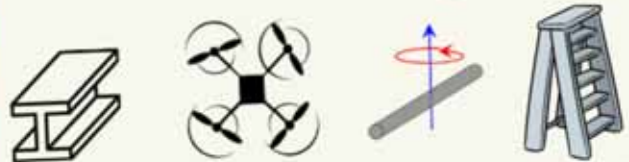


RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP) BERDIFERENSIASI



dinamika rotasi benda tegar




Drs. Muhadi, M.Pd.
Fasilitator

Sugerman, S.Pd., M.Pd.
Pengajar Praktik



Arifin, S.Si.
Calon Guru Penggerak



Pendidikan Guru Penggerak (PGP) Angkatan 2 Kab. Dompu
Cabang Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Dompu
Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Nusa Tenggara Barat
DirJen GTK Kemdikbudristek

Pemetaan Kebutuhan siswa.

Pada kondisi pandemi sekarang ini, satuan pendidik diwajibkan melakukan pembelajaran jarak jauh (PJJ). pada waktu sebelum masuk pembelajaran tahun pelajaran baru, kami berkoordinasi dengan sekolah khususnya wakil kepala sekolah bidang kesiswaan guru BP/BK, wali kelas dan tenaga kependidikan di satuan pendidikan kami untuk memetakan kebutuhan siswa pada proses pembelajaran berdasarkan kemampuan sarana komunikasi (gawai/laptop/komputer) guna terlaksanannya Pembelajaran jarak jauh (PJJ). Dengan pertimbangan tersebut, saya sebagai salah satu guru mata pelajaran Fisika menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Berdiferensiasi Kelas XI MIPA Semester Ganjil KD. 3.1. (Dinamika Rotasi Benda Tegar) didasarkan pada pengelompokan yang fleksibel yang sesuai dengan kesiapan, kemampuan dan minat murid. Ada dua kelompok besar pada siswa dengan kebutuhan sarana pembelajaran berbeda (strategi diferensiasi proses). Pertama, kelompok yang bisa melakukan pembelajaran pola dalam jaringan (daring) dan kedua, kelompok dengan keterbatasan sarana pembelajaran online sehingga harus melakukan pembelajaran pola luar jaringan (luring) menggunakan strategi kunjungan rumah (home visit).



RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP) BERDIFERENSIASI DALAM JARINGAN (DARING)

PLAN

Satuan Pendidikan : SMAN 3 Dompu
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas / Semester : XI / 1 (Ganjil)
Materi Pokok : dinamika rotasi benda tegar
Alokasi Waktu : Alokasi Waktu : 2 x 2 JP (@45 menit)
Kompetensi Dasar : 3.1. Menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari-hari
4.1. Melakukan percobaan yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Melalui kegiatan demonstrasi / dan tampilan video, murid dapat menjelaskan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari-hari secara kritis.
2. Melalui diskusi, murid dapat merencanakan percobaan yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar secara aktif dan komunikatif.
3. Melalui kerja kelompok, murid dapat melakukan percobaan dan presentasi hasil tentang penerapan konsep dinamika rotasi benda tegar dengan penuh rasa tanggung jawab.

B. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKTOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
<input checked="" type="checkbox"/> KD. 3.1 Menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari-hari	<ol style="list-style-type: none">1. Menunjukkan penerapan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari-hari2. Menjelaskan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari-hari3. Menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari-hari
<input checked="" type="checkbox"/> KD. 4.1 Melakukan percobaan yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar	<ol style="list-style-type: none">1. Melakukan percobaan yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar2. Melakukan presentasi hasil percobaan yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar

C. MEDIA DAN SUMBER BELAJAR

- Google Meet (akun @belajar.id) dan Whatsapp
- Modul Pembelajaran SMA Fisika Kelas XI Dinamika Rotasi & Keseimbangan benda Tegar (Google Drive) :
https://s.id/modul_DinamikaRotasiDanKeseimbanganBendaTegar
- Buku Fisika untuk SMA/MA XI
- Bahan bacaan/materi belajar melalui blog : <http://arifinssi.blogspot.com/2021/07/bdr-fisika-27-juli-2021.html>
- Video pembelajaran melalui youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=VvIKMkqVoig>
- Lembar Kegiatan Pembelajaran Murid (LKPM)
- Sumber belajar lain yang relevan

D. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Saya melakukan Kegiatan pembelajaran didasarkan atas pemetaan kebutuhan sarana untuk proses pembelajaran selama pembelajaran jarak jauh, yang terbagi atas 2 kelompok yakni kelompok Pembelajaran secara daring dan pembelajaran secara luring.

