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 |
| $\Sigma F = m\,a$ | $\Sigma\tau = I\,\alpha$ |

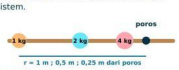
**★ Pengayaan: Teorema Sumbu Sejajar**

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:**

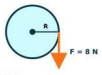
(a) $I = \frac{1}{12}\,m\,L^2 = \frac{1}{12}(6)(1)^2 = 0{,}5$

(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