

PEMBAHASAN SOAL TKA FISIKA

Panduan Lengkap, Strategi Berpikir, dan Analisis Konsep untuk Siswa SMA

A. Pendahuluan

Halo siswa-siswi hebat! Selamat datang dalam panduan pembahasan menyeluruh Tes Kemampuan Akademik (TKA) Fisika. Dokumen ini disusun secara khusus oleh guru Fisika SMA untuk membantu kalian memahami konsep-konsep mendasar, membangun alur logika berpikir yang sistematis, serta menguasai strategi taktis dalam menyelesaikan soal-soal TKA Fisika dengan tepat dan efisien.

Fisika bukanlah sekadar menghafal rumus, melainkan ilmu tentang memahami fenomena alam dan memodelkannya secara matematis. Oleh karena itu, dalam modul pembahasan ini, setiap soal didekati melalui analisis mendalam: mulai dari mengidentifikasi informasi penting, memahami latar belakang konsep fisiknya, menyusun strategi penyelesaian, melakukan perhitungan matematis secara step-by-step, hingga menelaah potensi kesalahan/miskonsepsi yang sering timbul. Manfaatkan panduan ini secara optimal untuk melatih ketajaman analisis dan rasa percaya diri kalian menghadapi ujian TKA mendatang. Selamat belajar!

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 1

Soal:

Seorang pemain sepak bola menendang bola dengan kecepatan awal 20 m/s pada sudut elevasi 30° terhadap tanah horizontal. Jika percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$, lama waktu bola berada di udara sampai kembali menyentuh tanah adalah...

- A. 1,0 sekon
- B. 1,5 sekon
- C. 2,0 sekon
- D. 2,5 sekon
- E. 3,0 sekon

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kecepatan awal (v_0)	20 m/s
Sudut elevasi (θ)	30°
Percepatan gravitasi (g)	10 m/s ²
Ditanyakan	Lama waktu bola berada di udara sampai kembali

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Gerak Parabola (Gerak Peluru). Gerak parabola merupakan perpaduan antara Gerak Lurus Beraturan (GLB) pada arah horizontal (sumbu-X) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) pada arah vertikal (sumbu-Y) di bawah pengaruh percepatan gravitasi bumi.

Makna Fisika: Pada arah vertikal, bola bergerak naik melambat karena ditarik oleh gravitasi hingga kecepatan vertikalnya menjadi nol di titik tertinggi ($v_y = 0$), kemudian bergerak turun dipercepat kembali ke tanah. Waktu yang dibutuhkan untuk naik dari tanah ke titik tertinggi sama persis dengan waktu yang dibutuhkan untuk turun dari titik tertinggi kembali ke tanah.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah bahwa bola melakukan gerak parabola simetris (ditembakkan dari tanah horizontal dan mendarat kembali di tanah horizontal).

Dari informasi pada soal, kita dapat mengetahui kecepatan awal v_0 , sudut elevasi θ , dan percepatan gravitasi g .

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah menghitung waktu untuk mencapai titik puncak ($t_{\text{puncak}} = v_0 \sin \theta / g$), lalu mengalikannya dengan dua untuk mendapatkan waktu total melayang di udara ($t_{\text{total}} = 2 \times t_{\text{puncak}}$).

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $v_0 = 20 \text{ m/s}$
- $\theta = 30^\circ$ ($\sin 30^\circ = 0,5$)
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

2. Ditanyakan:

- $t_{\text{total}} = \dots ?$

3. Konsep/Persamaan:

- Komponen kecepatan awal arah vertikal: $v_{0y} = v_0 \sin \theta$
- Waktu mencapai puncak ($v_y = 0$): $t_{\text{puncak}} = v_{0y} / g = (v_0 \sin \theta) / g$
- Waktu total di udara: $t_{\text{total}} = 2 \times t_{\text{puncak}} = (2 v_0 \sin \theta) / g$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $t_{\text{total}} = (2 \times 20 \times \sin 30^\circ) / 10$
- $t_{\text{total}} = (40 \times 0,5) / 10$
- $t_{\text{total}} = 20 / 10 = 2,0 \text{ s}$

5. Jawaban Akhir:

- $t_{\text{total}} = 2,0$ sekon (Pilihan C)

Jawaban Akhir: C. 2,0 sekon

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Siswa sering lupa mengalikan waktu puncak dengan 2, sehingga hanya menghitung $t_{\text{puncak}} = 1,0$ s (menjawab A).
- Menggunakan cosinus bukannya sinus untuk komponen vertikal (tertukar antara komponen v_x dan v_y).
- Lupa mengonversi atau keliru memasukkan nilai $\sin 30^\circ$.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 1

- Waktu ke titik tertinggi: $t_{\text{puncak}} = (v_o \sin \theta) / g$
- Waktu total melayang di udara (tanah ke tanah): $t_{\text{total}} = 2 \times t_{\text{puncak}} = (2 v_o \sin \theta) / g$
- Komponen vertikal (sumbu-Y) menggunakan $\sin \theta$, sedangkan komponen horizontal (sumbu-X) menggunakan $\cos \theta$.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 2

Soal:

Dua buah wahana air mancur menyembrotkan air dengan kecepatan awal yang sama besar. Air mancur A disemprotkan dengan sudut elevasi 15° , sedangkan air mancur B disemprotkan dengan sudut elevasi 30° . Perbandingan jangkauan mendarat maksimum antara air mancur A dan B ($X_{\text{maks A}} : X_{\text{maks B}}$) adalah...

- A. 1 : 2
- B. 1 : $\sqrt{3}$
- C. $\sqrt{3}$: 1
- D. 1 : 1
- E. 2 : 3

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kecepatan awal ($v_{oA} = v_{oB}$)	v_o (sama)
Sudut elevasi A (θ_A)	15°
Sudut elevasi B (θ_B)	30°

Percepatan gravitasi (g)	g (sama)
Ditanyakan	Perbandingan jangkauan mendatar maksimum air mancur A dan B ($X_{maks} A : X_{maks} B$).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji konsep Jangkauan Mendatar Maksimum (X_{maks}) pada Gerak Parabola.

Makna Fisika: Jangkauan mendatar maksimum adalah jarak horizontal terjauh yang dicapai benda dari titik awal penembakan hingga kembali ke ketinggian yang sama. Besarnya dipengaruhi oleh kuadrat kecepatan awal (v_o^2) dan fungsi trigonometri dua kali sudut elevasi ($\sin 2\theta$).

Sifat Khusus Trigonometri: Nilai $\sin 2\theta$ menentukan seberapa optimal sudut tembak terhadap jarak horizontal. Sudut elevasi komplementer ($\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$) akan menghasilkan nilai $\sin 2\theta$ yang berbeda kecuali jika $\sin 2\theta$ disubstitusi dengan benar.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah bahwa kecepatan awal (v_o) dan percepatan gravitasi (g) untuk kedua air mancur bernilai sama.

Dari informasi pada soal, perbedaan satu-satunya antar wahana berada pada sudut elevasinya ($\theta_A = 15^\circ$ dan $\theta_B = 30^\circ$).

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah membuat rasio/perbandingan rumus $X_{maks} = (v_o^2 \sin 2\theta) / g$, di mana variabel v_o^2 dan g dapat dicoret, sehingga perbandingan hanya bergantung pada nilai $\sin(2\theta)$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $v_{oA} = v_{oB} = v_o$
- $\theta_A = 15^\circ \rightarrow 2\theta_A = 30^\circ$
- $\theta_B = 30^\circ \rightarrow 2\theta_B = 60^\circ$

2. Ditanyakan:

- $X_{maks} A : X_{maks} B = \dots ?$

3. Konsep/Persamaan:

- Rumus Jangkauan Maksimum: $X_{maks} = (v_o^2 \sin 2\theta) / g$
- Karena v_o dan g sama, maka $X_{maks} \propto \sin 2\theta$
- $X_{maks} A / X_{maks} B = \sin(2\theta_A) / \sin(2\theta_B)$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $X_{\text{maks A}} / X_{\text{maks B}} = \sin(2 \times 15^\circ) / \sin(2 \times 30^\circ)$
- $X_{\text{maks A}} / X_{\text{maks B}} = \sin 30^\circ / \sin 60^\circ$
- $X_{\text{maks A}} / X_{\text{maks B}} = (1/2) / (1/2 \sqrt{3}) = 1 / \sqrt{3}$
- Jadi perbandingannya adalah $1 : \sqrt{3}$

5. Jawaban Akhir:

- $X_{\text{maks A}} : X_{\text{maks B}} = 1 : \sqrt{3}$ (Pilihan B)

Jawaban Akhir: B. $1 : \sqrt{3}$

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menggunakan $\sin \theta$ langsung tanpa mengalikan sudut dengan 2 (menghitung $\sin 15^\circ / \sin 30^\circ$).
- Menganggap jangkauan berbanding lurus langsung dengan sudut elevasi ($15:30 = 1:2$, memilih jawaban A).
- Miskonsepsi bahwa sudut komplementer menghasilkan jarak sama (itu terjadi jika $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$, misal 30° dan 60° , bukan 15° dan 30°).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 2

- Rumus Jangkauan Mendatar Maksimum: $X_{\text{maks}} = (v_0^2 \sin 2\theta) / g$
- Ingat! Fungsi trigonometrinya adalah $\sin(2\theta)$, bukan $2 \sin(\theta)$ atau $\sin(\theta)$.
- Dua sudut elevasi yang berjumlah 90° (komplementer, misal 30° & 60° , atau 15° & 75°) akan menghasilkan jangkauan maksimum yang SAMA.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 3

Soal:

Wahana bianglala di taman hiburan memiliki jari-jari 10 meter dan berputar konstan (GMB) melengkapi satu putaran penuh setiap 20 detik. Kelajuan linier yang dirasakan oleh penumpang pada kabin bianglala tersebut adalah...

- A. $0,5\pi$ m/s
- B. $0,8\pi$ m/s
- C. $1,0\pi$ m/s
- D. $2,0\pi$ m/s
- E. $4,0\pi$ m/s

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Jari-jari bianglala (R)	10 m

Waktu 1 putaran penuh / Periode (T)	20 s
Ditanyakan	Kelajuan linier penumpang pada kabin bianglala (v).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Gerak Melingkar Beraturan (GMB).

Makna Fisika: Kelajuan linier (v) adalah jarak tempuh linier per satuan waktu. Dalam gerak melingkar, satu putaran penuh menempuh jarak sejauh keliling lingkaran ($2\pi R$) dalam selang waktu satu periode (T).

Kecepatan sudut (ω) menyatakan besar sudut yang ditempuh per detik ($\omega = 2\pi/T$), sehingga kelajuan linier merupakan perkalian antara kecepatan sudut dengan jari-jari lintasan ($v = \omega R$).

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah istilah 'satu putaran penuh setiap 20 detik', yang secara langsung memberikan informasi besarnya Periode ($T = 20$ s).

Dari informasi pada soal, kita telah mengetahui nilai jari-jari $R = 10$ m dan periode $T = 20$ s.

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah hubungan kelajuan linier dengan keliling lintasan dan periode: $v = (2 \pi R) / T$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $R = 10$ m
- $T = 20$ s

2. Ditanyakan:

- $v = \dots ?$

3. Konsep/Persamaan:

- $v = (2 \pi R) / T$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $v = (2 \times \pi \times 10) / 20$
- $v = (20 \pi) / 20$
- $v = 1,0 \pi$ m/s

5. Jawaban Akhir:

- $v = 1,0 \pi$ m/s (Pilihan C)

Jawaban Akhir: C. $1,0\pi$ m/s

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Tertukar antara periode (T) dan frekuensi (f).
- Mengabaikan simbol π dalam perhitungan atau salah membagi angka.
- Menggunakan rumus percepatan sentripetal alih-alih kelajuan linier.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 3

- Periode (T) = Waktu untuk 1 putaran penuh (sekon).
- Frekuensi (f) = Jumlah putaran dalam 1 sekon (Hz). Hubungan: $T = 1/f$.
- Kelajuan Linier: $v = (2 \pi R) / T = 2 \pi f R = \omega R$.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 4

Soal:

Sebuah benda bergerak melingkar beraturan. Grafik di atas menunjukkan hubungan antara percepatan sentripetal (a_s) terhadap kuadrat kecepatan linier (v^2). Berdasarkan grafik tersebut, jari-jari lintasan melingkar benda adalah...

(Titik pada grafik: $v^2 = 100 \text{ m}^2/\text{s}^2$, $a_s = 20 \text{ m/s}^2$)

- A. 2,5 m
- B. 5,0 m
- C. 7,5 m
- D. 10,0 m
- E. 12,5 m

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sumbu vertikal (Percepatan Sentripetal, a_s)	20 m/s^2
Sumbu horizontal (Kuadrat Kecepatan, v^2)	$100 \text{ m}^2/\text{s}^2$
Ditanyakan	Jari-jari lintasan melingkar benda (R).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menggabungkan analisis Grafik dengan Hukum Gerak Melingkar Beraturan (GMB).

Makna Fisika: Percepatan sentripetal (a_s) adalah percepatan yang selalu mengarah ke pusat lingkaran dan berfungsi mengubah arah kecepatan linier benda. Hubungan matematisnya dengan

kelajuan linier v dan jari-jari R adalah $a_s = v^2 / R$.

Kemiringan (gradien) dari grafik a_s terhadap v^2 mewakili nilai $(1/R)$.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah membaca koordinat titik yang ditunjuk dengan jelas pada grafik, yaitu $(v^2, a_s) = (100, 20)$.

Dari informasi pada grafik, kita mendapatkan nilai $v^2 = 100 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ketika $a_s = 20 \text{ m/s}^2$.

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah mengatur ulang rumus percepatan sentripetal $a_s = v^2 / R$ menjadi $R = v^2 / a_s$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui (dari grafik):

- $v^2 = 100 \text{ m}^2/\text{s}^2$
- $a_s = 20 \text{ m/s}^2$

2. Ditanyakan:

- $R = \dots ?$

3. Konsep/Persamaan:

- $a_s = v^2 / R \rightarrow R = v^2 / a_s$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $R = 100 / 20$
- $R = 5,0 \text{ m}$

5. Jawaban Akhir:

- $R = 5,0 \text{ m}$ (Pilihan B)

Jawaban Akhir: B. 5,0 m

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Terbalik memasukkan rumus menjadi $R = a_s / v^2$ (menghasilkan $20/100 = 0,2 \text{ m}$).
- Mengkuadratkan kembali nilai 100 karena menyangka 100 adalah v (padahal sumbu X sudah menyatakan v^2).
- Menganggap gradien grafik langsung sebagai jari-jari R .

INTI KONSEP SOAL NOMOR 4

- Percepatan Sentripetal: $a_s = v^2 / R = \omega^2 R$
- Perhatikan sumbu grafik dengan teliti! Sumbu X adalah v^2 (kuadrat kecepatan), BUKAN v .

- Jari-jari lintasan: $R = v^2 / a_s$.



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 5

Soal:

Sebuah batu dilemparkan dari permukaan tanah dengan kecepatan awal $v_0 = 25 \text{ m/s}$ dan sudut elevasi ϑ ($\cos \vartheta = 0,8$ dan $\sin \vartheta = 0,6$). Saat batu mencapai titik tertinggi dalam lintasannya, besar kecepatan total batu tersebut adalah...

- A. 0 m/s
- B. 12 m/s
- C. 15 m/s
- D. 20 m/s
- E. 25 m/s

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kecepatan awal (v_0)	25 m/s
Sudut elevasi ($\cos \theta$, $\sin \theta$)	$\cos \theta = 0,8$; $\sin \theta = 0,6$
Ditanyakan	Besar kecepatan total batu saat mencapai titik tertinggi (v_{puncak}).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji pemahaman mendalam tentang vektor kecepatan pada Gerak Parabola.

Makna Fisika: Gerak parabola terdiri dari sumbu-X (GLB) dan sumbu-Y (GLBB). Di titik tertinggi (puncak), komponen kecepatan vertikal (v_y) bernilai NOL karena benda berhenti sejenak secara vertikal sebelum berbalik arah jatuh.

Namun, komponen kecepatan horizontal (v_x) TIDAK PERNAH NOL selama melayang di udara, karena tidak ada percepatan pada arah horizontal (gesekan udara diabaikan). Kecepatan total di titik tertinggi sama dengan v_x .

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah konsep bahwa kecepatan di puncak gerak parabola BUKAN nol total, melainkan hanya $v_y = 0$.

Dari informasi pada soal, kecepatan horizontal bersifat konstan: $v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta$.

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah menghitung $v_x = v_0 \cos \theta$, yang secara langsung merupakan kecepatan total benda di titik tertinggi.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $v_0 = 25 \text{ m/s}$
- $\cos \theta = 0,8$
- $\sin \theta = 0,6$

2. Ditanyakan:

- Kecepatan total di titik tertinggi (v_{puncak}) = ... ?

3. Konsep/Persamaan:

- Di titik tertinggi: $v_y = 0$
- Kecepatan horizontal (konstan): $v_x = v_0 \cos \theta$
- Kecepatan total: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_x^2 + 0} = v_x$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $v_{\text{puncak}} = v_x = v_0 \cos \theta$
- $v_{\text{puncak}} = 25 \times 0,8 = 20 \text{ m/s}$

5. Jawaban Akhir:

- Kecepatan total di puncak = 20 m/s (Pilihan D)

Jawaban Akhir: D. 20 m/s

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi utama: Menganggap kecepatan total di titik tertinggi bernilai NOL (memilih A).
- Salah memilih fungsi trigonometri, menggunakan $\sin \theta$ alih-alih $\cos \theta$ (menghitung $25 \times 0,6 = 15 \text{ m/s}$, memilih C).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 5

- Di titik tertinggi gerak parabola: $v_y = 0$, tetapi $v_x \neq 0$ (konstan).
- Kecepatan total di puncak = Kecepatan horizontal (v_x) = $v_0 \cos \theta$.
- Kecepatan benda HANYA nol di puncak jika benda dilempar tegak lurus ke atas ($\theta = 90^\circ$).

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 6

Soal:

Sebuah beban diikat pada ujung tali lalu diputar secara horizontal di atas meja licin sehingga membentuk Gerak Melingkar Beraturan dengan frekuensi f . Jika frekuensi putaran ditingkatkan menjadi $3f$ sementara panjang tali dipertahankan konstan, percepatan sentripetal benda akan menjadi...