PERTEMUAN PERTAMA

KEGIATAN AWAL

- Guru meminta :
Daring : melalui WAG siswa masuk ruang video conference (google meet) melalui laman <http://arifinssi.blogspot.com/2021/07/bdr-fisika-27-juli-2021.html> (terdapat link vicon)
Luring : siswa mempersiapkan diri untuk pembelajaran (home visit)
- Guru membuka kegiatan pembelajaran dengan memberikan salam, mengajak berdoa, dsb
- Guru menginstruksikan siswa untuk disiplin mengikuti protokol Kesehatan covid-19.
- Guru menyampaikan kesepakatan kelas
- Guru memberikan apersepsi dan motivasi
- Guru menyampaikan KD serta tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

KEGIATAN INTI

Diferensiasi proses berdasarkan Kesiapan belajar (sarana)

- Murid mengamati video pembelajaran/membaca bahan bacaan. untuk kelompok luring mengamati video di laptop guru atau membaca bahan bacaan yang sudah dimiliki. untuk kelompok daring mengamati video/membaca bahan bacaan pada link yang dibagikan guru.

KEGIATAN INTI

- Guru meminta siswa menyebutkan kasus yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar (momen gaya, momen inersia, momen sudut) dalam kehidupan sehari-hari, contohnya : permainan jungkat jungkit, engsel daun pintu.
 - daring : secara langsung (vicon) dengan rise hand, atau melalui kolom chat.
 - luring : siswa langsung menjawab, atau bisa menuliskan di papan tulis.

Diferensiasi proses berdasarkan profil belajar murid

**Baik pola daring maupun luring : Untuk visual, murid diminta untuk menyampaikan hasil pemikiran bentuk gambar/foto/catatan di kolom chat atau berbagi layar *Untuk auditori, murid diminta untuk menyampaikan hasil pemikiran bentuk penyampaian langsung maupun dalam bentuk rekaman audio.*

**Murid dibebaskan untuk memilih menyampaian hasil pemikirannya sesuai profil belajar yang dimiliki (auditori ataupun visual)*

- siswa diminta menanggapi penyampaian hasil pemikiran teman yang lain tentang kasus yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar serta bisa bertanya.
- Guru membagi murid baik pola daring maupun luring, dibagi atas 3 kelompok (bila memungkinkan) berdasarkan pemetaan profil belajar untuk berdiskusi dan bekerjasama merencanakan percobaan salah satu penerapan dinamika rotasi benda tegar.

Diferensiasi proses berdasarkan profil belajar murid

**Pada pola daring maupun luring murid dibagi atas beberapa kelompok diskusi sesuai profil belajar yang dimiliki (visual, auditori, dan kinestetik), serta bekerja dalam kelompok merencanakan percobaan salah satu penerapan dinamika rotasi benda tegar sesuai profil belajar yang dimiliki kelompok masing-masing.*

**Setiap kelompok akan melakukan percobaan secara berkelompok sebagai tugas di rumah, hasil percobaan akan di paparkan pertemuan kedua sesuai dengan profil belajar yang dimiliki (bentuk gerak/video (Kinestetik), bentuk suara (auditori) maupun bentuk gambar (visual).*

KEGIATAN PENUTUP

- Guru memberikan umpan balik dan refleksi kepada murid.
- Guru memberikan penilaian pengetahuan dan proses pembelajaran.
- Guru menyampaikan informasi terkait pembelajaran selanjutnya, yaitu mempresentasikan hasil percobaan yang sudah dilakukan secara berkelompok
- Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam, terima kasih, doa, dsb.

