen inersia sistem yang melalui pusat batang tersebut ?

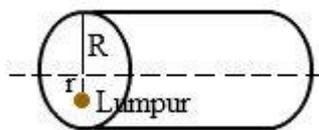
4. Tiga buah partikel dengan massa m , $2m$, dan $3m$ dipasang pada ujung kerangka yang massanya diabaikan. Sistem terletak pada bidang xy . Jika sistem diputar terhadap sumbu y . Hitunglah momen inersia sistem!



5. Diketahui sebuah batang homogen yang bermassa $0,9$ kg dan panjangnya 60 cm. Apabila gumpalan lumpur bermassa 10 gram dilempar dan menempel pada salah satu ujung batangnya, maka tentukanlah momen inersia sistem melalui pusat batang!



6. Sebuah silinder pejal yang bermassa 4 kg dan berjari-jari $0,2$ m diputar melalui sumbu silinder dan segumpal lumpur bermassa $0,2$ kg menempel pada jarak $0,05$ meter dari pinggir silindernya, maka hitunglah momen inersia sistem!



Lembar Kerja Pertemuan 8

Statika (Keseimbangan)

8.1 Keseimbangan Translasi

Syarat :

Jika jumlah vektor gaya-gaya luar yang bekerja pada benda = nol

$$\sum F_x = 0 \text{ dan } \sum F_y = 0$$

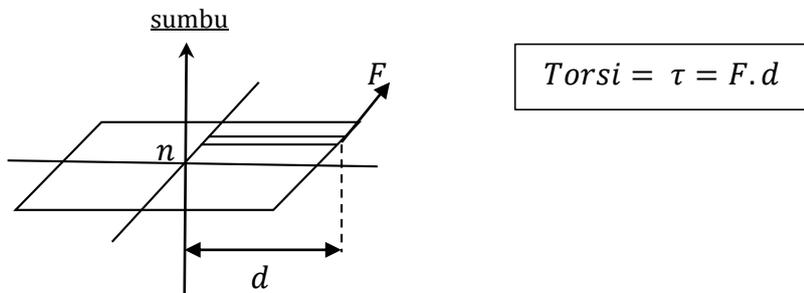
8.2 Keseimbangan Rotasi

Syarat :

Jika vektor gaya-gaya luar yang bekerja pada benda = nol (gaya –gaya luar yang bekerja tidak memberikan percepatan pada benda tersebut)

$$\sum F_x = 0 \text{ dan } \sum F_y = 0$$

8.3 Torsi (momen gaya)



Gambar 8.1

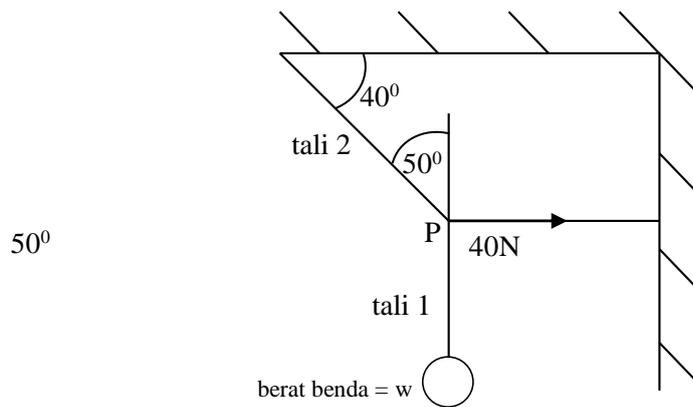
Syarat keseimbangan:

a). $\sum F_x = 0$ dan b). $\sum F_y = 0$

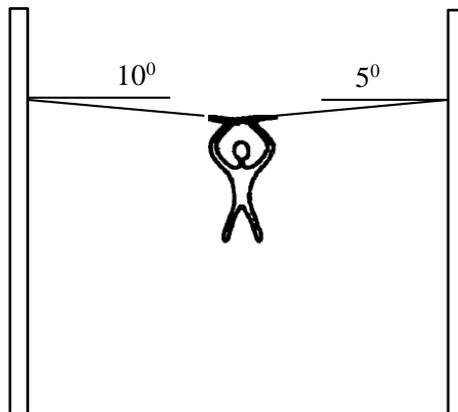
c). $\sum \tau = 0$ dimana: $\tau = r \times F$