- A. 3 kali semula
- B. 6 kali semula
- C. 8 kali semula
- D. $\frac{1}{9}$ kali semula
- E. 9 kali semula

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Frekuensi awal (f_1)	f
Frekuensi akhir (f_2)	$3f$
Panjang tali / Jari-jari (R)	Konstan ($R_1 = R_2$)
Ditanyakan	Percepatan sentripetal akhir (a_{s2}) dibandingkan percepatan sentripetal awal (a_{s1}).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas hubungan kuantitatif variabel pada Gerak Melingkar Beraturan (GMB).

Makna Fisika: Percepatan sentripetal dapat dinyatakan dalam frekuensi f melalui hubungan kecepatan sudut $\omega = 2\pi f$. Rumus percepatan sentripetal menjadi $a_s = \omega^2 R = (2\pi f)^2 R = 4\pi^2 f^2 R$.

Secara matematis, percepatan sentripetal berbanding lurus dengan KUADRAT frekuensi ($a_s \propto f^2$).

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah bahwa panjang tali (R) tidak berubah.

Dari informasi pada soal, frekuensi dijadikan 3 kali lipat semula ($f_2 = 3f_1$).

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah perbandingan nilai $a_s \propto f^2$, sehingga perubahan percepatan sentripetal adalah kuadrat dari faktor perubahan frekuensinya ($3^2 = 9$).

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $f_1 = f$, $f_2 = 3f$
- $R_1 = R_2 = R$

2. Ditanyakan:

- $a_{s2} / a_{s1} = \dots ?$

3. Konsep/Persamaan:

- $a_s = 4 \pi^2 f^2 R$
- $a_{s2} / a_{s1} = (f_2 / f_1)^2$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $a_{s2} / a_{s1} = (3f / f)^2 = 3^2 = 9$
- $a_{s2} = 9 \times a_{s1}$

5. Jawaban Akhir:

- Percepatan sentripetal menjadi 9 kali semula (Pilihan E)

Jawaban Akhir: E. 9 kali semula

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menganggap percepatan sentripetal berbanding lurus linier dengan frekuensi (memilih A: 3 kali semula).
- Mengalikan dengan 2 (memilih 6 kali semula).
- Miskonsepsi pembagian $1/9$ karena keliru membalik rumus.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 6

- Percepatan Sentripetal: $a_s = \omega^2 R = 4\pi^2 f^2 R$.
- Jika f dikali k , maka a_s dikali k^2 .
- Contoh: f naik 3 kali $\rightarrow a_s$ naik $3^2 = 9$ kali.



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 7

Soal:

Sebuah alat mekanik pelempar batu diputar pada bidang horizontal dengan jari-jari 0,5 m pada ketinggian 1,8 m di atas tanah. Saat kecepatan sudut putaran mencapai 20 rad/s, batu dilepaskan secara tangensial searah bidang horizontal ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Jarak horizontal dari posisi pelepasan batu hingga menumbuk tanah adalah...

- A. 60 m
- B. 12 m
- C. 6 m

D. 3 m

E. 1,8 m

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Jari-jari putaran (R)	0,5 m
Ketinggian dari tanah (h)	1,8 m
Kecepatan sudut saat dilepas (ω)	20 rad/s
Percepatan gravitasi (g)	10 m/s ²
Ditanyakan	Jarak horizontal dari posisi pelepasan batu hingga menumbuk tanah (X).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini merupakan perpaduan (kombinasi) antara Gerak Melingkar Beraturan (GMB) dan Gerak Parabola Horizontal (Proyektil Horizontal).

Makna Fisika: Ketika batu dilepaskan dari gerak melingkar, batu bergerak lepas secara tangensial (menyinggung lingkaran) dengan kelajuan linier $v = \omega R$ secara horizontal. Setelah terlepas pada ketinggian h, batu mengalami gerak jatuh bebas pada sumbu-Y di bawah gravitasi, sambil terus melaju mendatar pada sumbu-X dengan kecepatan v konstan.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita lakukan adalah menghitung kecepatan awal horizontal batu ($v_{0x} = v$) menggunakan rumus GMB: $v = \omega R$.

Langkah kedua, hitung waktu yang dibutuhkan batu untuk jatuh dari ketinggian $h = 1,8$ m ke tanah menggunakan rumus jatuh bebas: $h = \frac{1}{2} g t^2 \rightarrow t = \sqrt{2h/g}$.

Langkah ketiga, hitung jarak mendatar (X) dengan mengalikan kecepatan horizontal v dengan waktu jatuh t: $X = v \times t$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $R = 0,5$ m; $h = 1,8$ m; $\omega = 20$ rad/s; $g = 10$ m/s²

2. Ditanyakan:

- $X = \dots ?$

3. Perhitungan Langkah demi Langkah:

a. Menghitung kelajuan linier tangensial (v):

$$v = \omega \times R = 20 \times 0,5 = 10 \text{ m/s}$$

b. Menghitung waktu jatuh di udara (t):

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$1,8 = \frac{1}{2} (10) t^2$$

$$1,8 = 5 t^2 \rightarrow t^2 = 1,8 / 5 = 0,36$$

$$t = \sqrt{0,36} = 0,6 \text{ sekon}$$

c. Menghitung jarak horizontal (X):

$$X = v \times t = 10 \times 0,6 = 6 \text{ m}$$

4. Jawaban Akhir:

- Jarak horizontal X = 6 m (Pilihan C)

Jawaban Akhir: C. 6 m

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Lupa mengubah kecepatan sudut (ω) menjadi kelajuan linier (v) dan langsung memakai $\omega = 20$ sebagai kecepatan.
- Salah menghitung akar kuadrat dari 0,36 (misal menganggap 0,06 sekon).
- Keliru menggunakan rumus gerak parabola dengan sudut elevasi, padahal lemparan dilakukan secara horizontal murni.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 7

- Kecepatan lepas tangensial: $v = \omega R$ (searah garis singgung).
- Waktu jatuh bebas dari ketinggian h: $t = \sqrt{2h / g}$.
- Jarak horizontal proyektil datar: $X = v \times t$.



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 8

Soal:

Pada wahana komedi putar yang berputar secara Gerak Melingkar Beraturan (GMB), manakah pasangan besaran berikut yang besarnya tetap (konstan) dan yang arahnya selalu berubah secara berurutan?

- A. Kecepatan sudut dan percepatan sentripetal (besarnya)
- B. Vektor kecepatan linier dan percepatan sentripetal
- C. Vektor posisi dan periode

D. Kelajuan linier dan vektor kecepatan linier

E. Frekuensi dan kelajuan sudut

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem gerak	Gerak Melingkar Beraturan (GMB)
Kriteria diminta	[Besaran ber-NILAI TETAP] dan [Besaran ber-ARAH SELALU BERUBAH] secara berurutan.
Ditanyakan	Pasangan besaran yang memenuhi kriteria tersebut.

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji pemahaman konseptual perbedaan antara Skalar (hanya memiliki besar) dan Vektor (memiliki besar dan arah) dalam GMB.

Makna Fisika pada GMB:

1. Kelajuan linier (v) adalah besarnya (skalar) dari kecepatan linier. Nilainya TETAP/KONSTAN.
2. Vektor Kecepatan linier ($\vec{v}$) memiliki ARAH TANGENSIAL yang SELALU BERUBAH setiap saat mengikuti lintasan melingkar.
3. Kecepatan sudut (ω), Periode (T), dan Frekuensi (f) bernilai konstan.
4. Percepatan sentripetal (a_s) besarnya konstan (v^2/R), tetapi ARAHNYA SELALU BERUBAH (selalu menuju pusat lingkaran).

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah mencermati dua kriteria yang diminta soal secara berurutan:

- (1) Besarnya TETAP (konstan)
- (2) Arahnya SELALU BERUBAH

Mari kita evaluasi Opsi D: 'Kelajuan linier' adalah skalar yang bernilai TETAP, sedangkan 'Vektor kecepatan linier' memiliki arah yang SELALU BERUBAH mengikuti lingkaran. Ini sangat pas!

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis Pilihan Jawaban:

- A: Kecepatan sudut (tetap), percepatan sentripetal besarnya (tetap) -> Kurang tepat karena kriteria kedua minta yang arahnya berubah.
- B: Vektor kecepatan linier (arah berubah) -> Terbalik urutannya.
- C: Vektor posisi (arah berubah), Periode (skalar tetap) -> Terbalik.
- D: Kelajuan linier (NILAI TETAP) dan Vektor kecepatan linier (ARAH SELALU BERUBAH) -> BENAR SANGAT TEPAT!
- E: Frekuensi (tetap), kelajuan sudut (tetap) -> Keduanya bernilai tetap.

Jawaban Akhir: Pilihan D

Jawaban Akhir: D. Kelajuan linier dan vektor kecepatan linier

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menganggap 'kelajuan linier' dan 'kecepatan linier' sebagai hal yang sama (padahal kelajuan = skalar, kecepatan = vektor).
- Miskonsepsi bahwa dalam GMB percepatannya nol (padahal ada percepatan sentripetal yang arahnya berubah).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 8

- Kelajuan linier (v) = Besarnya konstan/tetap.
- Vektor Kecepatan linier ($\vec{v}$) = Besarnya tetap, tetapi ARAHNYA SELALU BERUBAH (tangensial).
- Percepatan sentripetal (a_s) = ARAHNYA SELALU BERUBAH (menuju pusat lingkaran).



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 9

Soal:

Berdasarkan gambar di atas, jika percepatan gravitasi bumi dianggap 10 m/s^2 dan gesekan udara diabaikan, maka kotak bantuan (cargo relief box) yang dijatuhkan dari pesawat yang terbang mendatar dengan kecepatan $v_x = 50 \text{ m/s}$ pada ketinggian $H = 500 \text{ m}$ akan mendarat di tanah pada jarak mendatar (X) sejauh...

- A. 250 m
- B. 350 m
- C. 500 m
- D. 750 m
- E. 1.000 m

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kecepatan mendatar pesawat (v_x)	50 m/s
Ketinggian pesawat (H)	500 m
Percepatan gravitasi (g)	10 m/s^2
Ditanyakan	Jarak mendatar/horizontal tempat mendaratnya kotak bantuan dari titik pelepasan (X).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Gerak Parabola Horizontal (Proyektil dengan kecepatan awal murni horizontal $v_{0y} = 0$).

Makna Fisika: Saat kotak bantuan dilepaskan dari pesawat yang bergerak mendatar, kotak tersebut mempertahankan kecepatan awal mendatar pesawat ($v_x = 50 \text{ m/s}$) karena sifat kelembaman (Inersia Hukum I Newton). Sementara itu pada arah vertikal, kotak jatuh bebas dari ketinggian H di bawah pengaruh percepatan gravitasi.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah bahwa waktu jatuh kotak ke tanah (t) sepenuhnya ditentukan oleh ketinggian H dan gravitasi g , tidak dipengaruhi oleh kecepatan horizontal pesawat v_x .

Dari informasi pada soal, kita dapat menghitung waktu jatuh t dengan rumus: $H = \frac{1}{2} g t^2 \rightarrow t = \sqrt{2H / g}$.

Setelah mendapatkan waktu t , kita tinggal mengalikannya dengan kecepatan mendatar pesawat v_x untuk memperoleh jarak mendatar $X = v_x \times t$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $v_x = 50 \text{ m/s}$
- $H = 500 \text{ m}$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

2. Ditanyakan:

- $X = \dots ?$

3. Tahap Perhitungan:

a. Menghitung waktu jatuh kotak di udara (t):

$$H = \frac{1}{2} g t^2$$

$$500 = \frac{1}{2} (10) t^2$$

$$500 = 5 t^2$$

$$t^2 = 500 / 5 = 100$$

$$t = \sqrt{100} = 10 \text{ sekon}$$

b. Menghitung jarak horizontal mendarat (X):

$$X = v_x \times t$$

$$X = 50 \text{ m/s} \times 10 \text{ s} = 500 \text{ m}$$

4. Jawaban Akhir:

- Jarak mendatar $X = 500 \text{ m}$ (Pilihan C)

Jawaban Akhir: C. 500 m

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menganggap kotak jatuh tepat di bawah posisi pelepasan ($X = 0$).
- Salah menghitung akar $\sqrt{100}$ menjadi 50.
- Membagi ketinggian dengan kecepatan langsung tanpa memperhitungkan gravitasi.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 9

- Benda yang dilepas dari kendaraan melaju mempertahankan kecepatan kendaraan tersebut (Inersia).
- Waktu jatuh bebas: $t = \sqrt{2H / g}$.
- Jarak jangkauan mendatar: $X = v_x \times t = v_x \times \sqrt{2H / g}$.



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 10

Soal:

Seorang pesepeda mengayuh pedal sehingga gir depan berputar dengan kecepatan sudut $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}$. Sistem transmisi memiliki data:

- Gir Depan (1): $D_1 = 20 \text{ cm}$ ($R_1 = 10 \text{ cm}$)
 - Gir Belakang (2): $D_2 = 10 \text{ cm}$ ($R_2 = 5 \text{ cm}$), dihubungkan rantai dengan Gir Depan
 - Roda Belakang (3): $D_3 = 60 \text{ cm}$ ($R_3 = 30 \text{ cm}$), terpasang seporos dengan Gir Belakang
- Kelajuan linier tepi roda belakang sepeda adalah...

- A. $1,2 \text{ m/s}$
- B. $2,4 \text{ m/s}$
- C. $3,6 \text{ m/s}$
- D. $4,8 \text{ m/s}$
- E. $9,6 \text{ m/s}$

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Gir Depan (1)	$R_1 = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$; $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}$
Gir Belakang (2)	$R_2 = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$; Dihubungkan Rantai dengan Gir 1
Roda Belakang (3)	$R_3 = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$; Seporos dengan Gir 2
Ditanyakan	Kelajuan linier tepi roda belakang sepeda (v_3).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Hubungan Roda-Roda pada Gerak Melingkar Beraturan (GMB).

Aturan Utama Hubungan Roda-Roda:

1. Dihubungkan Rantai/Tali (Gir 1 dan Gir 2): Kelajuan linier di tepi kedua roda SAMA BESAR ($v_1 = v_2$).
2. Seporos / Satu Aksel (Gir 2 dan Roda 3): Kecepatan sudut kedua roda SAMA BESAR ($\omega_2 = \omega_3$).

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah alur hubungan roda dari Depan ke Belakang:

Langkah 1: Dari Gir 1, hitung kelajuan linier rantai $v_1 = \omega_1 \times R_1$.

Langkah 2: Karena Gir 1 dan Gir 2 dihubungkan rantai, maka $v_2 = v_1$. Dari sini dapat dicari kecepatan sudut Gir 2: $\omega_2 = v_2 / R_2$.

Langkah 3: Karena Gir 2 dan Roda 3 seporos, maka $\omega_3 = \omega_2$.

Langkah 4: Hitung kelajuan linier tepi Roda 3: $v_3 = \omega_3 \times R_3$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $R_1 = 0,1 \text{ m}$; $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}$
- $R_2 = 0,05 \text{ m}$
- $R_3 = 0,3 \text{ m}$

2. Ditanyakan:

- $v_3 = \dots ?$

3. Tahap Perhitungan bertahap:

a. Kelajuan linier Gir 1 (v_1):

$$v_1 = \omega_1 \times R_1 = 4 \text{ rad/s} \times 0,1 \text{ m} = 0,4 \text{ m/s}$$

b. Karena Gir 1 & 2 dihubungkan rantai:

$$v_2 = v_1 = 0,4 \text{ m/s}$$

c. Kecepatan sudut Gir 2 (ω_2):

$$\omega_2 = v_2 / R_2 = 0,4 / 0,05 = 8 \text{ rad/s}$$

d. Karena Gir 2 & Roda 3 seporos:

$$\omega_3 = \omega_2 = 8 \text{ rad/s}$$

e. Kelajuan linier tepi Roda 3 (v_3):

$$v_3 = \omega_3 \times R_3 = 8 \text{ rad/s} \times 0,3 \text{ m} = 2,4 \text{ m/s}$$

4. Jawaban Akhir:

- Kelajuan linier tepi roda belakang $v_3 = 2,4 \text{ m/s}$ (Pilihan B)

Jawaban Akhir: B. 2,4 m/s

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Lupa mengonversi satuan centimeter (cm) ke meter (m).
- Tertukar syarat: menganggap roda seporos kelajuan liniernya sama ($v_2=v_3$), padahal yang sama adalah kecepatan sudutnya ($\omega_2=\omega_3$).
- Salah menghitung pembagian desimal $0,4 / 0,05$.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 10

- Dihubungkan Rantai / Bersinggungan $\rightarrow$ Kelajuan Linier Sama ($v_1 = v_2$).
- Seporos (Satu Pusat Rotasi) $\rightarrow$ Kecepatan Sudut Sama ($\omega_1 = \omega_2$).
- Selalu konversikan jari-jari ke satuan SI (meter) sebelum berhitung.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 11

Soal:

BAGIAN II: PILIHAN GANDA KOMPLEKS

Sebuah meriam menembakkan peluru dengan kelajuan awal v_0 pada tanah mendatar. Faktor-faktor yang secara langsung mempengaruhi jarak jangkauan horizontal maksimum peluru tersebut adalah...

- ☐ A. Kecepatan awal peluru (v_0)
- ☐ B. Massa peluru meriam
- ☐ C. Sudut elevasi penembakan (θ)
- ☐ D. Bentuk permukaan peluru
- ☐ E. Percepatan gravitasi lokal (g)

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Fenomena	Gerak Parabola peluru meriam pada tanah mendatar
Persamaan Jangkauan	$X_{\text{maks}} = (v_0^2 \sin 2\theta) / g$
Ditanyakan	Faktor-faktor fisika yang secara langsung mempengaruhi jarak jangkauan horizontal maksimum (X_{maks}).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji pemahaman analisis variabel pada rumus Jangkauan Maksimum Gerak Parabola ideal (gesekan udara diabaikan).

Makna Fisika: Dalam model fisika dasar, jarak tembak mendatar ditentukan oleh persamaan ideal

$$X_{\text{maks}} = (v_0^2 \sin 2\theta) / g.$$

Variabel yang ada dalam rumus tersebut adalah:

1. Kecepatan awal (v_0) - berbanding lurus kuadrat.
2. Sudut elevasi (θ) - melalui fungsi $\sin 2\theta$.
3. Percepatan gravitasi (g) - berbanding terbalik.