PERTEMUAN KEDUA

KEGIATAN AWAL

- Guru meminta :
 - Daring : melalui WAG siswa masuk ruang video conference (google meet) melalui laman <http://arifinssi.blogspot.com/2021/07/bdr-fisika-29-juli-2021.html> (terdapat link vicon)
 - Luring : siswa mempersiapkan diri untuk pembelajaran (home visit)
- Guru membuka kegiatan pembelajaran dengan memberikan salam, mengajak berdoa. kemudian menginstruksikan untuk disiplin mengikuti protokol Kesehatan covid-19.
- Guru menyampaikan kesepakatan kelas
- Guru meriview ulang pembelajaran pertama dan menyampaikan pembelajaran yang akan dilakukan sekarang. (presentasi hasil percobaan secara kelompok.

KEGIATAN INTI

- Guru meminta siswa membentuk kelompok sesuai dengan yang ditetapkan pada pertemuan pertam. terdapat 3 kelompok pada setiap pola pembelajaran (jika memungkinkan).

Diferensiasi proses berdasarkan profil belajar murid

**Pada pola daring dan luring murid terbagi atas tiga (3) kelompok sesuai profil belajar (visual, auditori, dan kinestetik), dalam kelompok mempresentasikan percobaan salah satu penerapan dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari-hari.*

**Hasil percobaan tiap kelompok sesuai profil siswa yaitu bentuk gerak/video (Kinestetik), bentuk suara (auditori) maupun bentuk gambar (visual) berdasarkan kelompoknya.*

- siswa tiap kelompok diminta menyimak presentasi hasil percobaan kelompok lain, kemudian menanggapi maupun bertanya dari penyampaian hasil presentasi tentang kasus yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar.

Diferensiasi produk berdasarkan profil belajar murid

Guru meminta tiap kelompok mengumpulkan hasil percobaan yang sudah dipresentasikan sesuai dengan profil murid baik pola daring maupun luring.

**Setiap kelompok mengumpulkan hasil percobaan kelompok sesuai profil belajar yang dimiliki (visual, auditori, dan kinestetik)*

KEGIATAN PENUTUP

- Guru memberikan penguatan dan refleksi kepada murid atas hasil percobaan yang sudah di presentasikan.
- Guru memberikan penilaian sikap dan kinerja selama proses pembelajaran.
- Guru menyampaikan informasi terkait pembelajaran pada pertemuan selanjutnya selanjutnya.
- Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam, terima kasih, doa, dsb.

D. PENILAIAN

Sikap	Observasi terhadap sikap yang ditunjukkan murid dalam mengikuti pembelajaran di dalam kelas (daring maupun luring); berdiskusi dan presentasi dalam kelompok, serta mengumpulkan hasil percobaan (produk pembelajaran), mencakup sikap kritis, aktif dan komunikatif, serta tanggung jawab.
Pengetahuan	Menunjukkan pengetahuan yang benar dan kritis dalam menganalisis dinamika rotasi benda tegar.
Keterampilan	Mendemonstrasikan keterampilan dalam melakukan percobaan dan presentasi hasil percobaan kasus dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari-hari.

Strategi dan Alat Penilaian:

D.1. PENILAIAN SIKAP

STRATEGI : OBSERVASI

ALAT : CATATAN ANEKDOT

Nama Murid	Tanggal/ Sikap kritis	Tanggal/ Sikap aktif	Tanggal/ Sikap komunikatif	Tanggal/ Sikap tanggung jawab

Keterangan :

Kritis	Murid mampu memberikan respon tepat terhadap materi pembelajaran yang diterima atau dalam menyampaikan pendapat terhadap suatu hal
Aktif	Murid mampu menjalankan fungsinya secara baik dalam mengikuti pembelajaran di kelas
Komunikatif	Murid mampu membangun komunikasi yang baik antar teman/guru di dalam kelompok diskusi/kelas
Tanggung jawab	Murid mampu menyelesaikan tugas yang diberikan kepadanya dengan baik