PERTANYAAN

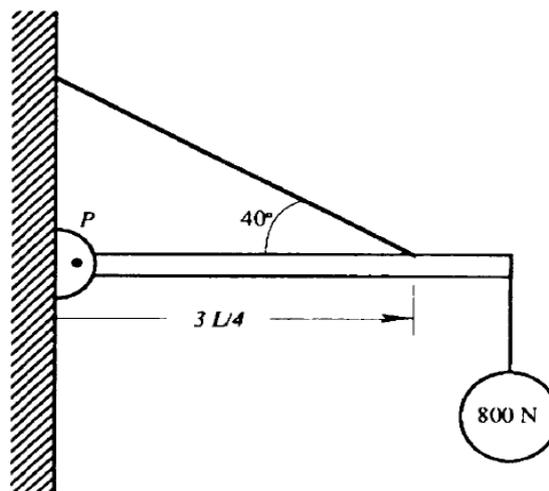
1. Seperti tampak pada gambar, tegangan tali dalam bidang mendatar adalah 40 N. Hitunglah berat benda!



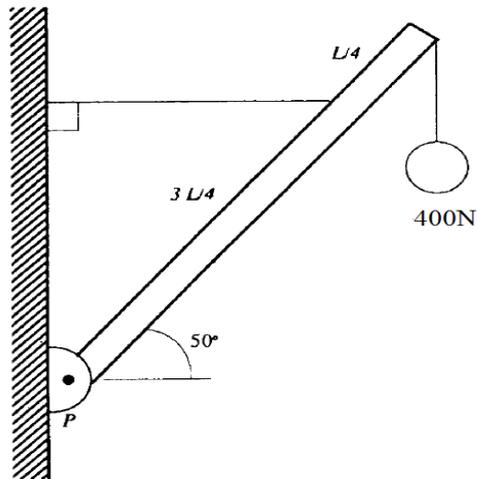
2. Seorang anak dengan massa 25 kg menggantung pada tali yang direntangkan antara dua tiang seperti yang terlihat pada gambar. Tentukan tegangan kedua belah tali!



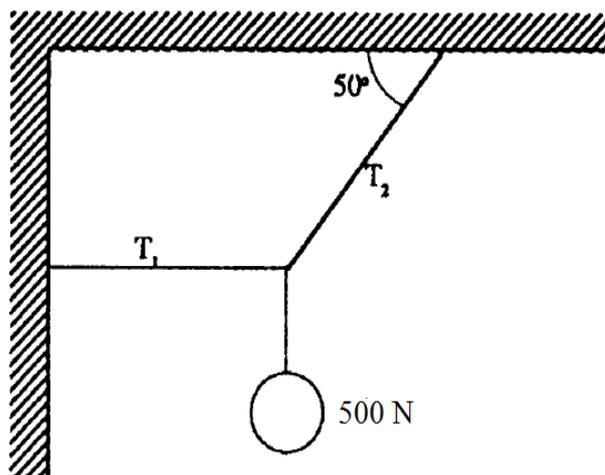
3. Perhatikan gambar di bawah ini. Batang homogen dengan berat 800 N mempunyai engsel di titik P. Tentukan tegangan tali yang bekerja pada sistem tersebut!



4. Batang homogen dengan berat 400 N berengsel di P dan diikat pada tali seperti yang terlihat pada gambar di bawah. Tentukan tegangan tali yang bekerja pada sistem!



5. Perhatikan gambar di bawah ini. Diketahui berat beban adalah 500 N. Tentukan T_1 dan T_2 !



Lembar Kerja Pertemuan 9

Momentum dan Tumbukan

9.1 Hukum Kekekalan Momentum

Jika pada suatu sistem tidak ada gaya luar yang bekerja, maka momentum total dari sistem akan kekal. Hal ini dikenal dengan **Hukum Kekekalan Momentum**.