Massa peluru (m) tidak ada dalam rumus, sehingga dalam kondisi ideal massa TIDAK mempengaruhi jarak jangkauan.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita lakukan adalah meninjau rumus matematis untuk X_{maks} .

Dari rumus $X_{\text{maks}} = (v_0^2 \sin 2\theta) / g$, kita identifikasi setiap variabel yang berpengaruh secara langsung.

Oleh karena itu, pilihan A (v_0), C (θ), dan E (g) secara eksplisit berada dalam persamaan ideal.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis setiap opsi:

- ☒ A. Kecepatan awal (v_0) -> Terikat dalam rumus (v_0^2). [BENAR]
- ☐ B. Massa peluru -> Tidak ada variabel m dalam rumus gerak parabola ideal. [SALAH]
- ☒ C. Sudut elevasi (θ) -> Terikat dalam rumus ($\sin 2\theta$). [BENAR]
- ☐ D. Bentuk permukaan -> Diabaikan dalam kondisi tanpa gesekan udara. [SALAH]
- ☒ E. Percepatan gravitasi (g) -> Terikat dalam rumus pembagi $/g$. [BENAR]

Jawaban Akhir: A, C, dan E

Jawaban Akhir: Pernyataan BENAR: A, C, dan E

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi intuitif bahwa benda yang lebih berat (massa besar) jatuh lebih cepat atau jangkauannya lebih pendek.
- Menganggap bentuk peluru berpengaruh padahal soal mengacu pada gerak parabola ideal tanpa gesekan udara.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 11

- Jangkauan maksimum: $X_{\text{maks}} = (v_0^2 \sin 2\theta) / g$.

- Massa benda (m) TIDAK mempengaruhi jangkauan maupun waktu melayang pada gerak parabola ideal!
- Faktor penentu: Kecepatan awal (v_0), Sudut elevasi (θ), dan Gravitasi (g).



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 12

Soal:

Pernyataan berikut yang bernilai BENAR mengenai pergerakan ujung jarum menit ($R_1 = 12 \text{ cm}$) dan ujung jarum jam ($R_2 = 8 \text{ cm}$) adalah...

- [] A. Kecepatan sudut jarum menit sama dengan kecepatan sudut jarum jam.
- [] B. Periode putaran jarum jam adalah 12 kali periode putaran jarum menit.
- [] C. Kecepatan sudut jarum menit bernilai 12 kali kecepatan sudut jarum jam.
- [] D. Kelajuan linier ujung jarum menit lebih besar daripada ujung jarum jam.
- [] E. Percepatan sentripetal ujung jarum jam bernilai konstan baik arah maupun besarnya.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Jarum Menit	$R_1 = 12 \text{ cm}$; Periode $T_1 = 1 \text{ jam} = 60 \text{ menit}$
Jarum Jam	$R_2 = 8 \text{ cm}$; Periode $T_2 = 12 \text{ jam} = 720 \text{ menit}$
Ditanyakan	Pernyataan-pernyataan yang bernilai BENAR.

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji konversi periode, kecepatan sudut, kelajuan linier, dan vektor percepatan pada jarum jam dinding.

Makna Fisika:

1. Periode jarum menit (T_1) = 1 jam. Periode jarum jam (T_2) = 12 jam. Maka $T_2 = 12 T_1$.
2. Kecepatan sudut $\omega = 2\pi/T$. Karena $T_2 = 12 T_1$, maka $\omega_1 = 12 \omega_2$ (kecepatan sudut jarum menit 12 kali jarum jam).
3. Kelajuan linier $v = \omega R$. Jarum menit memiliki ω lebih besar dan R lebih panjang ($12 \text{ cm} > 8 \text{ cm}$), sehingga v_1 pasti jauh lebih besar dibanding v_2 .
4. Vektor percepatan sentripetal arahnya selalu berubah mengikuti putaran (menuju pusat), sehingga TIDAK konstan secara vektor.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah menganalisis periode masing-masing jarum:

- Jarum menit butuh 1 jam untuk 1 putaran.
- Jarum jam butuh 12 jam untuk 1 putaran penuh (dari angka 12 kembali ke 12).

Selanjutnya kita evaluasi setiap pilihan berdasarkan hubungan $\omega = 2\pi/T$ dan $v = \omega R$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis Pilihan:

- A. Salah, ω menit jauh lebih cepat daripada ω jam.
- B. [BENAR] $T_{\text{jam}} = 12 \text{ jam}$, $T_{\text{menit}} = 1 \text{ jam} \rightarrow T_{\text{jam}} = 12 \times T_{\text{menit}}$.
- C. [BENAR] $\omega_{\text{menit}} = 2\pi/1$, $\omega_{\text{jam}} = 2\pi/12 \rightarrow \omega_{\text{menit}} = 12 \times \omega_{\text{jam}}$.
- D. [BENAR] $v_{\text{menit}} = \omega_{\text{menit}} \times R_1 = (12 \omega_{\text{jam}}) \times 12 = 144 \omega_{\text{jam}}$. $v_{\text{jam}} = \omega_{\text{jam}} \times 8$. Jadi $v_{\text{menit}} > v_{\text{jam}}$.
- E. Salah, percepatan sentripetal besarnya konstan tetapi ARAHNYA selalu berubah.

Jawaban Akhir: B, C, dan D

Jawaban Akhir: Pernyataan BENAR: B, C, dan D

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi bahwa periode jarum jam adalah 24 jam (jarum jam analog berputar penuh 12 jam sekali, bukan 24 jam).
- Mengabaikan fakta bahwa vektor percepatan sentripetal memiliki arah yang selalu berubah.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 12

- Periode jarum menit = 1 jam; Periode jarum jam analog = 12 jam.
- Kecepatan sudut jarum menit = $12 \times$ Kecepatan sudut jarum jam.
- Vektor apapun dalam GMB (kecepatan linier, percepatan sentripetal) arahnya SELALU BERUBAH.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 13

Soal:

Seorang atlet basket melempar bola ke arah ring dengan lintasan parabola. Ketika bola bergerak naik menuju titik tertinggi, manakah dari pernyataan berikut yang BENAR?

- [] A. Komponen kecepatan horizontal bola (v_x) bernilai tetap/konstan.
- [] B. Komponen kecepatan vertikal bola (v_y) terus berkurang nilainya secara teratur.
- [] C. Percepatan total bola di titik tertinggi adalah nol.
- [] D. Energi kinetik bola di titik tertinggi tidak sama dengan nol.
- [] E. Gaya gravitasi yang bekerja pada bola berlawanan arah dengan v_x .

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Lintasan	Gerak Parabola (Basket ke ring)
Fase gerak	Saat naik hingga titik tertinggi
Ditanyakan	Pernyataan-pernyataan fisika yang BENAR.

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji pemahaman mendalam tentang sifat-sifat gerak parabola:

1. Sumbu-X: GLB, kecepatan v_x konstan karena tidak ada gaya horizontal.
2. Sumbu-Y: GLBB melambat (saat naik), kecepatan v_y berkurang teratur akibat gravitasi g yang mengarah ke bawah.
3. Titik Tertinggi: $v_y = 0$, tetapi v_x tetap ada. Sehingga $v_{\text{total}} = v_x \neq 0$. Energi Kinetik $EK = \frac{1}{2} m v_x^2 \neq 0$.
4. Percepatan: Di seluruh titik lintasan, percepatan bola selalu sama dengan percepatan gravitasi g (ke bawah), tidak pernah nol!
5. Gaya Gravitasi: Arahnya selalu tegak lurus (ke bawah) terhadap v_x (ke samping), bukan berlawanan arah.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita ingat adalah pemisahan sumbu X (GLB) dan sumbu Y (GLBB) pada gerak parabola, serta menganalisis kondisi mekanika di titik tertinggi.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis Pilihan:

- ☒ A. v_x bernilai tetap/konstan -> BENAR (GLB sumbu X).
- ☒ B. v_y terus berkurang secara teratur -> BENAR (diperlambat oleh gravitasi g).
- ☐ C. Percepatan total di puncak adalah nol -> SALAH (tetap ada percepatan gravitasi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ke bawah).
- ☒ D. Energi kinetik di titik tertinggi tidak nol -> BENAR (karena bola masih punya kecepatan horizontal v_x).
- ☐ E. Gaya gravitasi berlawanan arah dengan v_x -> SALAH (gaya gravitasi tegak lurus terhadap v_x).

Jawaban Akhir: A, B, dan D

Jawaban Akhir: Pernyataan BENAR: A, B, dan D

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi bahwa percepatan di titik tertinggi adalah nol (menganggap karena $v_y = 0$ maka $a = 0$).
- Menganggap Energi Kinetik di puncak bernilai nol (mengira bola berhenti total).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 13

- Percepatan gerak parabola SELALU konstan sama dengan percepatan gravitasi (g) di setiap titik!
- Di titik tertinggi, $v_y = 0$, tetapi $v_x = v_o \cos \theta$, sehingga Energi Kinetik $EK \neq 0$.
- Gaya gravitasi selalu mengarah vertikal ke bawah.



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 14

Soal:

Stimulus Bacaan:

Saat melintasi tikungan jalan melingkar yang datar, pengemudi mobil harus membatasi kecepatannya agar tidak menguntir/selip ke luar jalan. Gaya gesekan statis antara ban mobil dan aspal bertindak sebagai gaya sentripetal yang menjaga kendaraan tetap berada di jalur lintasannya.

Berdasarkan stimulus di atas, manakah tindakan atau kondisi yang dapat meningkatkan batas kecepatan maksimum mobil agar tidak selip saat menikung?

- ☐ A. Mengurangi massa total kendaraan.
- ☐ B. Memperbesar jari-jari kelengkungan tikungan jalan (R).
- ☐ C. Menggunakan ban dengan koefisien gesek statis (μ_s) yang lebih tinggi.
- ☐ D. Mengurangi nilai gaya gesek statis ban terhadap jalan.
- ☐ E. Melakukan pelapisan aspal agar lebih halus (menurunkan nilai μ_s).

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem	Mobil menikung di jalan datar melingkar
Gaya penyedia sentripetal	Gaya gesek statis ($F_s = \mu_s N = \mu_s m g$)
Ditanyakan	Tindakan/kondisi yang dapat MENINGKATKAN / MEMPERBESAR batas kecepatan maksimum (v_{maks}) agar tidak selip.

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Aplikasi Gaya Sentripetal pada Dinamika Tikungan Datar.

Analisis Gaya:

Gaya sentripetal disediakan oleh gaya gesek statis maksimum:

$$F_s = F_{s \text{ sentripetal}}$$

$$\mu_s m g = m v^2 / R$$

Coret massa m di kedua ruas:

$$\mu_s g = v^2 / R \rightarrow v_{\text{maks}} = \sqrt{(\mu_s g R)}$$

Makna Fisika: Kecepatan maksimum agar mobil tidak selip (v_{maks}) berbanding lurus dengan akar dari koefisien gesek statis ($\sqrt{\mu_s}$) dan akar dari jari-jari tikungan ($\sqrt{R}$). Kecepatan maksimum TIDAK BERGANTUNG pada massa mobil!

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah rumus kelajuan maksimum menikung: $v_{\text{maks}} = \sqrt{(\mu_s g R)}$.

Untuk memperbesar v_{maks} , kita harus memperbesar nilai variabel di dalam akar, yaitu memperbesar μ_s (koefisien gesek statis) dan/atau memperbesar R (jari-jari tikungan).

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis pilihan:

- A. Mengurangi massa (m) -> Tidak berpengaruh karena m saling menghilangkan dalam persamaan.
- [✓] B. Memperbesar jari-jari kelengkungan (R) -> Memperbesar v_{maks} . [BENAR]
- [✓] C. Menggunakan ban dengan μ_s lebih tinggi -> Memperbesar v_{maks} . [BENAR]
- D. Mengurangi gaya gesek -> Menurunkan v_{maks} (salah).
- E. Melapisi aspal agar lebih halus (menurunkan μ_s) -> Menurunkan v_{maks} (salah).

Jawaban Akhir: B dan C

Jawaban Akhir: Pernyataan BENAR: B dan C

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menganggap mobil berbobot ringan atau berat mempengaruhi kelajuan maksimum menikung tanpa selip.
- Mengira tikungan tajam (R kecil) memperbolehkan mobil bergerak lebih cepat.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 14

- Kecepatan maksimum menikung jalan datar: $v_{\text{maks}} = \sqrt{(\mu_s g R)}$.
- Kecepatan batas ini TIDAK dipengaruhi oleh massa kendaraan (m).
- Agar mobil dapat melaju lebih cepat tanpa selip: Perbesar μ_s (ban lebih cengkram) atau perbesar R (tikungan dibuat lebih landai).

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 15

Soal:

Sebuah partikel dilepaskan dari sebuah tepi piringan pemutar (GMB) berketinggian h dari tanah saat berada di posisi horizontal. Kecepatan linier piringan adalah v . Manakah pernyataan matematis dan konsep yang BENAR mengenai gerakan partikel setelah terlepas?

- [] A. Lintasan partikel di udara berbentuk lintasan parabola.
- [] B. Waktu jatuh partikel ke tanah tergantung pada besarnya kecepatan linier v .
- [] C. Komponen kecepatan horizontal partikel saat lepas bernilai nol.
- [] D. Jarak jangkauan horizontal tempat partikel mendarat berbanding lurus dengan kelajuan linier piringan v .
- [] E. Waktu tempuh di udara hanya dipengaruhi oleh ketinggian pelepasan h dan gravitasi g .

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kecepatan awal partikel	Kecepatan linier piringan (v) arah horizontal
Ketinggian tempat lepas	h dari tanah
Percepatan gravitasi	g
Ditanyakan	Pernyataan konsep dan matematis yang BENAR mengenai gerak partikel setelah lepas.

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Gerak Proyektil Horizontal hasil pelepasan benda dari GMB.

Makna Fisika:

- Setelah lepas secara tangensial, partikel tidak lagi ditahan oleh piringan, sehingga hanya dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Lintasannya berbentuk PARABOLA HORIZONTAL.
- Kecepatan awal horizontal partikel $v_x = v$ (konstan).
- Kecepatan awal vertikal $v_{y0} = 0$.
- Waktu jatuh $t = \sqrt{2h / g}$. Waktu jatuh HANYA dipengaruhi oleh ketinggian h dan percepatan gravitasi g (TIDAK dipengaruhi v).
- Jarak horizontal mendarat $X = v_x \times t = v \times \sqrt{2h / g}$. Jadi X berbanding lurus dengan v .

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah mengklasifikasikan gerak partikel setelah lepas sebagai Gerak Parabola Horizontal dengan $v_x = v$ dan $v_{y0} = 0$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis Pilihan:

- [✓] A. Lintasan partikel berbentuk parabola -> BENAR (perpaduan GLB horizontal & GLBB vertikal).
- [] B. Waktu jatuh tergantung v -> SALAH (waktu jatuh $t = \sqrt{2h/g}$, independen terhadap v).

- [] C. Komponen kecepatan horizontal bernilai nol -> SALAH ($v_x = v$).
- [✓] D. Jarak jangkauan horizontal (X) berbanding lurus dengan v -> BENAR ($X = v \times t$).
- [✓] E. Waktu tempuh di udara hanya dipengaruhi ketinggian h dan gravitasi g -> BENAR ($t = \sqrt{2h/g}$).

Jawaban Akhir: A, D, dan E

Jawaban Akhir: Pernyataan BENAR: A, D, dan E

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi bahwa kelajuan horizontal v ikut memperlama atau mempercepat waktu jatuh di udara.
- Miskonsepsi bahwa partikel terbang lurus sesuai garis singgung tanpa melengkung ke bawah.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 15

- Gerak jatuh bebas vertikal independen terhadap gerak horizontal.
- Waktu melayang di udara: $t = \sqrt{2h / g}$.
- Jarak horizontal: $X = v \times t = v \sqrt{2h / g}$.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 16

Soal:

BAGIAN III: SOAL BENAR / SALAH (Nomor 16 - 20)

Stimulus: Tendangan Bebas Sepak Bola

Seorang pemain mengeksekusi tendangan bebas mendatar-melengkung di mana bola terangkat dan melayang membentuk gerak parabola melintasi pagar betis lawan.

Tentukan apakah pernyataan berikut BENAR (B) atau SALAH (S):

16a. Bola mencapai ketinggian maksimum saat komponen kecepatan vertikalnya (v_y) bernilai nol.

16b. Kecepatan awal bola pada arah horizontal (v_{0x}) nilainya berubah-ubah karena pengaruh gravitasi.

16c. Jika sudut elevasi tendangan diubah dari 30° menjadi 60° dengan kecepatan awal yang sama, bola akan mencapai titik tertinggi yang lebih tinggi.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem	Gerak parabola tendangan bebas
Variabel	v_y di titik puncak, v_{0x} di sumbu-X, perubahan sudut 30° ke 60°

Ditanyakan

Status Kebenaran (BENAR / SALAH) untuk pernyataan 16a, 16b, dan 16c.

Konsep yang Digunakan:

- 16a. Pada gerak parabola, di titik tertinggi komponen $v_y = 0$.
- 16b. Gravitasi HANYA bekerja pada sumbu vertikal (sumbu-Y). Sumbu horizontal (sumbu-X) bersifat GLB sehingga v_x SELALU KONSTAN/TETAP.
- 16c. Ketinggian maksimum $H_{\text{maks}} = (v_o^2 \sin^2 \theta) / (2g)$. Karena $\sin 60^\circ (0,866) > \sin 30^\circ (0,5)$, maka memperbesar sudut dari 30° ke 60° akan MENINGKATKAN ketinggian maksimum H_{maks} .

Strategi Menyelesaikan Soal:

Evaluasi setiap sub-pernyataan secara mandiri berdasarkan hukum gerak parabola.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis:

- 16a: 'Bola mencapai ketinggian maksimum saat $v_y = 0$ ' -> BENAR (B).
- 16b: 'Kecepatan awal horizontal berubah-ubah karena gravitasi' -> SALAH (S). Gravitasi tidak memengaruhi gerak horizontal.
- 16c: 'Sudut diubah dari 30° ke 60° , titik tertinggi lebih tinggi' -> BENAR (B). H_{maks} berbanding lurus dengan $\sin^2 \theta$.