D.2. PENILAIAN PENGETAHUAN

LEMBAR OBSERVASI PENILAIAN PROSES

STRATEGI : UNJUK KERJA

ALAT : CHECKLIST

Indikator	Checklist			Catatan
	Tercapai (3)	Berkembang (2)	Berawal terlihat (1)	
1. Menjelaskan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari-hari secara kritis				
2. Mengemukakan contoh konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari-hari dengan benar				

Kriteria Penilaian Ranah Pengetahuan:

- 3: Murid menunjukkan telah tercapainya pemahaman mengenai indikator ranah pengetahuan
- 2: Murid menunjukkan berkembangnya pemahaman mengenai indikator ranah pengetahuan
- 1: Murid menunjukkan baru mulai terlihatnya pemahaman mengenai indikator ranah pengetahuan

Pedoman Penskoran:

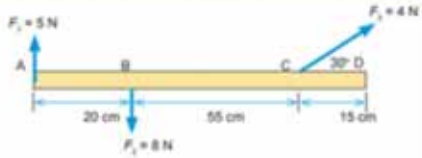
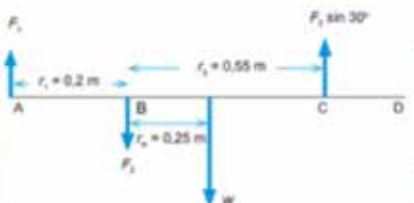
Total skor: jumlah perolehan skor murid untuk semua indicator ranah pengetahuan/keterampilan yang dinilai.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor perolehan}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

PENILAIAN POST TES

BENTUK SOAL : URAIAN

CONTOH INSTRUMENT SOAL

No	Bobot	Penyelesaian		Skor	
		Pertanyaan	Jawaban		
1.	10	Perhatikan gambar beriku :	Diketahui: $m = 2 \text{ kg}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $w = mg = 2 \cdot 10 = 20 \text{ N}$ $F_1 = 5 \text{ N}$ $F_2 = 8 \text{ N}$ $F_3 = 4 \text{ N}$	2	
			Tiga buah gaya bekerja pada batang AD yang bermassa 2 kg seperti pada gambar. Hitunglah resultan momen gaya terhadap titik B! ($g = 10 \text{ m/s}^2$)	Ditanya: $\tau_B = \dots?$ Dijawab: Permasalahan pada soal juga dapat digambarkan sebagai berikut.	1
				Dengan demikian, diperoleh:	3
			$\begin{aligned} \tau_B &= -\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 - \tau_w \\ &= -F_1 \cdot r_1 + 0 + F_3 \sin 30^\circ \cdot r_3 - w \cdot r_w \\ &= -5(0,2) + 0 + 4 \left(\frac{1}{2} \right) 0,55 - 20(0,25) \\ &= -1 + 0 + 1,1 - 5 \\ &= -4,9 \text{ Nm} \end{aligned}$	3	
		Jadi, resultan momen gaya terhadap titik B (B sebagai poros) adalah 4,9 Nm dengan arah putaran searah jarum jam.	1		

D.3. PENILAIAN KETERAMPILAN

LEMBAR OBSERVASI PENILAIAN PROSES

STRATEGI : UNJUK KERJA

ALAT : CHECKLIST

Indikator	Checklist			Catatan tambahan terkait diferensiasi
	Tercapai (3)	Berkembang (2)	Berulau mulai terlihat (1)	
1. Melakukan presentasi konsepdinamika rotasi benda tegar sesuai profil belajar masing-masing				
2. Melakukan percobaan konsep dinamika rotasi benda tegar dengan penuh rasa tanggung jawab				

Kriteria Penilaian Ranah Keterampilan:

- 3: Murid menunjukkan telah tercapainya pemahaman mengenai indikator ranah pengetahuan
- 2: Murid menunjukkan berkembangnya pemahaman mengenai indikator ranah pengetahuan
- 1: Murid menunjukkan baru mulai terlihatnya pemahaman mengenai indikator ranah

Pedoman Penskoran:

Total skor: jumlah perolehan skor murid untuk semua indicator ranah pengetahuan/keterampilan yang dinilai