9.2 Tumbukan

Koefisien restitusi (e) dua benda yang bertumbukan:

$$e = -(v_2' - v_1') / (v_2 - v_1)$$

di mana, ($0 \leq e \leq 1$)

a. Tumbukan lenting sempurna

Pada tumbukan ini berlaku hukum kekekalan energi kinetik,

$$E_{k1} + E_{k2} = E_{k1}' + E_{k2}'$$

dimana, ($e = 1$)

b. Tumbukan tidak lenting sama sekali

Pada tumbukan ini tidak berlaku hukum kekekalan energi kinetik,

$$E_{k1} + E_{k2} = E_{k1}' + E_{k2}'$$

dimana, ($e = 0$)

c. Tumbukan lenting sebagian

Pada tumbukan ini tidak berlaku hukum kekekalan energi kinetik,

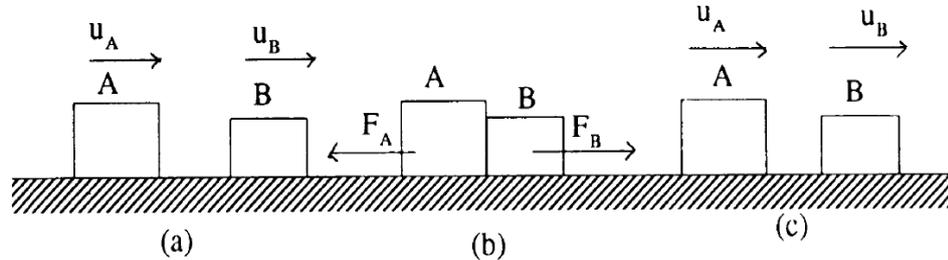
Dimana nilai koefisien restitusi tumbukan, $0 < e < 1$

PERTANYAAN

1. Dua balok dengan masing-masing beratnya 600 gram dan 300 gram bergerak berlawanan arah di atas permukaan meja yang tidak mempunyai gesekan, masing-masing dengan kecepatan 60 cm/det dan 100 cm/det. Ditanyakan:
 - (a). bila kedua balok itu bertumbukan dan bergerak menjadu satu, berapa kecepatan balok yang bersatu itu?

- (b). Hitunglah energi kinetik yang hilang dalam tumbukan!
 (c). Hitunglah kecepatan masing-masing balok bila tumbukan elastis sempurna!

2.



Pada gambar di atas, misalkan $m_A = 2 \text{ kg}$, $m_B = 4 \text{ kg}$ dan $u_A = 5 \text{ m/s}$, $u_B = 3 \text{ m/s}$. Sesudah tumbukan kedua benda tersebut tidak memisah tetapi tetap menempel satu sama lain, seperti gerbang kereta api yang bersambung sehingga $V_A = V_B$. Berapakah kecepatannya setelah tumbukan?

(Dimana pada gambar (a) benda A mengejar benda B, (b) Terjadi gaya aksi reaksi selama tumbukan, (c) Benda B meninggalkan benda A setelah tumbukan.

3. Sebuah peluru dengan massa 20 gram ditembakkan dan mengenai sebuah balok dalam keadaan diam di atas satu bidang horizontal yang tak bergeseran. Balok itu melekat pada suatu pegas dan kemudian menekan pegas itu sejauh 1000 cm. massa balok 990 gram. Hitunglah:
- (a). Energi potensial dari pegas (maksimum) akibat tekanan balok!
 (b). Kecepatan balok itu setelah terkena peluru!
 (c). Kecepatan mula-mula peluru!
4. Kapal laut dengan massa 25.000 ton bergerak dengan kecepatan 5 knot. Hitunglah momentum dari kapal tersebut. Catatan: 1 knot = 1 mile laut/jam = 1,852 km/jam)
5. Truk dengan massa 3 ton sedang berhenti, tiba-tiba ditabrak oleh sebuah mobil lain dari arah belakang dengan kecepatan 60 km/jam. Sesudah tumbukan keduanya bergandeng dan bergerak bersama-sama (tumbukan tidak elastik). Jika mobil yang menabrak mempunyai massa 800 kg. Hitung kecepatan kedua kendaraan setelah tumbukan tersebut!

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M (2016): Fisika Dasar 1. Hal. 87-117, Penerbit Institute Teknologi Bandung.

Cholis, B., Yuniarti, H. (2008). Fisika Dasar 1 Bagian Mekanika. hal. 47-51, Universitas Trisakti.

Tipler. (1991): Fisika untuk Sains dan Teknik, hal.155-200, Penerbit Erlangga.

Yahdi, M. (1996). Pengantar Fisika Mekanika, hal. 91-94, Penerbit Universitas Gunadarma.

Zemansky, S. (1985): Fisika untuk Universitas 1 Mekanika. Panas. Buni. hal. 35-50, Penerbit Binacipta, Jakarta.

<https://idschool.net/sma/rumus-gerak-parabola-dan-keterangannya/>

<https://fismy.blogspot.com/2016/12/dinamika-rotasi.html>