Jawaban Akhir: 16a: BENAR (B) | 16b: SALAH (S) | 16c: BENAR (B)

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Mengira gravitasi memperlambat gerak horizontal bola.
- Keliru membedakan pengaruh sudut terhadap jarak horizontal (X_{maks}) dan ketinggian vertikal (H_{maks}).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 16

- Sumbu-X = GLB (Kecepatan v_x konstan, tidak dipengaruhi gravitasi).
- Sumbu-Y = GLBB (Kecepatan v_y berubah, $v_y = 0$ di puncak).
- Ketinggian Maksimum: $H_{\text{maks}} = (v_o^2 \sin^2 \theta) / (2g)$. Sudut θ lebih besar $\rightarrow H_{\text{maks}}$ lebih tinggi.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 17

Soal:

Stimulus: Tabung Pengering Mesin Cuci

Tabung drum pengering mesin cuci berlubang-lubang berputar pada sumbu vertikal. Pakaian basah menempel di dinding drum saat berputar kencang, sementara air terlempar keluar dari lubang drum.

Tentukan apakah pernyataan berikut BENAR (B) atau SALAH (S):

17a. Dinding drum memberikan gaya normal ke arah pusat lingkaran yang berfungsi sebagai gaya sentripetal pada pakaian.

17b. Air dapat terpisah dari pakaian karena air meluncur keluar secara tangensial akibat kurangnya gaya sentripetal perekat pada lubang drum.

17c. Semakin pelan rotasi drum (frekuensi mengecil), semakin besar gaya sentripetal yang dirasakan pakaian pada dinding drum.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem	Drum pengering mesin cuci berputar
Prinsip	Gaya sentripetal $F_s = m \omega^2 R = 4\pi^2 m f^2 R$
Ditanyakan	Status Kebenaran (BENAR / SALAH) untuk 17a, 17b, dan 17c.

Konsep yang Digunakan:

17a. Pakaian ditekan ke dinding drum. Dinding memberikan gaya dorong balik berupa Gaya Normal (N) menuju pusat tabung yang bertindak sebagai Gaya Sentripetal.

17b. Pada lubang drum, tidak ada dinding untuk menahan air. Gaya adhesi air ke serat pakaian tidak cukup kuat memberikan gaya sentripetal yang dibutuhkan pada putaran tinggi, sehingga air lepas secara TANGENSIAL (Hukum Inersia I Newton).

17c. Rumus gaya sentripetal $F_s = 4\pi^2 m f^2 R$. Jika frekuensi (f) mengecil (rotasi lambat), maka F_s justru semakin KECIL, bukan semakin besar.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Tinjau gaya-gaya mekanika yang bekerja pada sistem drum pengering dan konsep kelembaman air.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis:

- 17a: BENAR (B) -> Gaya normal dinding drum = Gaya sentripetal.
- 17b: BENAR (B) -> Air terlempar tangensial karena kurangnya gaya sentripetal menahan pada lubang.
- 17c: SALAH (S) -> Putaran lebih pelan menghasilkan gaya sentripetal lebih KECIL ($F_s \propto f^2$).

Jawaban Akhir: 17a: BENAR (B) | 17b: BENAR (B) | 17c: SALAH (S)

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menganggap adanya 'gaya sentrifugal' nyata yang membuang air (padahal air terlempar akibat inersia kelembaman lurus tangensial karena ketiadaan gaya sentripetal).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 17

- Gaya Sentripetal adalah gaya nyata yang mengarah ke pusat (contoh: Gaya Normal dinding drum).
- Pemisahan air pada pengering terjadi karena gaya penahan tak sanggup menyediakan gaya sentripetal yang dibutuhkan saat rotasi tinggi.
- F_s berbanding lurus dengan kuadrat frekuensi ($F_s \propto f^2$).



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 18

Soal:

Stimulus: Penyiraman Taman Otomatis

Seorang petugas taman menguji dua nosel penyiram rumput. Kedua nosel menyemburkan air dengan kelajuan sama (v_o) tetapi dengan sudut elevasi berbeda, yaitu $\alpha = 35^\circ$ dan $\beta = 55^\circ$.

Tentukan apakah pernyataan berikut BENAR (B) atau SALAH (S):

18a. Air dari nosel dengan sudut 35° akan mendarat jauh lebih panjang daripada air dari nosel sudut 55° .

18b. Kedua nosel akan menghasilkan jarak jangkauan horizontal maksimum (X_{maks}) yang sama persis di atas bidang tanah datar.

18c. Air dari nosel 55° berada di udara dalam waktu (t_{tot}) yang lebih lama dibandingkan nosel 35° .

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kelajuan awal	v_o (sama)
Sudut nosel A	$\alpha = 35^\circ$
Sudut nosel B	$\beta = 55^\circ$ ($35^\circ + 55^\circ = 90^\circ$)
Ditanyakan	Status Kebenaran (BENAR / SALAH) untuk 18a, 18b, dan 18c.

Konsep yang Digunakan:

18a & 18b. Jangkauan Maksimum $X_{maks} = (v_o^2 \sin 2\theta) / g$.

- Untuk $\alpha = 35^\circ \rightarrow \sin (2 \times 35^\circ) = \sin 70^\circ$

- Untuk $\beta = 55^\circ \rightarrow \sin (2 \times 55^\circ) = \sin 110^\circ$

- Mengikuti identitas trigonometri: $\sin (180^\circ - x) = \sin x$, maka $\sin 110^\circ = \sin (180^\circ - 70^\circ) = \sin 70^\circ$!

- Karena $\sin 70^\circ = \sin 110^\circ$, maka X_{maks} untuk sudut 35° dan 55° bernilai SAMA PERSIS (Sudut Komplementer $\alpha + \beta = 90^\circ$).

18c. Waktu total melayang di udara $t_{\text{tot}} = (2 v_0 \sin \theta) / g$. Karena $\sin 55^\circ (0,819) > \sin 35^\circ (0,573)$, maka air dari nosel 55° melayang lebih lama di udara.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Gunakan sifat sudut komplementer ($\alpha + \beta = 90^\circ$) untuk gerak parabola.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis:

- 18a: SALAH (S) -> Jangkauannya sama persis, tidak ada yang 'jauh lebih panjang'.
- 18b: BENAR (B) -> Sudut komplementer ($35^\circ + 55^\circ = 90^\circ$) menghasilkan X_{maks} yang sama persis.
- 18c: BENAR (B) -> Sudut lebih besar (55°) memiliki v_{y0} lebih besar, sehingga melayang di udara lebih lama (t_{tot} lebih besar).

Jawaban Akhir: 18a: SALAH (S) | 18b: BENAR (B) | 18c: BENAR (B)

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Mengira sudut yang berbeda selalu menghasilkan jarak horizontal yang berbeda.
- Lupa bahwa waktu melayang di udara hanya bergantung pada komponen sinus sudut ($\sin \theta$).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 18

- Sudut Komplementer ($\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$) → Jarak Jangkauan Maksimum SAMA ($X_{\text{maks1}} = X_{\text{maks2}}$).
- Sudut elevasi lebih besar → Waktu melayang di udara lebih LAMA dan Ketinggian puncak lebih TINGGI.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 19

Soal:

Stimulus: Satelit Geostasioner (GEO)

Satelit geostasioner mengorbit bumi pada lintasan melingkar beraturan di atas khatulistiwa dengan periode orbit persis 24 jam, sehingga tampak diam dari permukaan bumi.

Tentukan apakah pernyataan berikut BENAR (B) atau SALAH (S):

19a. Satelit mengalami percepatan sentripetal yang arahnya selalu menuju ke pusat bumi.

19b. Kecepatan linier satelit bernilai konstan baik besar maupun arah vektornya.

19c. Jika radius orbit satelit diperbesar, kelajuan yang dibutuhkan satelit untuk menjaga GMB akan berubah sesuai gaya gravitasi bumi.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem	Satelit Geostasioner mengorbit bumi (GMB)

Periode	$T = 24 \text{ jam}$
Ditanyakan	Status Kebenaran (BENAR / SALAH) untuk 19a, 19b, dan 19c.

Konsep yang Digunakan:

19a. Gaya gravitasi bumi bertindak sebagai gaya sentripetal, menghasilkan percepatan sentripetal yang arahnya selalu tegak lurus lintasan menuju pusat bumi (pusat lingkaran).

19b. Dalam GMB, besar kelajuan linier memang konstan, tetapi ARAH VEKTOR kecepatan linier SELALU BERUBAH setiap saat mengikuti kelengkungan lingkaran. Jadi vektor kecepatannya TIDAK konstan.

19c. Kelajuan orbit satelit $v = \sqrt{GM / r}$. Jika radius orbit (r) diperbesar, kelajuan orbit yang dibutuhkan akan mengecil sesuai dengan berkurangnya gaya gravitasi pada jarak tersebut.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Tinjau Hukum Gravitasi Newton dan prinsip Vektor pada Gerak Melingkar Beraturan.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis:

- 19a: BENAR (B) -> Percepatan sentripetal selalu mengarah ke pusat lintasan (pusat bumi).
- 19b: SALAH (S) -> Arah vektor kecepatan linier selalu berubah (tangensial).
- 19c: BENAR (B) -> Kelajuan orbit v bergantung pada radius orbit r via $v = \sqrt{GM/r}$.

Jawaban Akhir: 19a: BENAR (B) | 19b: SALAH (S) | 19c: BENAR (B)

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi bahwa 'kecepatan linier konstan' berarti vektornya konstan (vektor berubah arah!).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 19

- Satelit mengorbit bumi disediakan oleh gaya gravitasi sebagai gaya sentripetal.
- Kecepatan Linier (vektor): Besarnya konstan, Arahnya selalu berubah.
- Kelajuan Orbit Satelit: $v = \sqrt{GM / r}$.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 20

Soal:

Stimulus: Wahana Permainan Tembak Sasaran Berputar

Seorang penembak berdiri sejajar sejauh D memegang pistol penembak kelereng secara horizontal langsung ke arah pusat piringan target sasaran yang berputar.

Tentukan apakah pernyataan berikut BENAR (B) atau SALAH (S):

20a. Peluru kelereng bergerak menempuh jarak D dalam lintasan parabola horizontal-vertikal di bawah pengaruh gravitasi.

20b. Agar peluru tepat mengenai titik target pada piringan, penembak harus memperhitungkan kecepatan sudut (ω) dari piringan target.

20c. Waktu melayang peluru di udara dari senapan ke target dapat diperlama dengan meningkatkan kecepatan awal peluru (v_0).

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem	Tembak sasaran pada piringan berputar
Lintasan peluru	Gerak parabola horizontal di bawah gravitasi
Ditanyakan	Status Kebenaran (BENAR / SALAH) untuk 20a, 20b, dan 20c.

Konsep yang Digunakan:

20a. Peluru yang ditembakkan secara horizontal menempuh jarak D sambil melengkung ke bawah akibat gravitasi bumi. Lintasannya berbentuk parabola.

20b. Karena target berputar dengan kecepatan sudut ω , sasaran berpindah posisi selama peluru terbang melayang di udara ($t = D / v_0$). Maka posisi tembak harus memperhitungkan rotasi piringan agar peluru dan titik sasaran bertemu di lokasi yang sama.

20c. Waktu melayang peluru menuju target sejauh D adalah $t = D / v_0$. Jika v_0 DIPERBESAR, maka waktu melayang t justru menjadi LEBIH SINGKAT/CEPAT, BUKAN lebih lama!

Strategi Menyelesaikan Soal:

Gunakan hubungan waktu tempuh horizontal $t = D / v_0$ dan kinetika gerak lintasan.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis:

- 20a: BENAR (B) -> Lintasannya parabola horizontal di bawah Pengaruh gravitasi.
- 20b: BENAR (B) -> Rotasi target (ω) membuat titik target bergeser selama waktu terbang peluru.
- 20c: SALAH (S) -> Memperbesar v_0 justru MEMPERSINGKAT waktu terbang peluru ($t = D / v_0$).

Jawaban Akhir: 20a: BENAR (B) | 20b: BENAR (B) | 20c: SALAH (S)

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi bahwa peluru melayang lebih lama jika ditembakkan lebih kencang (padahal $t = D / v_0$, semakin kencang v_0 semakin singkat t).

- Waktu tempuh horizontal: $t = D / v_o$ (semakin besar v_o , semakin singkat waktu t).
- Dalam menembak sasaran berputar, wajib memperhitungkan pergeseran sudut target $\theta = \omega \times t$.



PEMBAHASAN SOAL TKA FISIKA

Materi: Kinematika Gerak Lurus

Gerak Lurus, GLB, GLBB, Gerak Jatuh Bebas, Gerak Vertikal, dan Analisis Grafik $v-t$

A. Pendahuluan

Dokumen pembahasan ini disusun untuk membantu peserta didik memahami bukan hanya jawaban, tetapi juga alur berpikir ketika menghadapi soal Tes Kemampuan Akademik (TKA) Fisika. Setiap soal dibahas melalui identifikasi informasi penting, penentuan besaran yang ditanyakan, pemilihan konsep, strategi penyelesaian, perhitungan bertahap, serta analisis kesalahan yang sering terjadi. Dengan demikian, siswa diharapkan mampu menghadapi soal lain yang memiliki pola konsep serupa meskipun angka atau konteksnya berbeda.

Prinsip utama yang perlu dibiasakan adalah: pahami situasi fisiknya terlebih dahulu, tentukan konsep yang tepat, baru gunakan persamaan. Rumus bukan titik awal berpikir, melainkan alat untuk menyelesaikan masalah setelah konsepnya dipahami.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 1

Soal

Sebuah mobil logistik melaju dari pergudangan lurus ke arah timur sejauh 80 km, kemudian berbelok tegak lurus menuju arah utara sejauh 60 km untuk mengantarkan barang. Jarak total yang ditempuh mobil dan besar perpindahannya berturut-turut adalah...

- A. 140 km dan 100 km
- B. 140 km dan 20 km
- C. 100 km dan 140 km
- D. 100 km dan 20 km
- E. 140 km dan 140 km

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Mobil bergerak 80 km ke timur, kemudian 60 km ke utara. Kedua arah saling tegak lurus.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan jarak total dan besar perpindahan.

Konsep yang Digunakan

Jarak adalah panjang seluruh lintasan yang ditempuh sehingga dihitung dengan menjumlahkan semua bagian perjalanan. Perpindahan adalah perubahan posisi dari titik awal ke titik akhir. Karena arah timur dan utara tegak lurus, besar perpindahan dapat dicari menggunakan Teorema Pythagoras.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu diperhatikan adalah membedakan dua besaran yang ditanyakan. Untuk jarak, ikuti seluruh lintasan. Untuk perpindahan, tarik garis lurus dari posisi awal ke posisi akhir. Karena lintasan membentuk segitiga siku-siku, gunakan Pythagoras.

Penyelesaian

1. Diketahui: $s_{\text{timur}} = 80 \text{ km}$ dan $s_{\text{utara}} = 60 \text{ km}$.
2. Jarak total $= 80 + 60 = 140 \text{ km}$.
3. Perpindahan $R = \sqrt{(80^2 + 60^2)}$.
4. $R = \sqrt{(6400 + 3600)} = \sqrt{10000} = 100 \text{ km}$.
5. Jadi jarak dan besar perpindahan tidak sama karena arah gerak berubah.

Jawaban Akhir

140 km dan 100 km → pilihan A.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap jarak sama dengan perpindahan. Ingat: jarak mengikuti lintasan, perpindahan menghubungkan titik awal dan akhir.
- Menjumlahkan $80 + 60$ untuk perpindahan. Cara ini salah karena kedua arah saling tegak lurus.
- Lupa menggunakan satuan yang sama.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Jarak = besaran skalar dan selalu mengikuti panjang lintasan.
- Perpindahan = besaran vektor; yang dicari di sini adalah besarnya.
- Gerak dua arah tegak lurus dapat membentuk segitiga siku-siku.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 2

Soal

Seorang pelari marathon bergerak lurus ke utara sejauh 60 m dalam waktu 10 detik, lalu dengan cepat mengubah arah lari ke timur sejauh 80 m dalam waktu 10 detik. Besar kecepatan rata-rata pelari tersebut selama seluruh perjalanan adalah...

- A. 7 m/s
- B. 6 m/s
- C. 5 m/s
- D. 4 m/s
- E. 3 m/s

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Perpindahan tahap 1 = 60 m ke utara selama 10 s. Perpindahan tahap 2 = 80 m ke timur selama 10 s. Waktu total = 20 s.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan besar kecepatan rata-rata.

Konsep yang Digunakan

Kecepatan rata-rata didefinisikan sebagai perpindahan total dibagi waktu total. Karena pelari mengubah arah secara tegak lurus, perpindahan total bukan $60 + 80$, tetapi resultan vektor perpindahan.

Strategi Menyelesaikan Soal

Sebelum memakai rumus, perhatikan kata kecepatan rata-rata, bukan kelajuan rata-rata. Karena yang digunakan adalah kecepatan, kita harus mencari besar perpindahan total terlebih dahulu.

Penyelesaian

1. Resultan perpindahan $R = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100$ m.
2. Waktu total $t = 10 + 10 = 20$ s.
3. Besar kecepatan rata-rata $= R/t$.
4. $\bar{v} = 100/20 = 5$ m/s.

Jawaban Akhir

5 m/s $\rightarrow$ pilihan C.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menggunakan jarak total 140 m, padahal soal meminta kecepatan rata-rata berbasis perpindahan.
- Hanya membagi salah satu tahap perjalanan dengan waktunya.
- Lupa menjumlahkan seluruh waktu perjalanan.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Kecepatan rata-rata = perpindahan total / waktu total.
- Kelajuan rata-rata = jarak total / waktu total.
- Untuk perpindahan tegak lurus, gunakan Pythagoras.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 3

Soal

Percobaan laboratorium dilakukan untuk mencatat posisi sebuah mobil mainan otomatis setiap detik. Data menunjukkan: $t = 1, 2, 3, 4$ s dan posisi $s = 4, 8, 12, 16$ m. Berdasarkan data tersebut, jenis gerak dan besar kecepatan mobil mainan adalah...