Pedoman Penskoran:

Total skor: jumlah perolehan skor murid untuk semua indikator ranah keterampilan yang dinilai.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor perolehan}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

Mengetahui
Kepala SMAN 3 Dompu,

M. Nur, S.Pd.
NIP. 19641231 198803 1 350

Dompu, 12 Juli 2021
Guru Mata Pelajaran,

Arifin, S.Si.
NIP. 19820426 201001 1 020

LEMBAR KEGIATAN PEMBELAJARAN MURID (LKPM)

Sekolah : SMAN 3 Dompu

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/1

Judul : Dinamika Rotasi Benda Tegar

A. Kompetensi Dasar

KD. 3.1

Menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari hari

KD. 4.1

Melakukan percobaan yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar

B. Indikator

1. Menunjukkan penerapan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari hari
2. Menjelaskan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari hari
3. Menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari hari
4. Melakukan percobaan yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar
5. Melakukan presentasi hasil percobaan yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar

C. Petunjuk Belajar

1. Baca dengan cermat buku sumber/LKPM tentang materi yang akan dipelajari
2. Kerjakan latihan soal yang terdapat pada LKPM dalam kelompok kerja.
3. Diskusikan terlebih dahulu dengan teman kelompok kalian.
4. Presentasikan hasil diskusi dan kerja kelompok kalian di depan kelas.
5. Hasil kerja LKPM kemudian dikumpulkan.

D. Informasi

Dinamika rotasi adalah ilmu yang mempelajari tentang gerak rotasi (berputar) dengan memerhatikan aspek penyebabnya, yaitu momen gaya. Momen gaya atau yang lebih dikenal dengan torsi ini akan menyebabkan terjadinya percepatan sudut. Suatu benda dikatakan melakukan gerak rotasi (berputar) jika semua bagian benda bergerak mengelilingi poros atau sumbu putar. Sumbu putar benda terletak pada salah satu bagian dari benda tersebut.

A. Momen Gaya

Momen gaya atau torsi merupakan besaran vektor. Torsi adalah hasil perkalian silang antara vektor posisi r dan vektor gaya F . Secara matematis, torsi dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\tau = r \times F$$

Besarnya torsi:

$$\tau = rF \sin \theta$$

$$\tau = r \perp F$$

Keterangan:

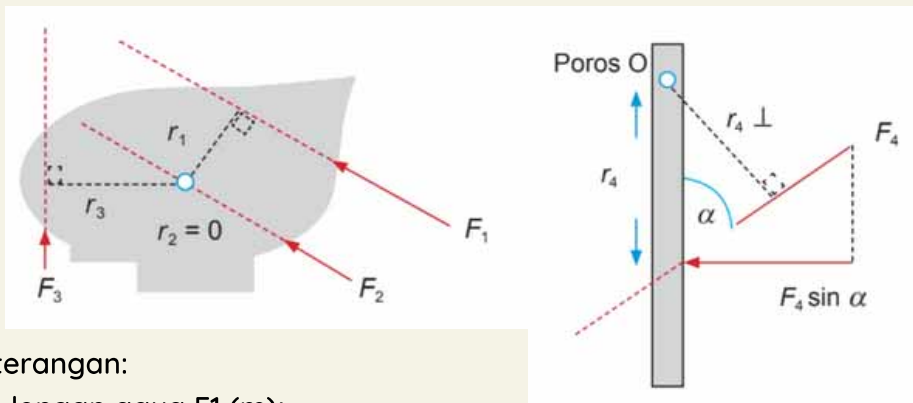
τ = torsi (Nm);

$r \perp$ = lengan gaya (m);

F = besar gaya(N); serta

θ = sudut antara vektor posisi r dan vektor gaya F (derajat).

Lengan gaya adalah panjang garis yang ditarik dari titik poros sampai memotong tegak lurus garis kerja gaya F . Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar berikut.



Keterangan:

r_1 = lengan gaya F_1 (m);

$r_2 = 0$ (tidak ada lengan gaya);

r_3 = lengan gaya F_3 (m); dan

r_4 = lengan gaya F_4 (m).

