LKPD FISIKA • KELAS XI • PERTEMUAN 1

Momen Inersia: Dari Konsep sampai HOTS

Rancangan kegiatan 2 JP (2 × 45 menit) • konsep dasar, contoh soal, dan soal bervariasi

2 JP · 90′ menit

Nama _____ **Kelas** _____ **Tanggal** _____

Tujuan Pembelajaran

- Menjelaskan pengertian dan faktor yang mempengaruhi momen inersia.
- Menghitung momen inersia partikel, sistem partikel, dan benda tegar sederhana.
- Menghubungkan momen gaya, momen inersia, dan percepatan sudut ($\Sigma\tau = I\,\alpha$).
- Menganalisis soal momen inersia berbentuk tabel, data, dan penalaran (HOTS/TKA).

Alur Kegiatan 2 JP — 90 menit

JP 1 • 45 menit

- 0–10′ Pemantik dan tujuan
- 10–25′ Eksplorasi: putar penggaris dan koin
- 25–45′ Konsep dasar dan tabel rumus

JP 2 • 45 menit

- 45–60′ Contoh soal 1–3 (dibahas bersama)
- 60–85′ Latihan bervariasi A–G
- 85–90′ Refleksi dan tiket keluar

1 Kegiatan Eksplorasi: Putar Penggaris — 15 menit

Alat: penggaris plastik 30 cm, 2 koin sama, selotip.

1. Tempel dua koin dekat tengah penggaris. Pegang penggaris di tengah dan putar-putar (ayun) dengan jari.
2. Pindahkan kedua koin ke ujung-ujung penggaris. Ulangi cara memutar yang sama.
3. Bandingkan, lalu isi tabel di samping.

Kesimpulan: semakin jauh massa dari poros, momen inersia semakin ____ **(besar/kecil).**

Pengamatan	Koin dekat poros	Koin jauh dari poros
Terasa	○ mudah ○ sulit	○ mudah ○ sulit
Momen inersia	○ kecil ○ besar	○ kecil ○ besar

Pertanyaan pemantik: mengapa roda bermassa terpusat di tepi lebih sulit diputar daripada yang massanya di tengah?

.....

.....

2 Konsep Dasar — 25 menit

1. Pengertian

Momen inersia (I) adalah ukuran kelembaman benda terhadap gerak rotasi, yaitu seberapa sulit benda diubah gerak putarnya. Dalam rotasi, I berperan seperti massa pada gerak lurus.

2. Rumus Dasar

$$I = m\,r^2 \;;\; I = \Sigma\, m\,r^2$$

Untuk sistem partikel, jumlahkan $m\,r^2$ tiap partikel terhadap poros yang sama. r adalah jarak tegak lurus partikel ke poros. Satuan: kg·m².

3. Faktor yang Mempengaruhi

- massa benda (m)
- distribusi massa, yaitu jarak massa ke poros (r)
- letak sumbu putar (poros)

4. Hukum II Newton untuk Rotasi

$$\Sigma\tau = I\,\alpha$$

τ dalam N·m dan α dalam rad/s². Untuk τ yang sama, I besar berarti α kecil.

3 Rumus Benda Tegar

Benda (poros melalui pusat)	I
Partikel bermassa m	$m\,r^2$
Cincin tipis / silinder berongga tipis	$m\,R^2$
Silinder pejal / cakram pejal	$\frac{1}{2}\,m\,R^2$
Bola pejal	$\frac{2}{5}\,m\,R^2$
Batang homogen, poros di tengah	$\frac{1}{12}\,m\,L^2$
Batang homogen, poros di ujung	$\frac{1}{3}\,m\,L^2$

5. Analogi Translasi dan Rotasi

Translasi	Rotasi
massa m	momen inersia I
gaya F	momen gaya τ
percepatan a	percepatan sudut α
$\Sigma F = m\,a$	$\Sigma\tau = I\,\alpha$

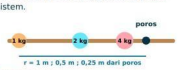
★ Pengayaan: Teorema Sumbu Sejajar

Jika poros digeser sejauh d dari pusat massa: $I = I_{pm} + m\,d^2$. Contoh batang: $\frac{1}{12}\,m\,L^2 + m\,(L/2)^2 = \frac{1}{3}\,m\,L^2$.

4 Contoh Soal dan Pembahasan — 15 menit

Contoh 1 • Sistem partikel

Massa 1 kg, 2 kg, dan 4 kg dipasang pada batang ringan, berjarak 1 m, 0,5 m, dan 0,25 m dari poros. Hitung momen inersia sistem.



Pembahasan:

$I = \Sigma\, m\,r^2$

$I = 1(1)^2 + 2(0{,}5)^2 + 4(0{,}25)^2$

$I = 1 + 0{,}5 + 0{,}25$

I = 1,75 kg·m²

Contoh 2 • Benda tegar

Batang homogen bermassa 6 kg dan panjang 1 m. Hitung momen inersia jika poros (a) di tengah, (b) di salah satu ujung.