- A. GLB dengan kecepatan 2 m/s
- B. GLB dengan kecepatan 4 m/s
- C. GLBB dipercepat dengan percepatan 2 m/s²
- D. GLBB dipercepat dengan percepatan 4 m/s²
- E. GLBB diperlambat dengan perlambatan 4 m/s²

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Setiap selang waktu $\Delta t = 1$ s, posisi bertambah 4 m: $4 \rightarrow 8 \rightarrow 12 \rightarrow 16$ m.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan jenis gerak dan besar kecepatannya.

Konsep yang Digunakan

Pada GLB, benda menempuh perpindahan yang sama dalam selang waktu yang sama sehingga kecepatan konstan. Kecepatan dapat dihitung dari $v = \Delta s / \Delta t$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu diperhatikan adalah pola perubahan posisi. Jika setiap detik bertambah dengan jumlah yang sama, berarti kecepatan tidak berubah. Tidak perlu langsung mencari percepatan.

Penyelesaian

- Dari 1 s ke 2 s: $\Delta s = 8 - 4 = 4$ m dan $\Delta t = 1$ s.
- $v = \Delta s / \Delta t = 4 / 1 = 4$ m/s.
- Pola yang sama terjadi pada interval berikutnya, sehingga kecepatan tetap.
- Karena v konstan, percepatan $a = 0$ dan jenis geraknya adalah GLB.

Jawaban Akhir

GLB dengan kecepatan 4 m/s → pilihan B.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengira posisi yang bertambah berarti pasti GLBB. Padahal yang diperiksa adalah pola pertambahan posisi tiap selang waktu.
- Menghitung $16/4 = 4$ m/s tanpa menjelaskan bahwa pola gerak konstan; hasilnya benar tetapi alasan konsep harus tetap dipahami.
- Menganggap percepatan 4 m/s² karena angka posisi bertambah 4.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- GLB: kecepatan konstan dan percepatan nol.
- Pertambahan posisi yang sama untuk selang waktu yang sama menunjukkan kecepatan konstan.

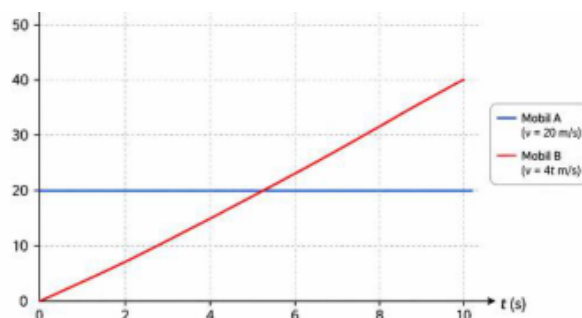
PEMBAHASAN SOAL NOMOR 4

Soal

Dua buah kendaraan, Mobil A dan Mobil B, bergerak pada lintasan lurus yang sama. Grafik v - t menunjukkan Mobil A bergerak dengan kecepatan konstan 20 m/s, sedangkan Mobil B mulai dari keadaan diam dan kecepatannya meningkat linier hingga 40 m/s pada $t = 10$ s. Jika keduanya berangkat dari

posisi awal yang sama, Mobil B menyusul Mobil A pada detik ke...

- A. 5 sekon
- B. 8 sekon
- C. 10 sekon
- D. 10 sekon (posisi tepat sama)
- E. 20 sekon



ika kedua mobil bergerak dari posisi awal yang sa

- A. 5 sekon
- B. 8 sekon
- C. 10 sekon

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Mobil A: $v_A = 20 \text{ m/s}$ konstan. Mobil B: dari grafik, percepatan $a_B = \Delta v / \Delta t = 40/10 = 4 \text{ m/s}^2$ dan $v_{0B} = 0$.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan waktu ketika kedua mobil memiliki posisi yang sama.

Konsep yang Digunakan

Pada grafik v - t , luas daerah di bawah grafik menyatakan perpindahan. Mobil A memiliki perpindahan $s_A = v_A t$, sedangkan Mobil B yang dipercepat dari diam memiliki $s_B = \frac{1}{2}at^2$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Jangan mencari saat kecepatan kedua mobil sama. Kata menyusul berarti posisi atau perpindahannya sama. Karena itu samakan s_A dan s_B .

Penyelesaian

- $s_A = 20t$.
- Untuk Mobil B: $a = 4 \text{ m/s}^2$, sehingga $s_B = \frac{1}{2}(4)t^2 = 2t^2$.
- Saat menyusul: $20t = 2t^2$.
- Untuk $t \neq 0$, bagi kedua ruas dengan $2t$: $10 = t$.
- Jadi posisi keduanya sama pada $t = 10 \text{ s}$.

Jawaban Akhir

10 sekon, posisi tepat sama → pilihan D.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menyamakan kecepatan, bukan posisi.
- Menganggap titik perpotongan grafik v - t adalah saat kendaraan bertemu. Pada grafik v - t , titik potong hanya berarti kecepatan sama.

- Lupa bahwa $t = 0$ juga membuat posisi sama, tetapi itu adalah kondisi awal, bukan saat B menyusul setelah bergerak.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Pada grafik $v-t$, luas di bawah grafik = perpindahan.
- Menyusul/berpapasan berarti posisi sama, bukan kecepatan sama.
- Untuk GLB: $s = vt$; untuk GLBB dari diam: $s = \frac{1}{2}at^2$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 5

Soal

Sebuah mobil sedan melaju di jalan lurus dengan kecepatan 20 m/s. Pengemudi kemudian mengerem sehingga mobil mengalami perlambatan konstan sebesar 4 m/s² hingga berhenti. Jarak pengereman mobil adalah...

- A. 25 m
- B. 50 m
- C. 75 m
- D. 100 m
- E. 200 m

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	$v_0 = 20$ m/s, $v_t = 0$ m/s, perlambatan = 4 m/s ² sehingga besar $a = 4$ m/s ² .

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan jarak pengereman s .

Konsep yang Digunakan

Karena yang diketahui adalah kecepatan awal, kecepatan akhir, dan percepatan, sedangkan waktu tidak diberikan, persamaan yang paling langsung adalah $v_t^2 = v_0^2 + 2as$. Jika arah gerak dianggap positif, percepatan sebenarnya bernilai -4 m/s².

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu diperhatikan adalah mobil berhenti sehingga kecepatan akhirnya nol. Pilih persamaan GLBB yang tidak memerlukan waktu.

Penyelesaian

1. Ambil arah gerak sebagai positif: $a = -4$ m/s².
2. Gunakan $v_t^2 = v_0^2 + 2as$.
3. $0 = 20^2 + 2(-4)s$.
4. $0 = 400 - 8s \rightarrow 8s = 400$.
5. $s = 50$ m.

Jawaban Akhir

50 m $\rightarrow$ pilihan B.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Lupa memberi tanda negatif pada percepatan jika menggunakan persamaan bertanda.
- Menggunakan $v^2 = v_0^2 - 2as$ tetapi memasukkan $a = -4$ lagi sehingga tanda menjadi keliru.
- Menggunakan rumus GLB $s = vt$ padahal kecepatan berubah.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Pengereman adalah GLBB diperlambat.
- Jika v akhir nol, persamaan $v^2 = v_0^2 + 2as$ sangat efisien.
- Jarak pengereman bertambah sebanding dengan kuadrat kecepatan awal.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 6

Soal

Sebuah buah kelapa terlepas dan jatuh bebas dari ketinggian 20 m. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, waktu yang dibutuhkan untuk menyentuh tanah adalah...

- A. 2 sekon
- B. 3 sekon
- C. 4 sekon
- D. 5 sekon
- E. 10 sekon

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Gerak jatuh bebas dari keadaan diam: $h = 20 \text{ m}$, $v_0 = 0$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan waktu jatuh.

Konsep yang Digunakan

Gerak jatuh bebas merupakan GLBB dengan percepatan konstan sebesar g . Karena benda mulai dari keadaan diam, perpindahan vertikal memenuhi $h = \frac{1}{2}gt^2$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Dari informasi soal, tidak ada kecepatan awal sehingga gunakan persamaan khusus jatuh bebas dari diam. Pastikan yang dihitung adalah waktu positif.

Penyelesaian

1. $h = \frac{1}{2}gt^2$.
2. $20 = \frac{1}{2}(10)t^2$.
3. $20 = 5t^2 \rightarrow t^2 = 4$.
4. $t = 2 \text{ s}$.

Jawaban Akhir

2 sekon $\rightarrow$ pilihan A.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menggunakan $h = gt^2$ tanpa faktor $\frac{1}{2}$.
- Memasukkan $g = 9,8$ padahal soal sudah menetapkan $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- Menggunakan kecepatan awal yang tidak ada.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Jatuh bebas dari diam: $h = \frac{1}{2}gt^2$.
- Benda jatuh bebas mengalami percepatan konstan ke bawah sebesar g .

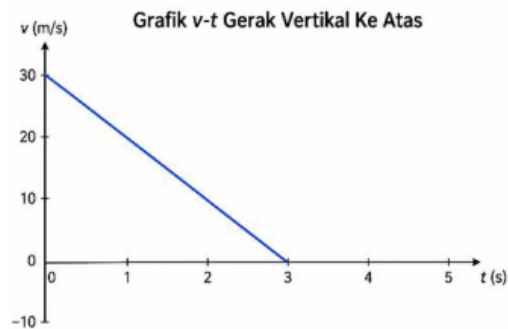
PEMBAHASAN SOAL NOMOR 7

Soal

Sebuah bola kasti dilemparkan vertikal ke atas. Grafik v-t menunjukkan kecepatan berkurang secara linier dari 30 m/s pada $t = 0$ hingga 0 m/s pada $t = 3$ s. Ketinggian maksimum yang dicapai adalah...

- A. 15 m
- B. 30 m
- C. 45 m
- D. 60 m
- E. 90 m

Sebuah bola kasti dilemparkan vertikal ke atas dari atas tanah.



Ketinggian maksimum yang mampu dicapai oleh bola kast

- A. 15 m
- B. 30 m
- C. 45 m

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Dari grafik: v awal = 30 m/s, $v = 0$ pada $t = 3$ s.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan ketinggian maksimum.

Konsep yang Digunakan

Pada grafik kecepatan-waktu, perpindahan sama dengan luas daerah di bawah grafik. Selama bola bergerak naik, daerah di bawah grafik berbentuk segitiga dengan alas 3 s dan tinggi 30 m/s.

Strategi Menyelesaikan Soal

Sebelum menggunakan rumus gerak vertikal, lihat bentuk grafik. Cara tercepat adalah menghitung luas segitiga. Secara fisika, saat v menjadi nol, bola berada di titik tertinggi.

Penyelesaian

1. Tinggi maksimum = luas di bawah grafik v-t.
2. Luas segitiga = $\frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi}$.
3. $h = \frac{1}{2} \times 3 \times 30$.
4. $h = 45$ m.

Jawaban Akhir

45 m → pilihan C.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap tinggi maksimum sama dengan 30 m/s, padahal satuannya berbeda.

- Menggunakan luas persegi panjang 3×30 dan lupa bahwa kecepatan berubah linier.
- Mengira $v = 0$ berarti bola tidak memiliki percepatan.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Luas di bawah grafik $v-t$ = perpindahan.
- Pada titik tertinggi GVA, kecepatan sesaat nol tetapi percepatan tetap ke bawah.
- Grafik $v-t$ berbentuk garis lurus menurun menunjukkan percepatan konstan negatif.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 8

Soal

Seorang pengemudi bergerak dengan kecepatan 24 m/s. Waktu reaksi pengemudi 0,5 s sebelum rem bekerja. Setelah rem bekerja, mobil mengalami perlambatan 6 m/s². Jarak total sejak melihat kucing hingga mobil berhenti adalah...

- A. 36 m
- B. 48 m
- C. 50 m
- D. 54 m
- E. 60 m

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	$v_0 = 24 \text{ m/s}$, waktu reaksi $t_r = 0,5 \text{ s}$, perlambatan rem = 6 m/s ² .

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan jarak henti total.

Konsep yang Digunakan

Jarak henti terdiri atas dua bagian: jarak reaksi dan jarak pengereman. Saat reaksi, mobil masih bergerak dengan kecepatan hampir konstan sehingga menggunakan GLB. Setelah rem bekerja, mobil mengalami GLBB diperlambat.

Strategi Menyelesaikan Soal

Jangan langsung menggunakan rumus pengereman untuk seluruh perjalanan. Pisahkan proses sebelum rem bekerja dan saat rem bekerja, lalu jumlahkan kedua jarak.

Penyelesaian

1. Jarak reaksi: $s_{\text{reaksi}} = vt = 24 \times 0,5 = 12 \text{ m}$.
2. Jarak pengereman: $v_t^2 = v_0^2 + 2as$.
3. $0 = 24^2 + 2(-6)s \rightarrow 12s = 576 \rightarrow s_{\text{rem}} = 48 \text{ m}$.
4. Jarak total = $12 + 48 = 60 \text{ m}$.

Jawaban Akhir

60 m → pilihan E.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengabaikan jarak reaksi.
- Menganggap kendaraan langsung melambat saat melihat bahaya.
- Menjumlahkan waktu reaksi ke dalam rumus pengereman tanpa memisahkan dua fase gerak.

INTI YANG HARUS DIINGAT

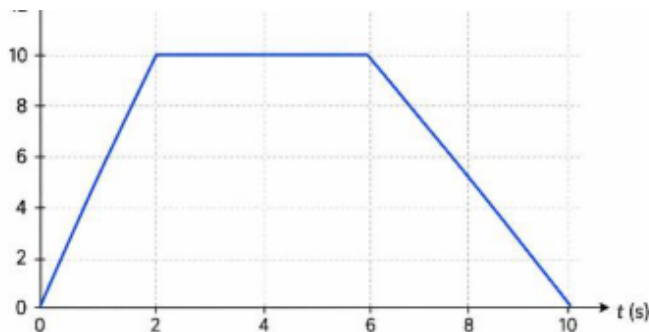
- Jarak henti = jarak reaksi + jarak pengereman.
- Jarak reaksi berbanding lurus dengan kecepatan dan waktu reaksi.
- Jarak pengereman berbanding lurus dengan kuadrat kecepatan awal.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 9

Soal

Grafik v - t berbentuk trapesium: kecepatan meningkat dari 0 ke 10 m/s selama 0–2 s, konstan 10 m/s selama 2–6 s, lalu turun hingga 0 m/s pada $t = 10$ s. Perpindahan total selama 10 s adalah...

- A. 40 m
- B. 50 m
- C. 60 m
- D. 70 m
- E. 80 m



Besar perpindahan total yang dialami oleh objek tersebut dari $t = 0$ s sampai $t = 10$ s adalah...

- A. 40 m
- B. 50 m

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Grafik terdiri dari tiga bagian: segitiga 0–2 s, persegi panjang 2–6 s, dan segitiga 6–10 s. Kecepatan maksimum 10 m/s.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan perpindahan total.

Konsep yang Digunakan

Perpindahan pada grafik v - t adalah luas daerah di bawah grafik. Karena seluruh grafik berada di atas sumbu waktu, semua luas bernilai positif dan dapat dijumlahkan.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu diperhatikan adalah membagi grafik menjadi bentuk-bentuk sederhana. Jangan mencari satu rumus GLBB untuk seluruh perjalanan karena geraknya terdiri dari beberapa fase.

Penyelesaian

1. Fase I: luas segitiga = $\frac{1}{2} \times 2 \times 10 = 10$ m.
2. Fase II: luas persegi panjang = $4 \times 10 = 40$ m.
3. Fase III: luas segitiga = $\frac{1}{2} \times 4 \times 10 = 20$ m.

4. Perpindahan total = $10 + 40 + 20 = 70$ m.

Jawaban Akhir

70 m → pilihan D.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menggunakan luas seluruh bangun sebagai persegi panjang.
- Menganggap luas grafik sebagai jarak tanpa memeriksa tanda kecepatan; pada soal ini kebetulan sama karena v selalu positif.
- Salah membaca durasi fase terakhir: dari 6 s sampai 10 s adalah 4 s.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Pada grafik v - t : luas = perpindahan.
- Pecah grafik gabungan menjadi bentuk sederhana.
- Jika grafik berada di bawah sumbu waktu, luas bertanda negatif untuk perpindahan.

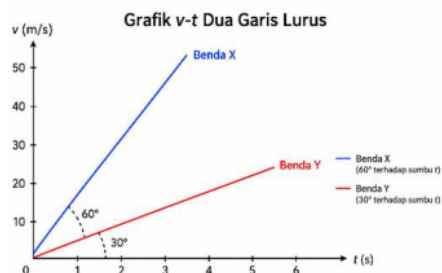
PEMBAHASAN SOAL NOMOR 10

Soal

Dua benda X dan Y bergerak dari titik awal yang sama. Pada grafik v - t , garis benda X membentuk sudut 60° terhadap sumbu waktu dan garis benda Y membentuk sudut 30° . Perbandingan percepatan $a_X : a_Y$ adalah...

- A. 1 : 3
- B. 3 : 1
- C. 1 : $\sqrt{3}$
- D. $\sqrt{3}$: 1
- E. 1 : 1

Dua buah benda X dan Y bergerak dari titik awal yang sama. Karakteristik grafik v - t di bawah ini:



Perbandingan nilai percepatan benda X dan benda Y ($a_X : a_Y$) adalah..

- A. 1 : 3
- B. 3 : 1
- C. 1 : $\sqrt{3}$
- D. $\sqrt{3}$: 1
- E. 1 : 1

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Sudut kemiringan grafik v - t benda X = 60° dan benda Y = 30° .

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan perbandingan percepatan kedua benda.

Konsep yang Digunakan

Gradien grafik v - t menyatakan percepatan, yaitu $a = \Delta v / \Delta t$. Jika sudut terhadap sumbu horizontal diketahui, gradien sebanding dengan $\tan \theta$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Jangan membandingkan tinggi garis pada suatu titik waktu. Yang ditanyakan adalah percepatan, sehingga yang diperhatikan adalah kemiringan atau gradien grafik.

Penyelesaian

1. $a_x \propto \tan 60^\circ = \sqrt{3}$.
2. $a_y \propto \tan 30^\circ = 1/\sqrt{3}$.
3. $a_x : a_y = \sqrt{3} : 1/\sqrt{3}$.
4. Kalikan kedua bagian dengan $\sqrt{3}$ sehingga diperoleh $3 : 1$.

Jawaban Akhir

$3 : 1 \rightarrow$ pilihan B.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menggunakan $\sin$ atau $\cos$ sudut padahal yang berkaitan dengan gradien adalah $\tan \theta$.
- Menganggap sudut yang lebih besar berarti langsung rasio $60:30 = 2:1$.
- Lupa bahwa percepatan adalah gradien grafik v - t .