Ketika menghitung momen gaya suatu benda, harus diperhatikan kecenderungan berputarnya benda tersebut. Untuk itu, dibuatlah perjanjian tanda momen gaya berikut.

- Momen gaya τ diberi tanda negatif jika cenderung memutar benda searah jarum jam.
- Momen gaya τ diberi tanda positif jika cenderung memutar benda berlawanan arah jarum jam.

Torsi merupakan hasil perkalian silang antara dua buah vektor. Untuk itu, kamu harus memahami hasil perkalian silang antara dua buah vektor satuan berikut.

$$\begin{aligned}
 i \times j &= k \quad \text{dan} \quad j \times i = -k \\
 j \times k &= i \quad \text{dan} \quad k \times j = -i \\
 k \times i &= j \quad \text{dan} \quad i \times k = -j \\
 i \times i &= j \times j = k \times k = 0
 \end{aligned}$$

B. Momen Inersia

Momen inersia merupakan besaran yang menyatakan ukuran kecenderungan benda untuk tetap mempertahankan keadaannya (kelembaman). Pada gerak rotasi, momen inersia juga dapat menyatakan ukuran kemampuan benda untuk mempertahankan kecepatan sudut rotasinya. Benda yang sukar berputar atau benda yang sulit dihentikan saat berputar memiliki momen inersia yang besar, dan sebaliknya.

Momen inersia didefinisikan sebagai hasil kali antara massa partikel dan kuadrat jarak partikel dari sumbu rotasi. Secara matematis, momen inersia dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$I = mr^2$$

Keterangan:

I = momen inersia (kgm^2);

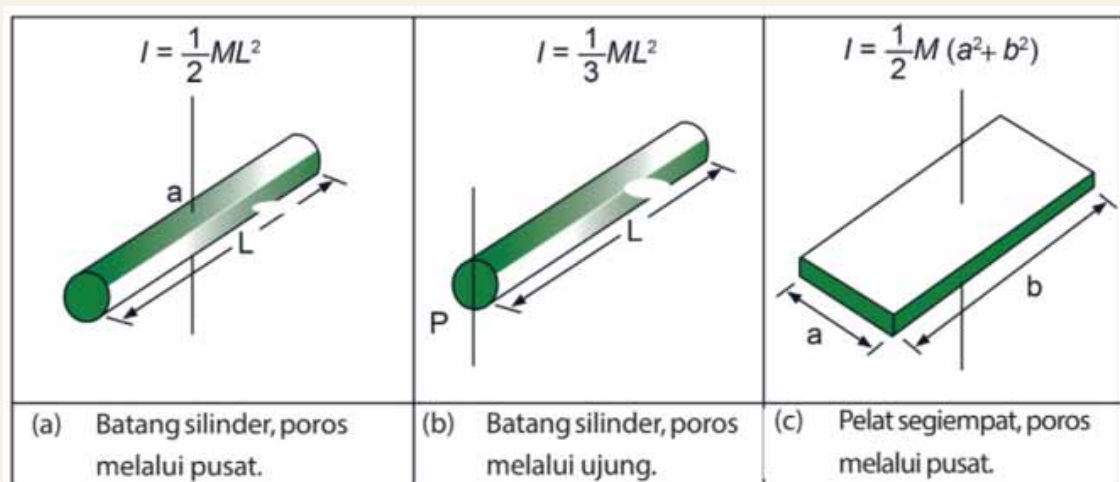
m = massa partikel (kg); dan

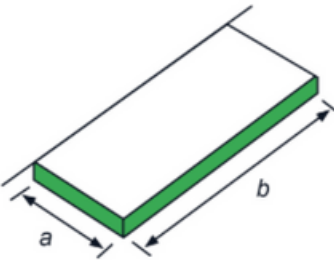
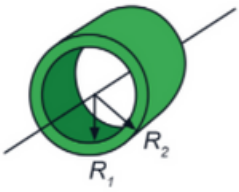
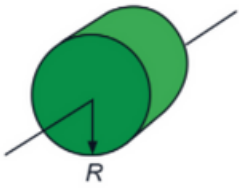
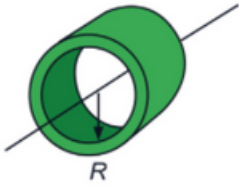


r = jarak partikel dari sumbu rotasi (m).