Pembahasan:

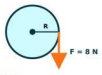
(a) $I = \frac{1}{12}\,m\,L^2 = \frac{1}{12}(6)(1)^2 = 0{,}5$

(b) $I = \frac{1}{3}\,m\,L^2 = \frac{1}{3}(6)(1)^2 = 2$

(a) **0,5 kg·m²**; (b) **2 kg·m²** (4 kali lebih besar)

Contoh 3 • Στ = Iα

Cakram pejal 4 kg berjari-jari 0,5 m diputar oleh gaya tangensial 8 N di tepinya. Berapa percepatan sudutnya?



Pembahasan:

$I = \frac{1}{2}\,m\,R^2 = \frac{1}{2}(4)(0{,}5)^2 = 0{,}5$

$\tau = F\,R = 8 \times 0{,}5 = 4\ N{\cdot}m$

$\alpha = \tau / I = 4 / 0{,}5$

α = 8 rad/s²

5 Latihan Soal Bervariasi — 25 menit • ✓ wajib ◐ pilihan ✦ tantangan

A. Pilihan Ganda — wajib

1. Momen inersia suatu benda tidak bergantung pada ....

○ massa benda ○ distribusi massa ○ letak sumbu putar ○ kecepatan sudut

2. Massa 4 kg dan 1 kg dipasang pada batang ringan, masing-masing 0,3 m dan 0,4 m dari poros. Momen inersia sistem adalah ....

○ 0,28 kg·m² ○ 0,40 kg·m² ○ 0,52 kg·m² ○ 0,70 kg·m²

3. Silinder pejal dan cincin tipis memiliki massa dan jari-jari sama. Yang lebih sulit diputar terhadap sumbunya adalah ....

○ silinder pejal ○ cincin tipis ○ sama sulit

C. Benar atau Salah — wajib

Batang homogen bermassa 3 kg dan panjang 2 m.

Pernyataan	B	S
I (poros di tengah) = 1 kg·m².	○	○
I (poros di ujung) = 2 kg·m².	○	○
I (poros di ujung) = 4 × I (poros di tengah).	○	○
Massa dijadikan 2 kali (poros tetap), I menjadi 2 kali.	○	○

B. Pilihan Ganda Kompleks — pilihan

Pilih semua pernyataan yang benar tentang momen inersia.

- ☐ Satuannya kg·m².
- ☐ Semakin jauh massa dari poros, momen inersia semakin besar.
- ☐ Hanya ditentukan oleh massa benda.
- ☐ Batang yang diputar di ujung memiliki I lebih besar daripada diputar di tengah.

D. Isian Singkat — wajib

1. Cakram pejal 6 kg, jari-jari 0,2 m.

I = _____ kg·m²

2. Bola pejal 5 kg, jari-jari 0,1 m.

I = _____ kg·m²

F. Analisis Data (TKA) — pilihan

Data percobaan satu partikel pada jarak r dari poros:

r (m)	0,1	0,2	0,3	0,4
I (kg·m²)	0,02	0,08	0,18	0,32

I berbanding lurus dengan ....

○ r ○ r² ○ 1/r ○ 1/r²

Massa partikel = _____ **kg**

E. Menjodohkan — pilihan

Cincin tipis	$\frac{1}{2}\,m\,R^2$
Cakram pejal	$\frac{1}{12}\,m\,L^2$
Bola pejal	$m\,R^2$
Batang, poros di tengah	$\frac{2}{5}\,m\,R^2$

tarik garis

G. Uraian HOTS — tantangan

1. Roda A (cincin tipis) dan roda B (cakram pejal) bermassa 2 kg dan berjari-jari sama. Gaya yang sama diberikan tangensial pada tepi masing-masing. Roda mana yang percepatan sudutnya lebih besar? Tentukan perbandingan $\alpha_A : \alpha_B$ dan jelaskan.

.....

.....

.....

2. Dua bola 1 kg dihubungkan batang ringan sepanjang 0,8 m. Hitung momen inersia jika poros (a) di pusat batang dan (b) di salah satu bola. Bandingkan hasilnya dan jelaskan penyebabnya.

.....

.....

.....

6 Refleksi dan Tiket Keluar — 5 menit

Pemahamanku tentang momen inersia:

😄 Paham sekali | 🙂 Cukup paham | 😕 Masih bingung

Tiket keluar: Mengapa penari berputar lebih mudah bila kedua tangan dirapatkan ke badan?

.....

.....

➡ **Pertemuan berikutnya:** energi kinetik rotasi dan momentum sudut. Momen inersia yang kamu pelajari hari ini akan dipakai kembali.

Pahami konsepnya, kuasai penerapannya, siap menuju HOTS

LIVEWORKSHEETS