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Gradien s - t = kecepatan.
- Gradien v - t = percepatan.
- Semakin curam grafik v - t , semakin besar percepatan.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 11

Soal

Manakah pernyataan yang tepat mengenai karakteristik GLB dan GLBB?

- A. Pada GLB, kelajuan konstan sehingga percepatan nol.
- B. Pada GLBB, lintasan lurus dan besar kecepatan selalu konstan sepanjang waktu.
- C. Pada GLBB dipercepat, grafik posisi terhadap waktu dapat berbentuk parabola terbuka ke atas.
- D. Benda yang mengalami gerak jatuh bebas memiliki pertambahan kecepatan yang sama setiap sekonnya.
- E. Pada gerak vertikal ke atas, saat benda mencapai titik tertinggi, kelajuan sesaatnya bernilai nol.

Catatan kualitas soal: terdapat ketidakkonsistenan antara kunci resmi dan konsep fisika pada opsi E.

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Setiap opsi memuat konsep dasar GLB, GLBB, gerak jatuh bebas, dan gerak vertikal ke atas.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan semua pernyataan yang benar.

Konsep yang Digunakan

Karena ini pilihan ganda kompleks, setiap pernyataan harus diuji satu per satu berdasarkan definisi fisika. Jangan memilih berdasarkan kata kunci saja.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu dilakukan adalah memeriksa definisi masing-masing jenis gerak. Setelah itu cek apakah pernyataan berlaku secara umum dan apakah arah percepatan serta perubahan kecepatan sudah benar.

Penyelesaian

1. A: benar. GLB memiliki kecepatan konstan sehingga $a = 0$.
2. B: salah. Pada GLBB, kecepatan berubah secara teratur karena ada percepatan konstan.
3. C: benar untuk GLBB dipercepat dengan percepatan positif; hubungan posisi-waktu berbentuk kuadrat/parabola.
4. D: benar. Dalam model jatuh bebas tanpa hambatan udara, percepatan g konstan sehingga perubahan kecepatan tiap sekon sama.
5. E: secara fisika juga benar. Di titik tertinggi, kecepatan sesaat benda yang dilempar vertikal ke atas bernilai nol, walaupun percepatannya tetap $-g$.
6. Kesimpulan ilmiah: A, C, D, dan E benar.

Jawaban Akhir

Secara konsep fisika: A, C, D, dan E benar.

Catatan penting: kunci resmi pada dokumen sumber mencantumkan A, C, D, tetapi pada pembahasan ringkas sumber sendiri disebutkan bahwa pernyataan E sebenarnya benar secara fisika. Karena tugas ini membahas konsep secara ilmiah, E perlu dianggap benar.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap benda di titik tertinggi tidak memiliki percepatan. Kecepatan nol tidak berarti percepatan nol.
- Menganggap semua GLBB selalu dipercepat; GLBB dapat dipercepat atau diperlambat.
- Mengikuti kunci tanpa menguji kebenaran konsep setiap pernyataan.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- GLB: v konstan, $a = 0$.
- GLBB: a konstan, kecepatan berubah.
- Pada puncak gerak vertikal ke atas: $v = 0$ tetapi $a = -g$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 12

Soal

Di antara besaran berikut, manakah yang tergolong besaran vektor?

- A. Jarak tempuh lintasan
- B. Perpindahan posisi
- C. Kelajuan rata-rata
- D. Kecepatan sesaat
- E. Percepatan gerak

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Pilihan memuat besaran kinematika yang sebagian merupakan skalar dan sebagian vektor.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan besaran yang memiliki nilai sekaligus arah.

Konsep yang Digunakan

Besaran skalar hanya memiliki besar, sedangkan besaran vektor memiliki besar dan arah. Dalam kinematika, perpindahan, kecepatan, dan percepatan memiliki arah.

Strategi Menyelesaikan Soal

Jangan tertipu oleh istilah 'kecepatan' dan 'kelajuan' karena keduanya berbeda. Perhatikan apakah arah gerak memengaruhi nilai besaran tersebut.

Penyelesaian

1. A jarak: skalar, hanya menyatakan panjang lintasan.
2. B perpindahan: vektor, memiliki besar dan arah perubahan posisi.
3. C kelajuan rata-rata: skalar.
4. D kecepatan sesaat: vektor.
5. E percepatan: vektor karena menunjukkan perubahan kecepatan dengan arah tertentu.

Jawaban Akhir

B, D, dan E.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menyamakan jarak dengan perpindahan.
- Menyamakan kelajuan dengan kecepatan.
- Menganggap percepatan selalu skalar karena sering hanya ditulis sebagai angka.

INTI YANG HARUS DIINGAT

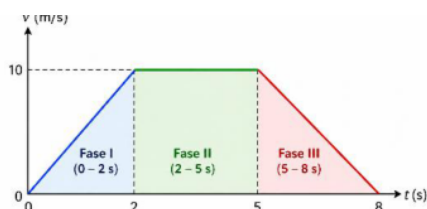
- Skalar: jarak, kelajuan, waktu, massa.
- Vektor: perpindahan, kecepatan, percepatan, gaya.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 13

Soal

Grafik v - t robot mainan terdiri dari tiga fase: 0–2 s kecepatan naik dari 0 ke 10 m/s; 2–5 s kecepatan konstan 10 m/s; 5–8 s kecepatan turun dari 10 m/s ke 0. Tentukan pernyataan yang benar:

- A. Pada 0–2 s robot mengalami GLBB dipercepat dengan $a = 5 \text{ m/s}^2$.
- B. Pada 2–5 s robot melaju konstan dan $a = 0$.
- C. Pada 5–8 s robot berbalik arah bergerak mundur ke posisi awal.
- D. Jarak tempuh pada Fase II adalah 20 m.
- E. Total perpindahan 0–8 s adalah 55 m.



Pernyataan yang sesuai dengan analisis grafik gerak tersebut adalah

- ☐ A. Pada interval $t = 0$ hingga 2 s, robot mengalami GLBB dipercepat
- ☐ B. Pada interval $t = 2$ s hingga 5 s, robot melaju konstan dan tidak dipercepat
- ☐ C. Pada interval $t = 5$ s hingga 8 s, robot berbalik arah bergerak mundur
- ☐ D. Jarak tempuh robot selama berada di Fase II saja adalah 20 m
- ☐ E. Total perpindahan robot dari $t = 0$ hingga $t = 8$ s adalah 55 m

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Fase I: $0 \rightarrow 10$ m/s selama 2 s. Fase II: 10 m/s selama 3 s. Fase III: $10 \rightarrow 0$ m/s selama 3 s.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan semua pernyataan yang sesuai dengan grafik.

Konsep yang Digunakan

Percepatan adalah gradien grafik $v-t$, sedangkan perpindahan adalah luas daerah di bawah grafik. Selama kecepatan tetap positif, robot tidak berbalik arah.

Strategi Menyelesaikan Soal

Kerjakan setiap opsi dengan data grafik. Jangan hanya melihat bentuk garis. Hitung gradien untuk pernyataan percepatan dan luas untuk pernyataan jarak/perpindahan.

Penyelesaian

1. A: $a = \Delta v / \Delta t = 10/2 = 5 \text{ m/s}^2 \rightarrow$ benar.
2. B: v konstan pada Fase II $\rightarrow a = 0 \rightarrow$ benar.
3. C: salah karena kecepatan tidak pernah negatif; robot hanya melambat sampai berhenti.
4. D: salah. Jarak Fase II = $vt = 10 \times 3 = 30 \text{ m}$.
5. E: luas Fase I = $\frac{1}{2} \times 2 \times 10 = 10 \text{ m}$; Fase II = $3 \times 10 = 30 \text{ m}$; Fase III = $\frac{1}{2} \times 3 \times 10 = 15 \text{ m}$; total = $55 \text{ m} \rightarrow$ benar.

Jawaban Akhir

A, B, dan E.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap kecepatan yang menurun berarti benda berbalik arah. Berbalik arah ditunjukkan oleh perubahan tanda kecepatan.
- Salah membaca durasi Fase II sebagai 2 s.
- Mengabaikan luas segitiga pada fase percepatan dan perlambatan.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Gradien $v-t$ = percepatan.
- Luas $v-t$ = perpindahan.
- Kecepatan positif yang mengecil berarti tetap bergerak ke arah yang sama sambil melambat.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 14

Soal

Fenomena yang merupakan contoh GLBB dipercepat adalah...

- A. Buah mangga matang terlepas dan jatuh menuju tanah.
- B. Mobil bergerak stabil menggunakan cruise control di jalan tol datar.
- C. Kelereng meluncur turun dari puncak bidang miring licin.
- D. Pesawat melakukan pengereman saat mendarat.
- E. Sepeda motor digas saat mulai bergerak lurus.

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
--------	--------

Apa yang Ditanyakan?

Memilih fenomena yang kecepatannya bertambah secara teratur.

Konsep yang Digunakan

GLBB dipercepat terjadi ketika percepatan searah dengan kecepatan sehingga besar kecepatan bertambah. Pada kondisi ideal, percepatannya dianggap konstan.

Strategi Menyelesaikan Soal

Identifikasi apakah benda bertambah cepat, tetap, atau melambat. Setelah itu cocokkan dengan GLB, GLBB dipercepat, atau GLBB diperlambat.

Penyelesaian

1. A: jatuh bebas → kelajuan bertambah dengan percepatan g → benar.
2. B: cruise control stabil → kecepatan konstan → GLB → salah.
3. C: meluncur turun bidang miring licin → ada komponen gravitasi konstan sepanjang bidang → dipercepat → benar.
4. D: pengereman pesawat → kelajuan berkurang → GLBB diperlambat → salah.
5. E: motor digas dan kelajuan bertambah pada lintasan lurus → dipercepat → benar.

Jawaban Akhir

A, C, dan E.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap semua gerak kendaraan adalah GLB.
- Tidak membedakan percepatan positif dengan 'arah ke atas'; dipercepat berarti besar kelajuan bertambah.
- Menganggap pengereman sebagai percepatan karena ada perubahan kecepatan; sebenarnya dalam konteks arah gerak, itu perlambatan.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- GLBB dipercepat: besar kecepatan bertambah.
- GLBB diperlambat: besar kecepatan berkurang.
- GLB: kecepatan konstan dan $a = 0$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 15

Soal

Benda A dijatuhkan dari puncak gedung setinggi 80 m. Pada saat yang sama, Benda B dilempar vertikal ke atas dari tanah tepat di bawah Benda A dengan kecepatan awal 40 m/s. Abaikan hambatan udara dan gunakan $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tentukan pernyataan yang benar:

- A. Berpapasan setelah 4 s.
- B. Berpapasan pada $t = 2 \text{ s}$.
- C. Titik pertemuan 60 m dari tanah.
- D. Kelajuan Benda A saat bertemu 20 m/s.
- E. Benda B berada di titik tertinggi saat bertemu.

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Untuk A: posisi dari tanah $y_A = 80 - \frac{1}{2}gt^2$. Untuk B: $y_B = 40t - \frac{1}{2}gt^2$.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan waktu, posisi, dan kondisi kedua benda saat berpapasan.

Konsep yang Digunakan

Kedua benda mengalami percepatan gravitasi yang sama. Saat bertemu, posisi keduanya sama. Menariknya, suku $-\frac{1}{2}gt^2$ saling menghilangkan ketika kedua persamaan posisi disamakan.

Strategi Menyelesaikan Soal

Gunakan sistem koordinat dengan arah atas positif dan titik tanah sebagai $y = 0$. Tuliskan posisi kedua benda terhadap waktu, lalu samakan.

Penyelesaian

1. $y_A = 80 - 5t^2$.
2. $y_B = 40t - 5t^2$.
3. Saat bertemu: $80 - 5t^2 = 40t - 5t^2 \rightarrow 80 = 40t \rightarrow t = 2$ s.
4. Posisi: $y = 40(2) - 5(2^2) = 80 - 20 = 60$ m.
5. Kelajuan A: $v_A = gt = 10 \times 2 = 20$ m/s.
6. B mencapai puncak pada $t = v_0/g = 40/10 = 4$ s, sehingga saat $t = 2$ s belum di puncak.

Jawaban Akhir

B, C, dan D.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap kedua benda bertemu saat B mencapai titik tertinggi.
- Salah tanda pada posisi benda A yang bergerak turun.
- Menyamakan kecepatan kedua benda; yang harus sama saat bertemu adalah posisi.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Saat berpapasan, posisi kedua benda sama.
- Gerak vertikal dapat dianalisis dengan persamaan posisi terhadap waktu.
- Titik tertinggi B terjadi saat $v = 0$, yaitu $t = v_0/g$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 16

Soal

Stimulus pengereman truk: jarak henti terdiri dari jarak reaksi (GLB) dan jarak pengereman (GLBB diperlambat). Tentukan benar/salah:

1. Jarak pengereman berbanding lurus linier dengan kecepatan awal, $s_{\text{rem}} \propto v_0$.
2. Jika kecepatan awal menjadi dua kali, jarak pengereman menjadi empat kali.
3. Waktu reaksi menyebabkan kendaraan tetap menempuh jarak tertentu dalam kondisi GLB sebelum pengereman dimulai.

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Jarak pengereman untuk perlambatan konstan memenuhi $s = v_0^2/(2a)$ jika a adalah besar perlambatan. Selama waktu reaksi, kendaraan belum direm.

Apa yang Ditanyakan?

Menilai kebenaran hubungan kuantitatif dan konsep dua fase jarak henti.

Konsep yang Digunakan

Gunakan hubungan $s_{\text{rem}} \propto v_0^2$. Ini menunjukkan pengaruh kecepatan terhadap jarak pengereman tidak linier. Untuk waktu reaksi, gunakan konsep $s = vt$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Fokus pada bentuk hubungan, bukan hanya angka. Jika kecepatan berubah faktor tertentu, kuadratkan faktor tersebut untuk melihat perubahan jarak pengereman.

Penyelesaian

1. P1: salah, karena $s_{\text{rem}} \propto v_0^2$, bukan $\propto v_0$.
2. P2: benar, jika v_0 menjadi $2v_0$ maka s menjadi $(2v_0)^2 = 4v_0^2$.
3. P3: benar, selama reaksi pengemudi belum mengerem sehingga kendaraan masih bergerak dengan kecepatan awal secara mendekati konstan.

Jawaban Akhir

1 = Salah, 2 = Benar, 3 = Benar.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap semua jarak berbanding lurus dengan kecepatan.
- Mengabaikan fase waktu reaksi.
- Mengira waktu reaksi membuat kendaraan langsung berhenti.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Jarak pengereman $\propto v_0^2$.
- Jarak reaksi = $v_0 t_{\text{reaksi}}$.
- Jarak henti total adalah gabungan dua fase gerak.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 17

Soal

Lift bergerak dari lantai 1 ke lantai 12: mula-mula dipercepat, kemudian bergerak dengan kecepatan konstan dari sekitar lantai 3 sampai lantai 10, lalu diperlambat hingga berhenti. Tentukan benar/salah:

1. Saat bergerak konstan di bagian tengah, percepatan lift nol.
2. Selama bergerak dari lantai 3 ke lantai 10, percepatan positif karena arah geraknya ke atas.
3. Saat mendekati lantai 12 dan melambat, arah percepatan berlawanan dengan arah kecepatan.

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Pada fase tengah, kecepatan konstan. Pada fase akhir, lift masih bergerak ke atas tetapi kelajuannya berkurang.

Apa yang Ditanyakan?

Menilai hubungan antara arah gerak, kecepatan, dan percepatan.

Konsep yang Digunakan

Percepatan ditentukan oleh perubahan kecepatan, bukan hanya arah posisi. Jika kecepatan konstan, percepatan nol. Jika benda bergerak ke atas tetapi melambat, percepatan arahnya ke bawah.

Strategi Menyelesaikan Soal

Periksa apakah kecepatan berubah atau tidak. Jangan langsung menyimpulkan percepatan positif hanya karena benda bergerak ke atas.

Penyelesaian

1. P1: benar. v konstan $\rightarrow a = 0$.
2. P2: salah. Arah gerak ke atas tidak otomatis berarti a positif; pada fase ini v tidak berubah sehingga $a = 0$.
3. P3: benar. Saat naik tetapi melambat, v ke atas dan a ke bawah.

Jawaban Akhir

1 = Benar, 2 = Salah, 3 = Benar.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menyamakan arah kecepatan dengan arah percepatan.
- Menganggap benda bergerak berarti pasti memiliki percepatan.
- Mengira kecepatan konstan berarti benda diam.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Kecepatan konstan $\rightarrow$ percepatan nol.
- Arah percepatan menunjukkan arah perubahan vektor kecepatan.
- Benda dapat bergerak tetapi percepatannya nol.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 18

Soal

Stimulus tetesan hujan: air hujan jatuh melalui atmosfer dan mengalami gaya hambat udara yang bertambah saat kecepatannya meningkat. Tentukan benar/salah:

1. Gerak tetesan hujan di atmosfer adalah contoh murni gerak jatuh bebas.
2. Saat gaya hambat udara sama dengan gaya berat, tetesan bergerak dengan kecepatan konstan (kecepatan terminal).
3. Hambatan udara menyebabkan percepatan tetesan semakin berkurang hingga nol selama jatuh.

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Gaya berat menarik ke bawah. Gaya hambat udara melawan arah gerak dan bertambah ketika kelajuan bertambah.

Apa yang Ditanyakan?

Menilai pengaruh hambatan udara terhadap percepatan dan kecepatan.

Konsep yang Digunakan

Gerak jatuh bebas ideal mensyaratkan hambatan udara diabaikan. Dalam situasi nyata, resultan gaya berubah karena gaya hambat meningkat. Saat resultan gaya nol, percepatan nol dan kelajuan menjadi konstan.

Strategi Menyelesaikan Soal

Gunakan Hukum II Newton secara konsep: $\Sigma F = ma$. Perhatikan perubahan resultan gaya selama kelajuan bertambah.

Penyelesaian

1. P1: salah. Ada gaya hambat udara sehingga bukan GJB murni.
2. P2: benar. $F_{\text{hambat}} = W \rightarrow \Sigma F = 0 \rightarrow a = 0 \rightarrow$ kecepatan konstan.
3. P3: benar. Semakin besar hambatan udara, semakin kecil resultan gaya ke bawah hingga akhirnya nol.