Jika terdapat sejumlah partikel dengan massa masing-masing m_1 , m_2 , m_3 , ... dan memiliki jarak r_1 , r_2 , r_3 , ... terhadap poros, maka momen inersia totalnya adalah penjumlahan momen inersia setiap partikel, yaitu sebagai berikut.

$$I = \sum_i m_i r_i^2 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \dots$$

Benda-benda yang teratur bentuknya dan berotasi pada sumbu tertentu memiliki persamaan momen inersia seperti pada gambar berikut.



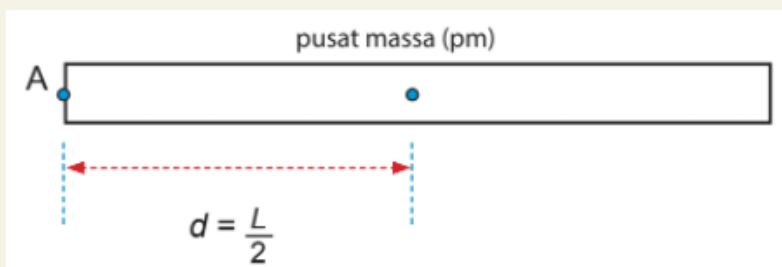
$I = \frac{1}{3}Ma$ 	$I = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)$ 	$I = \frac{1}{2}MR^2$ 
(d) Pelat segiempat tipis, poros sepanjang tepi.	(e) Silinder berongga.	(f) Silinder pejal.
$I = MR^2$ 	$I = \frac{2}{5}MR^2$ 	$I = \frac{2}{3}MR^2$ 
(g) Silinder tipis berongga.	(h) Bola pejal.	(i) Bola tipis berongga.

C. Teorema Sumbu Sejajar

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, kita telah mengetahui bahwa momen inersia batang silinder bermassa M dengan panjang L yang porosnya melalui pusat massa adalah $I_{pm} = \frac{1}{12}ML^2$. Jika porosnya digeser sejauh d terhadap sebarang sumbu yang sejajar dengan sumbu pusat massa, maka momen inersianya dapat ditentukan dengan menggunakan teorema sumbu sejajar berikut.

$$I_s + I_{pm} + Md^2$$

Misalkan batang tersebut memiliki poros yang melalui salah satu ujungnya, yaitu A.



Berdasarkan teorema sumbu sejajar, besarnya momen inersia pada A adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 I_A &= I_{pm} + Md^2 \\
 &= \frac{1}{12}ML^2 + M\left(\frac{L}{2}\right)^2 \\
 &= \frac{1}{12}ML^2 + \frac{1}{4}ML^2 \\
 &= \frac{1}{12}ML^2 + \frac{3}{12}ML^2 \\
 &= \frac{1}{3}ML^2
 \end{aligned}$$

Jadi, momen inersia batang yang memiliki poros pada salah satu ujungnya adalah $I_A = \frac{1}{3}ML^2$.

D. Hubungan Momen Gaya dengan Percepatan Sudut

Analog dengan hukum II Newton pada gerak translasi, dengan F analog dengan τ , m analog dengan I , dan a analog dengan α , maka hubungan antara momen gaya/torsi dengan percepatan sudut pada gerak rotasi dapat ditulis sebagai berikut.

$$\tau = I\alpha$$

Keterangan:

τ = momen gaya/ torsi (Nm);

I = momen inersia ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$); dan

α = percepatan sudut (rad/s^2).

E. Energi Kinetik Rotasi

Benda yang berputar terhadap poros tertentu memiliki energi kinetik rotasi yang dapat diturunkan dari energi kinetik translasi berikut.

$$Ek = \frac{1}{2}mv^2$$

Oleh karena $v = \omega R$, maka:

$$\begin{aligned} Ek &= \frac{1}{2}m(\omega R)^2 \\ &= \frac{1}{2}m\omega^2 R^2 \\ &= \frac{1}{2}mR^2 \omega^2 \end{aligned}$$

Oleh karena $mR^2 = I$, maka energi kinetik benda yang bergerak rotasi dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Ek_{rot} = \frac{1}{2}I\omega^2$$

Keterangan:

Ek_{rot} = energi kinetik rotasi (J);

I = momen inersia (kgm^2); dan

ω = kecepatan sudut (rad/s).

Apabila suatu benda bergerak menggelinding, maka benda tersebut melakukan gerak translasi sekaligus gerak rotasi. Oleh karena itu, energi kinetik yang dimiliki benda juga terdiri atas energi kinetik translasi dan rotasi.

$$\begin{aligned} Ek &= Ek_{trans} + Ek_{rot} \\ Ek &= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 \end{aligned}$$

F. Momen Sudut

Momentum sudut didefinisikan sebagai perkalian silang antara vektor momentum linear benda p dan vektor posisi r . Secara matematis, momentum sudut dirumuskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 L &= \mathbf{p} \times \mathbf{r} \\
 &= mvr \sin \theta \\
 &= mvr \sin 90^\circ \quad \text{Ingat: } v = \omega r! \\
 &= m(\omega r)r \\
 &= mr^2\omega \quad \text{Ingat: } I = mr^2! \\
 &= I\omega
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, besarnya momentum sudut benda berotasi dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$L = I\omega$$

Keterangan:

L = momentum sudut (kgm^2/s);

I = momen inersia (kgm^2); dan

ω = kecepatan sudut (rad/s).

Jika momen gaya luar yang bekerja pada benda adalah nol, maka berlaku hukum kekekalan momentum sudut, yaitu momentum sudut awal sama dengan momentum sudut akhir. Secara matematis, hukum kekekalan momentum sudut dirumuskan sebagai berikut.

Untuk satu benda:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{awal}} &= L_{\text{akhir}} \\
 I\omega &= I'\omega'
 \end{aligned}$$

Keterangan:

I = momen inersia awal benda (kgm^2);

I' = momen inersia akhir benda (kgm^2);

ω = kecepatan sudut awal benda (rad/s); dan

ω' = kecepatan sudut akhir benda (rad/s).

Untuk dua benda:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{awal}} &= L_{\text{akhir}} \\
 I_1\omega_1 + I_2\omega_2 &= I_1\omega_1' + I_2\omega_2'
 \end{aligned}$$

Keterangan:

I_1 = momen inersia benda 1 (kgm^2);

I_2 = momen inersia benda 2 (kgm^2);

ω_1 = kecepatan sudut awal benda 1 (rad/s);

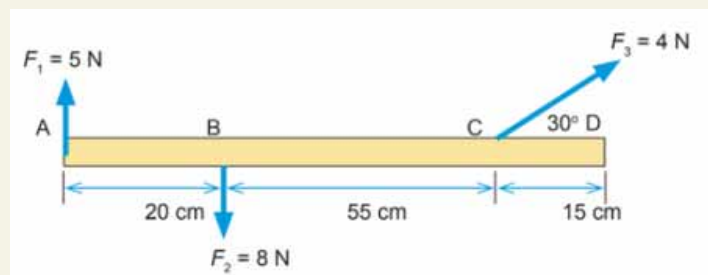
ω_2 = kecepatan sudut awal benda 2 (rad/s);

ω_1' = kecepatan sudut akhir benda 1 (rad/s); dan

ω_2' = kecepatan sudut akhir benda 2 (rad/s).

Latihan Soal!

1. Tiga buah gaya bekerja pada batang AD yang bermassa 2 kg seperti pada gambar. Hitunglah resultan momen gaya terhadap titik B! ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



2. Suatu gaya $F = (6i + 8j) \text{ N}$ berada pada posisi $r = (3i + 2j) \text{ m}$ dari sumbu koordinatnya. Tentukan besar torsi yang ditimbulkan oleh gaya F tersebut.