Jawaban Akhir

1 = Salah, 2 = Benar, 3 = Benar.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap semua benda jatuh selalu GJB.
- Mengira kecepatan terminal berarti benda berhenti.
- Mengira percepatan nol berarti tidak ada gaya sama sekali; yang benar adalah resultan gaya nol.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Kecepatan terminal = kelajuan konstan akibat resultan gaya nol.
- GJB ideal mengabaikan hambatan udara.
- Percepatan dapat berubah karena resultan gaya berubah.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 19

Soal

Seorang pejalan kaki menyeberangi jalan selebar 6 m dengan kecepatan konstan 1,5 m/s. Pada saat yang sama, bus berjarak 100 m dari garis penyeberangan dan bergerak dengan kecepatan konstan 20 m/s. Tentukan benar/salah:

1. Pejalan kaki membutuhkan 4 s.
2. Bus membutuhkan 5 s untuk mencapai garis penyeberangan.
3. Pejalan kaki akan tertabrak karena waktu tempuhnya lebih lama daripada waktu kedatangan bus.

Analisis ini mengikuti model ideal soal: kecepatan dianggap konstan dan tidak mempertimbangkan waktu reaksi atau perubahan gerak.

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Pejalan kaki: $s = 6$ m, $v = 1,5$ m/s. Bus: $s = 100$ m, $v = 20$ m/s.

Apa yang Ditanyakan?

Menentukan waktu masing-masing dan membandingkan keselamatan berdasarkan waktu.

Konsep yang Digunakan

Keduanya bergerak dengan kecepatan konstan sehingga gunakan GLB: $t = s/v$. Setelah memperoleh kedua waktu, bandingkan.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu dilakukan adalah menghitung waktu secara terpisah. Jangan langsung menyimpulkan dari kecepatan bus yang lebih besar.

Penyelesaian

1. Waktu pejalan kaki: $t = 6/1,5 = 4$ s.
2. Waktu bus: $t = 100/20 = 5$ s.
3. Pejalan kaki selesai menyeberang pada 4 s, sedangkan bus tiba pada 5 s.
4. Maka berdasarkan data ideal soal, pejalan kaki telah selesai menyeberang 1 s lebih dahulu.

Jawaban Akhir

1 = Benar, 2 = Benar, 3 = Salah.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Membandingkan kecepatan saja tanpa menghitung waktu.

- Menggunakan satuan yang berbeda.
- Melupakan bahwa keselamatan ditentukan oleh posisi dan waktu, bukan hanya siapa yang bergerak lebih cepat.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- GLB: $t = s/v$.
- Dalam soal pertemuan atau keselamatan, bandingkan waktu dan posisi pada waktu yang sama.
- Data menunjukkan pejalan kaki selesai lebih dahulu.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 20

Soal

Seorang pengendara sepeda motor menjaga jarum speedometer tetap pada 60 km/jam ketika melintasi tikungan tajam. Tentukan benar/salah:

1. Speedometer mengukur kelajuan sesaat yang merupakan besaran skalar.
2. Sepeda motor memiliki kecepatan konstan selama berbelok karena angka speedometer tetap 60 km/jam.
3. Walaupun kelajuannya tetap 60 km/jam, vektor kecepatan berubah karena arah gerak berubah.

Apa yang Diketahui?

Bagian	Uraian
Informasi penting	Kelajuan yang terbaca = 60 km/jam dan lintasan berbentuk melengkung.

Apa yang Ditanyakan?

Menilai perbedaan antara kelajuan skalar dan kecepatan vektor.

Konsep yang Digunakan

Speedometer menunjukkan kelajuan, yaitu besar kecepatan tanpa arah. Kecepatan sebagai vektor bergantung pada besar dan arah. Ketika kendaraan berbelok, arah berubah sehingga vektor kecepatan berubah meskipun besar kelajuan tetap.

Strategi Menyelesaikan Soal

Perhatikan perbedaan istilah: kelajuan konstan tidak selalu berarti kecepatan vektor konstan. Untuk kecepatan konstan, besar dan arah harus tetap.

Penyelesaian

1. P1: benar. Speedometer mengukur kelajuan sesaat dan kelajuan adalah skalar.
2. P2: salah. Saat berbelok, arah vektor kecepatan berubah.
3. P3: benar. Perubahan arah kecepatan berarti terjadi perubahan vektor kecepatan dan terdapat percepatan sentripetal.

Jawaban Akhir

1 = Benar, 2 = Salah, 3 = Benar.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menyamakan kelajuan dengan kecepatan.
- Menganggap angka speedometer tetap berarti tidak ada percepatan.
- Mengira percepatan hanya terjadi jika kendaraan bertambah cepat atau melambat.

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Kelajuan = skalar; kecepatan = vektor.
- Kecepatan konstan mensyaratkan besar dan arah tetap.
- Gerak melingkar dengan kelajuan tetap tetap memiliki percepatan karena arah kecepatan berubah.

Penutup

Dalam menyelesaikan soal TKA Fisika, kebiasaan yang paling penting adalah membedakan informasi yang diberikan, besaran yang ditanyakan, dan konsep yang benar-benar relevan. Untuk materi kinematika, siswa perlu sangat teliti membedakan jarak dengan perpindahan, kelajuan dengan kecepatan, serta membaca makna gradien dan luas grafik. Jika alur berpikir sudah benar, rumus yang digunakan biasanya menjadi lebih mudah ditentukan.

PEMBAHASAN SOAL TKA FISIKA

Panduan Lengkap, Strategi Berpikir, dan Analisis Konsep untuk Siswa SMA

A. Pendahuluan

Halo siswa-siswi hebat! Selamat datang dalam panduan pembahasan menyeluruh Tes Kemampuan Akademik (TKA) Fisika. Dokumen ini disusun secara khusus oleh guru Fisika SMA untuk membantu kalian memahami konsep-konsep mendasar, membangun alur logika berpikir yang sistematis, serta menguasai strategi taktis dalam menyelesaikan soal-soal TKA Fisika dengan tepat dan efisien.

Fisika bukanlah sekadar menghafal rumus, melainkan ilmu tentang memahami fenomena alam dan memodelkannya secara matematis. Oleh karena itu, dalam modul pembahasan ini, setiap soal didekati melalui analisis mendalam: mulai dari mengidentifikasi informasi penting, memahami latar belakang konsep fisiknya, menyusun strategi penyelesaian, melakukan perhitungan matematis secara step-by-step, hingga menelaah potensi kesalahan/miskonsepsi yang sering timbul. Manfaatkan panduan ini secara optimal untuk melatih ketajaman analisis dan rasa percaya diri kalian menghadapi ujian TKA mendatang. Selamat belajar!

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 1

Soal:

Seorang pemain sepak bola menendang bola dengan kecepatan awal 20 m/s pada sudut elevasi 30° terhadap tanah horizontal. Jika percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$, lama waktu bola berada di udara sampai kembali menyentuh tanah adalah...

- A. 1,0 sekon
- B. 1,5 sekon
- C. 2,0 sekon
- D. 2,5 sekon
- E. 3,0 sekon

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kecepatan awal (v_0)	20 m/s
Sudut elevasi (θ)	30°
Percepatan gravitasi (g)	10 m/s ²
Ditanyakan	Lama waktu bola berada di udara sampai kembali

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Gerak Parabola (Gerak Peluru). Gerak parabola merupakan perpaduan antara Gerak Lurus Beraturan (GLB) pada arah horizontal (sumbu-X) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) pada arah vertikal (sumbu-Y) di bawah pengaruh percepatan gravitasi bumi.

Makna Fisika: Pada arah vertikal, bola bergerak naik melambat karena ditarik oleh gravitasi hingga kecepatan vertikalnya menjadi nol di titik tertinggi ($v_y = 0$), kemudian bergerak turun dipercepat kembali ke tanah. Waktu yang dibutuhkan untuk naik dari tanah ke titik tertinggi sama persis dengan waktu yang dibutuhkan untuk turun dari titik tertinggi kembali ke tanah.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah bahwa bola melakukan gerak parabola simetris (ditembakkan dari tanah horizontal dan mendarat kembali di tanah horizontal).

Dari informasi pada soal, kita dapat mengetahui kecepatan awal v_0 , sudut elevasi θ , dan percepatan gravitasi g .

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah menghitung waktu untuk mencapai titik puncak ($t_{\text{puncak}} = v_0 \sin \theta / g$), lalu mengalikannya dengan dua untuk mendapatkan waktu total melayang di udara ($t_{\text{total}} = 2 \times t_{\text{puncak}}$).

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $v_0 = 20 \text{ m/s}$
- $\theta = 30^\circ$ ($\sin 30^\circ = 0,5$)
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

2. Ditanyakan:

- $t_{\text{total}} = \dots ?$

3. Konsep/Persamaan:

- Komponen kecepatan awal arah vertikal: $v_{0y} = v_0 \sin \theta$
- Waktu mencapai puncak ($v_y = 0$): $t_{\text{puncak}} = v_{0y} / g = (v_0 \sin \theta) / g$
- Waktu total di udara: $t_{\text{total}} = 2 \times t_{\text{puncak}} = (2 v_0 \sin \theta) / g$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $t_{\text{total}} = (2 \times 20 \times \sin 30^\circ) / 10$
- $t_{\text{total}} = (40 \times 0,5) / 10$
- $t_{\text{total}} = 20 / 10 = 2,0 \text{ s}$

5. Jawaban Akhir:

- $t_{\text{total}} = 2,0$ sekon (Pilihan C)

Jawaban Akhir: C. 2,0 sekon

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Siswa sering lupa mengalikan waktu puncak dengan 2, sehingga hanya menghitung $t_{\text{puncak}} = 1,0$ s (menjawab A).
- Menggunakan cosinus bukannya sinus untuk komponen vertikal (tertukar antara komponen v_x dan v_y).
- Lupa mengonversi atau keliru memasukkan nilai $\sin 30^\circ$.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 1

- Waktu ke titik tertinggi: $t_{\text{puncak}} = (v_o \sin \theta) / g$
- Waktu total melayang di udara (tanah ke tanah): $t_{\text{total}} = 2 \times t_{\text{puncak}} = (2 v_o \sin \theta) / g$
- Komponen vertikal (sumbu-Y) menggunakan $\sin \theta$, sedangkan komponen horizontal (sumbu-X) menggunakan $\cos \theta$.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 2

Soal:

Dua buah wahana air mancur menyembrotkan air dengan kecepatan awal yang sama besar. Air mancur A disemprotkan dengan sudut elevasi 15° , sedangkan air mancur B disemprotkan dengan sudut elevasi 30° . Perbandingan jangkauan mendarat maksimum antara air mancur A dan B ($X_{\text{maks A}} : X_{\text{maks B}}$) adalah...

- A. 1 : 2
- B. 1 : $\sqrt{3}$
- C. $\sqrt{3}$: 1
- D. 1 : 1
- E. 2 : 3

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kecepatan awal ($v_{oA} = v_{oB}$)	v_o (sama)
Sudut elevasi A (θ_A)	15°
Sudut elevasi B (θ_B)	30°

Percepatan gravitasi (g)	g (sama)
Ditanyakan	Perbandingan jangkauan mendatar maksimum air mancur A dan B ($X_{maks} A : X_{maks} B$).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji konsep Jangkauan Mendatar Maksimum (X_{maks}) pada Gerak Parabola.

Makna Fisika: Jangkauan mendatar maksimum adalah jarak horizontal terjauh yang dicapai benda dari titik awal penembakan hingga kembali ke ketinggian yang sama. Besarnya dipengaruhi oleh kuadrat kecepatan awal (v_o^2) dan fungsi trigonometri dua kali sudut elevasi ($\sin 2\theta$).

Sifat Khusus Trigonometri: Nilai $\sin 2\theta$ menentukan seberapa optimal sudut tembak terhadap jarak horizontal. Sudut elevasi komplementer ($\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$) akan menghasilkan nilai $\sin 2\theta$ yang berbeda kecuali jika $\sin 2\theta$ disubstitusi dengan benar.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah bahwa kecepatan awal (v_o) dan percepatan gravitasi (g) untuk kedua air mancur bernilai sama.

Dari informasi pada soal, perbedaan satu-satunya antar wahana berada pada sudut elevasinya ($\theta_A = 15^\circ$ dan $\theta_B = 30^\circ$).

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah membuat rasio/perbandingan rumus $X_{maks} = (v_o^2 \sin 2\theta) / g$, di mana variabel v_o^2 dan g dapat dicoret, sehingga perbandingan hanya bergantung pada nilai $\sin(2\theta)$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $v_{oA} = v_{oB} = v_o$
- $\theta_A = 15^\circ \rightarrow 2\theta_A = 30^\circ$
- $\theta_B = 30^\circ \rightarrow 2\theta_B = 60^\circ$

2. Ditanyakan:

- $X_{maks} A : X_{maks} B = \dots ?$

3. Konsep/Persamaan:

- Rumus Jangkauan Maksimum: $X_{maks} = (v_o^2 \sin 2\theta) / g$
- Karena v_o dan g sama, maka $X_{maks} \propto \sin 2\theta$
- $X_{maks} A / X_{maks} B = \sin(2\theta_A) / \sin(2\theta_B)$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $X_{\text{maks A}} / X_{\text{maks B}} = \sin(2 \times 15^\circ) / \sin(2 \times 30^\circ)$
- $X_{\text{maks A}} / X_{\text{maks B}} = \sin 30^\circ / \sin 60^\circ$
- $X_{\text{maks A}} / X_{\text{maks B}} = (1/2) / (1/2 \sqrt{3}) = 1 / \sqrt{3}$
- Jadi perbandingannya adalah $1 : \sqrt{3}$

5. Jawaban Akhir:

- $X_{\text{maks A}} : X_{\text{maks B}} = 1 : \sqrt{3}$ (Pilihan B)

Jawaban Akhir: B. $1 : \sqrt{3}$

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menggunakan $\sin \theta$ langsung tanpa mengalikan sudut dengan 2 (menghitung $\sin 15^\circ / \sin 30^\circ$).
- Menganggap jangkauan berbanding lurus langsung dengan sudut elevasi ($15:30 = 1:2$, memilih jawaban A).
- Miskonsepsi bahwa sudut komplementer menghasilkan jarak sama (itu terjadi jika $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$, misal 30° dan 60° , bukan 15° dan 30°).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 2

- Rumus Jangkauan Mendatar Maksimum: $X_{\text{maks}} = (v_0^2 \sin 2\theta) / g$
- Ingat! Fungsi trigonometrinya adalah $\sin(2\theta)$, bukan $2 \sin(\theta)$ atau $\sin(\theta)$.
- Dua sudut elevasi yang berjumlah 90° (komplementer, misal 30° & 60° , atau 15° & 75°) akan menghasilkan jangkauan maksimum yang SAMA.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 3

Soal:

Wahana bianglala di taman hiburan memiliki jari-jari 10 meter dan berputar konstan (GMB) melengkapi satu putaran penuh setiap 20 detik. Kelajuan linier yang dirasakan oleh penumpang pada kabin bianglala tersebut adalah...

- A. $0,5\pi$ m/s
- B. $0,8\pi$ m/s
- C. $1,0\pi$ m/s
- D. $2,0\pi$ m/s
- E. $4,0\pi$ m/s

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Jari-jari bianglala (R)	10 m

Waktu 1 putaran penuh / Periode (T)	20 s
Ditanyakan	Kelajuan linier penumpang pada kabin bianglala (v).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Gerak Melingkar Beraturan (GMB).

Makna Fisika: Kelajuan linier (v) adalah jarak tempuh linier per satuan waktu. Dalam gerak melingkar, satu putaran penuh menempuh jarak sejauh keliling lingkaran ($2\pi R$) dalam selang waktu satu periode (T).

Kecepatan sudut (ω) menyatakan besar sudut yang ditempuh per detik ($\omega = 2\pi/T$), sehingga kelajuan linier merupakan perkalian antara kecepatan sudut dengan jari-jari lintasan ($v = \omega R$).

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah istilah 'satu putaran penuh setiap 20 detik', yang secara langsung memberikan informasi besarnya Periode ($T = 20$ s).

Dari informasi pada soal, kita telah mengetahui nilai jari-jari $R = 10$ m dan periode $T = 20$ s.

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah hubungan kelajuan linier dengan keliling lintasan dan periode: $v = (2 \pi R) / T$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $R = 10$ m
- $T = 20$ s

2. Ditanyakan:

- $v = \dots ?$

3. Konsep/Persamaan:

- $v = (2 \pi R) / T$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $v = (2 \times \pi \times 10) / 20$
- $v = (20 \pi) / 20$
- $v = 1,0 \pi$ m/s

5. Jawaban Akhir:

- $v = 1,0 \pi$ m/s (Pilihan C)

Jawaban Akhir: C. $1,0\pi$ m/s

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Tertukar antara periode (T) dan frekuensi (f).
- Mengabaikan simbol π dalam perhitungan atau salah membagi angka.
- Menggunakan rumus percepatan sentripetal alih-alih kelajuan linier.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 3

- Periode (T) = Waktu untuk 1 putaran penuh (sekon).
- Frekuensi (f) = Jumlah putaran dalam 1 sekon (Hz). Hubungan: $T = 1/f$.
- Kelajuan Linier: $v = (2 \pi R) / T = 2 \pi f R = \omega R$.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 4

Soal:

Sebuah benda bergerak melingkar beraturan. Grafik di atas menunjukkan hubungan antara percepatan sentripetal (a_s) terhadap kuadrat kecepatan linier (v^2). Berdasarkan grafik tersebut, jari-jari lintasan melingkar benda adalah...

(Titik pada grafik: $v^2 = 100 \text{ m}^2/\text{s}^2$, $a_s = 20 \text{ m/s}^2$)

- A. 2,5 m
- B. 5,0 m
- C. 7,5 m
- D. 10,0 m
- E. 12,5 m

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sumbu vertikal (Percepatan Sentripetal, a_s)	20 m/s^2
Sumbu horizontal (Kuadrat Kecepatan, v^2)	$100 \text{ m}^2/\text{s}^2$
Ditanyakan	Jari-jari lintasan melingkar benda (R).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menggabungkan analisis Grafik dengan Hukum Gerak Melingkar Beraturan (GMB).

Makna Fisika: Percepatan sentripetal (a_s) adalah percepatan yang selalu mengarah ke pusat lingkaran dan berfungsi mengubah arah kecepatan linier benda. Hubungan matematisnya dengan

kelajuan linier v dan jari-jari R adalah $a_s = v^2 / R$.

Kemiringan (gradien) dari grafik a_s terhadap v^2 mewakili nilai $(1/R)$.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah membaca koordinat titik yang ditunjuk dengan jelas pada grafik, yaitu $(v^2, a_s) = (100, 20)$.

Dari informasi pada grafik, kita mendapatkan nilai $v^2 = 100 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ketika $a_s = 20 \text{ m/s}^2$.

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah mengatur ulang rumus percepatan sentripetal $a_s = v^2 / R$ menjadi $R = v^2 / a_s$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui (dari grafik):

- $v^2 = 100 \text{ m}^2/\text{s}^2$
- $a_s = 20 \text{ m/s}^2$

2. Ditanyakan:

- $R = \dots ?$

3. Konsep/Persamaan:

- $a_s = v^2 / R \rightarrow R = v^2 / a_s$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $R = 100 / 20$
- $R = 5,0 \text{ m}$

5. Jawaban Akhir:

- $R = 5,0 \text{ m}$ (Pilihan B)

Jawaban Akhir: B. 5,0 m

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Terbalik memasukkan rumus menjadi $R = a_s / v^2$ (menghasilkan $20/100 = 0,2 \text{ m}$).
- Mengkuadratkan kembali nilai 100 karena menyangka 100 adalah v (padahal sumbu X sudah menyatakan v^2).
- Menganggap gradien grafik langsung sebagai jari-jari R .

INTI KONSEP SOAL NOMOR 4

- Percepatan Sentripetal: $a_s = v^2 / R = \omega^2 R$
- Perhatikan sumbu grafik dengan teliti! Sumbu X adalah v^2 (kuadrat kecepatan), BUKAN v .

- Jari-jari lintasan: $R = v^2 / a_s$.



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 5

Soal:

Sebuah batu dilemparkan dari permukaan tanah dengan kecepatan awal $v_0 = 25 \text{ m/s}$ dan sudut elevasi ϑ ($\cos \vartheta = 0,8$ dan $\sin \vartheta = 0,6$). Saat batu mencapai titik tertinggi dalam lintasannya, besar kecepatan total batu tersebut adalah...

- A. 0 m/s
- B. 12 m/s
- C. 15 m/s
- D. 20 m/s
- E. 25 m/s

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kecepatan awal (v_0)	25 m/s
Sudut elevasi ($\cos \theta$, $\sin \theta$)	$\cos \theta = 0,8$; $\sin \theta = 0,6$
Ditanyakan	Besar kecepatan total batu saat mencapai titik tertinggi (v_{puncak}).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji pemahaman mendalam tentang vektor kecepatan pada Gerak Parabola.

Makna Fisika: Gerak parabola terdiri dari sumbu-X (GLB) dan sumbu-Y (GLBB). Di titik tertinggi (puncak), komponen kecepatan vertikal (v_y) bernilai NOL karena benda berhenti sejenak secara vertikal sebelum berbalik arah jatuh.

Namun, komponen kecepatan horizontal (v_x) TIDAK PERNAH NOL selama melayang di udara, karena tidak ada percepatan pada arah horizontal (gesekan udara diabaikan). Kecepatan total di titik tertinggi sama dengan v_x .

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah konsep bahwa kecepatan di puncak gerak parabola BUKAN nol total, melainkan hanya $v_y = 0$.

Dari informasi pada soal, kecepatan horizontal bersifat konstan: $v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta$.

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah menghitung $v_x = v_0 \cos \theta$, yang secara langsung merupakan kecepatan total benda di titik tertinggi.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $v_0 = 25 \text{ m/s}$
- $\cos \theta = 0,8$
- $\sin \theta = 0,6$

2. Ditanyakan:

- Kecepatan total di titik tertinggi (v_{puncak}) = ... ?

3. Konsep/Persamaan:

- Di titik tertinggi: $v_y = 0$
- Kecepatan horizontal (konstan): $v_x = v_0 \cos \theta$
- Kecepatan total: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_x^2 + 0} = v_x$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $v_{\text{puncak}} = v_x = v_0 \cos \theta$
- $v_{\text{puncak}} = 25 \times 0,8 = 20 \text{ m/s}$

5. Jawaban Akhir:

- Kecepatan total di puncak = 20 m/s (Pilihan D)

Jawaban Akhir: D. 20 m/s

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi utama: Menganggap kecepatan total di titik tertinggi bernilai NOL (memilih A).
- Salah memilih fungsi trigonometri, menggunakan $\sin \theta$ alih-alih $\cos \theta$ (menghitung $25 \times 0,6 = 15 \text{ m/s}$, memilih C).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 5

- Di titik tertinggi gerak parabola: $v_y = 0$, tetapi $v_x \neq 0$ (konstan).
- Kecepatan total di puncak = Kecepatan horizontal (v_x) = $v_0 \cos \theta$.
- Kecepatan benda HANYA nol di puncak jika benda dilempar tegak lurus ke atas ($\theta = 90^\circ$).

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 6

Soal:

Sebuah beban diikat pada ujung tali lalu diputar secara horizontal di atas meja licin sehingga membentuk Gerak Melingkar Beraturan dengan frekuensi f . Jika frekuensi putaran ditingkatkan menjadi $3f$ sementara panjang tali dipertahankan konstan, percepatan sentripetal benda akan menjadi...

- A. 3 kali semula
- B. 6 kali semula
- C. 8 kali semula
- D. $1/9$ kali semula
- E. 9 kali semula

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Frekuensi awal (f_1)	f
Frekuensi akhir (f_2)	$3f$
Panjang tali / Jari-jari (R)	Konstan ($R_1 = R_2$)
Ditanyakan	Percepatan sentripetal akhir (a_{s2}) dibandingkan percepatan sentripetal awal (a_{s1}).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas hubungan kuantitatif variabel pada Gerak Melingkar Beraturan (GMB).

Makna Fisika: Percepatan sentripetal dapat dinyatakan dalam frekuensi f melalui hubungan kecepatan sudut $\omega = 2\pi f$. Rumus percepatan sentripetal menjadi $a_s = \omega^2 R = (2\pi f)^2 R = 4\pi^2 f^2 R$.

Secara matematis, percepatan sentripetal berbanding lurus dengan KUADRAT frekuensi ($a_s \propto f^2$).

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah bahwa panjang tali (R) tidak berubah.

Dari informasi pada soal, frekuensi dijadikan 3 kali lipat semula ($f_2 = 3f_1$).

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah perbandingan nilai $a_s \propto f^2$, sehingga perubahan percepatan sentripetal adalah kuadrat dari faktor perubahan frekuensinya ($3^2 = 9$).

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $f_1 = f$, $f_2 = 3f$
- $R_1 = R_2 = R$

2. Ditanyakan:

- $a_{s2} / a_{s1} = \dots ?$

3. Konsep/Persamaan:

- $a_s = 4 \pi^2 f^2 R$
- $a_{s2} / a_{s1} = (f_2 / f_1)^2$

4. Substitusi Nilai & Perhitungan:

- $a_{s2} / a_{s1} = (3f / f)^2 = 3^2 = 9$
- $a_{s2} = 9 \times a_{s1}$

5. Jawaban Akhir:

- Percepatan sentripetal menjadi 9 kali semula (Pilihan E)

Jawaban Akhir: E. 9 kali semula

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menganggap percepatan sentripetal berbanding lurus linier dengan frekuensi (memilih A: 3 kali semula).
- Mengalikan dengan 2 (memilih 6 kali semula).
- Miskonsepsi pembagian 1/9 karena keliru membalik rumus.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 6

- Percepatan Sentripetal: $a_s = \omega^2 R = 4\pi^2 f^2 R$.
- Jika f dikali k , maka a_s dikali k^2 .
- Contoh: f naik 3 kali $\rightarrow a_s$ naik $3^2 = 9$ kali.



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 7

Soal:

Sebuah alat mekanik pelempar batu diputar pada bidang horizontal dengan jari-jari 0,5 m pada ketinggian 1,8 m di atas tanah. Saat kecepatan sudut putaran mencapai 20 rad/s, batu dilepaskan secara tangensial searah bidang horizontal ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Jarak horizontal dari posisi pelepasan batu hingga menumbuk tanah adalah...

- A. 60 m
- B. 12 m
- C. 6 m

D. 3 m

E. 1,8 m

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Jari-jari putaran (R)	0,5 m
Ketinggian dari tanah (h)	1,8 m
Kecepatan sudut saat dilepas (ω)	20 rad/s
Percepatan gravitasi (g)	10 m/s ²
Ditanyakan	Jarak horizontal dari posisi pelepasan batu hingga menumbuk tanah (X).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini merupakan perpaduan (kombinasi) antara Gerak Melingkar Beraturan (GMB) dan Gerak Parabola Horizontal (Proyektil Horizontal).

Makna Fisika: Ketika batu dilepaskan dari gerak melingkar, batu bergerak lepas secara tangensial (menyinggung lingkaran) dengan kelajuan linier $v = \omega R$ secara horizontal. Setelah terlepas pada ketinggian h, batu mengalami gerak jatuh bebas pada sumbu-Y di bawah gravitasi, sambil terus melaju mendatar pada sumbu-X dengan kecepatan v konstan.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita lakukan adalah menghitung kecepatan awal horizontal batu ($v_{0x} = v$) menggunakan rumus GMB: $v = \omega R$.

Langkah kedua, hitung waktu yang dibutuhkan batu untuk jatuh dari ketinggian $h = 1,8$ m ke tanah menggunakan rumus jatuh bebas: $h = \frac{1}{2} g t^2 \rightarrow t = \sqrt{2h/g}$.

Langkah ketiga, hitung jarak mendatar (X) dengan mengalikan kecepatan horizontal v dengan waktu jatuh t: $X = v \times t$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $R = 0,5$ m; $h = 1,8$ m; $\omega = 20$ rad/s; $g = 10$ m/s²

2. Ditanyakan:

- $X = \dots ?$

3. Perhitungan Langkah demi Langkah:

a. Menghitung kelajuan linier tangensial (v):

$$v = \omega \times R = 20 \times 0,5 = 10 \text{ m/s}$$

b. Menghitung waktu jatuh di udara (t):

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$1,8 = \frac{1}{2} (10) t^2$$

$$1,8 = 5 t^2 \rightarrow t^2 = 1,8 / 5 = 0,36$$

$$t = \sqrt{0,36} = 0,6 \text{ sekon}$$

c. Menghitung jarak horizontal (X):

$$X = v \times t = 10 \times 0,6 = 6 \text{ m}$$

4. Jawaban Akhir:

- Jarak horizontal X = 6 m (Pilihan C)

Jawaban Akhir: C. 6 m

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Lupa mengubah kecepatan sudut (ω) menjadi kelajuan linier (v) dan langsung memakai $\omega = 20$ sebagai kecepatan.
- Salah menghitung akar kuadrat dari 0,36 (misal menganggap 0,06 sekon).
- Keliru menggunakan rumus gerak parabola dengan sudut elevasi, padahal lemparan dilakukan secara horizontal murni.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 7

- Kecepatan lepas tangensial: $v = \omega R$ (searah garis singgung).
- Waktu jatuh bebas dari ketinggian h: $t = \sqrt{2h / g}$.
- Jarak horizontal proyektil datar: $X = v \times t$.



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 8

Soal:

Pada wahana komedi putar yang berputar secara Gerak Melingkar Beraturan (GMB), manakah pasangan besaran berikut yang besarnya tetap (konstan) dan yang arahnya selalu berubah secara berurutan?

- A. Kecepatan sudut dan percepatan sentripetal (besarnya)
- B. Vektor kecepatan linier dan percepatan sentripetal
- C. Vektor posisi dan periode

D. Kelajuan linier dan vektor kecepatan linier

E. Frekuensi dan kelajuan sudut

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem gerak	Gerak Melingkar Beraturan (GMB)
Kriteria diminta	[Besaran ber-NILAI TETAP] dan [Besaran ber-ARAH SELALU BERUBAH] secara berurutan.
Ditanyakan	Pasangan besaran yang memenuhi kriteria tersebut.

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji pemahaman konseptual perbedaan antara Skalar (hanya memiliki besar) dan Vektor (memiliki besar dan arah) dalam GMB.

Makna Fisika pada GMB:

1. Kelajuan linier (v) adalah besarnya (skalar) dari kecepatan linier. Nilainya TETAP/KONSTAN.
2. Vektor Kecepatan linier ($\vec{v}$) memiliki ARAH TANGENSIAL yang SELALU BERUBAH setiap saat mengikuti lintasan melingkar.
3. Kecepatan sudut (ω), Periode (T), dan Frekuensi (f) bernilai konstan.
4. Percepatan sentripetal (a_s) besarnya konstan (v^2/R), tetapi ARAHNYA SELALU BERUBAH (selalu menuju pusat lingkaran).

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah mencermati dua kriteria yang diminta soal secara berurutan:

- (1) Besarnya TETAP (konstan)
- (2) Arahnya SELALU BERUBAH

Mari kita evaluasi Opsi D: 'Kelajuan linier' adalah skalar yang bernilai TETAP, sedangkan 'Vektor kecepatan linier' memiliki arah yang SELALU BERUBAH mengikuti lingkaran. Ini sangat pas!

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis Pilihan Jawaban:

- A: Kecepatan sudut (tetap), percepatan sentripetal besarnya (tetap) -> Kurang tepat karena kriteria kedua minta yang arahnya berubah.
- B: Vektor kecepatan linier (arah berubah) -> Terbalik urutannya.
- C: Vektor posisi (arah berubah), Periode (skalar tetap) -> Terbalik.
- D: Kelajuan linier (NILAI TETAP) dan Vektor kecepatan linier (ARAH SELALU BERUBAH) -> BENAR SANGAT TEPAT!
- E: Frekuensi (tetap), kelajuan sudut (tetap) -> Keduanya bernilai tetap.

Jawaban Akhir: Pilihan D

Jawaban Akhir: D. Kelajuan linier dan vektor kecepatan linier

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menganggap 'kelajuan linier' dan 'kecepatan linier' sebagai hal yang sama (padahal kelajuan = skalar, kecepatan = vektor).
- Miskonsepsi bahwa dalam GMB percepatannya nol (padahal ada percepatan sentripetal yang arahnya berubah).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 8

- Kelajuan linier (v) = Besarnya konstan/tetap.
- Vektor Kecepatan linier ($\vec{v}$) = Besarnya tetap, tetapi ARAHNYA SELALU BERUBAH (tangensial).
- Percepatan sentripetal (a_s) = ARAHNYA SELALU BERUBAH (menuju pusat lingkaran).



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 9

Soal:

Berdasarkan gambar di atas, jika percepatan gravitasi bumi dianggap 10 m/s^2 dan gesekan udara diabaikan, maka kotak bantuan (cargo relief box) yang dijatuhkan dari pesawat yang terbang mendatar dengan kecepatan $v_x = 50 \text{ m/s}$ pada ketinggian $H = 500 \text{ m}$ akan mendarat di tanah pada jarak mendatar (X) sejauh...

- A. 250 m
- B. 350 m
- C. 500 m
- D. 750 m
- E. 1.000 m

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kecepatan mendatar pesawat (v_x)	50 m/s
Ketinggian pesawat (H)	500 m
Percepatan gravitasi (g)	10 m/s^2
Ditanyakan	Jarak mendatar/horizontal tempat mendaratnya kotak bantuan dari titik pelepasan (X).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Gerak Parabola Horizontal (Proyektil dengan kecepatan awal murni horizontal $v_{0y} = 0$).

Makna Fisika: Saat kotak bantuan dilepaskan dari pesawat yang bergerak mendatar, kotak tersebut mempertahankan kecepatan awal mendatar pesawat ($v_x = 50 \text{ m/s}$) karena sifat kelembaman (Inersia Hukum I Newton). Sementara itu pada arah vertikal, kotak jatuh bebas dari ketinggian H di bawah pengaruh percepatan gravitasi.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah bahwa waktu jatuh kotak ke tanah (t) sepenuhnya ditentukan oleh ketinggian H dan gravitasi g , tidak dipengaruhi oleh kecepatan horizontal pesawat v_x .

Dari informasi pada soal, kita dapat menghitung waktu jatuh t dengan rumus: $H = \frac{1}{2} g t^2 \rightarrow t = \sqrt{2H / g}$.

Setelah mendapatkan waktu t , kita tinggal mengalikannya dengan kecepatan mendatar pesawat v_x untuk memperoleh jarak mendatar $X = v_x \times t$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $v_x = 50 \text{ m/s}$
- $H = 500 \text{ m}$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

2. Ditanyakan:

- $X = \dots ?$

3. Tahap Perhitungan:

a. Menghitung waktu jatuh kotak di udara (t):

$$H = \frac{1}{2} g t^2$$

$$500 = \frac{1}{2} (10) t^2$$

$$500 = 5 t^2$$

$$t^2 = 500 / 5 = 100$$

$$t = \sqrt{100} = 10 \text{ sekon}$$

b. Menghitung jarak horizontal mendarat (X):

$$X = v_x \times t$$

$$X = 50 \text{ m/s} \times 10 \text{ s} = 500 \text{ m}$$

4. Jawaban Akhir:

- Jarak mendatar $X = 500 \text{ m}$ (Pilihan C)

Jawaban Akhir: C. 500 m

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menganggap kotak jatuh tepat di bawah posisi pelepasan ($X = 0$).
- Salah menghitung akar $\sqrt{100}$ menjadi 50.
- Membagi ketinggian dengan kecepatan langsung tanpa memperhitungkan gravitasi.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 9

- Benda yang dilepas dari kendaraan melaju mempertahankan kecepatan kendaraan tersebut (Inersia).
- Waktu jatuh bebas: $t = \sqrt{2H / g}$.
- Jarak jangkauan mendatar: $X = v_x \times t = v_x \times \sqrt{2H / g}$.



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 10

Soal:

Seorang pesepeda mengayuh pedal sehingga gir depan berputar dengan kecepatan sudut $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}$. Sistem transmisi memiliki data:

- Gir Depan (1): $D_1 = 20 \text{ cm}$ ($R_1 = 10 \text{ cm}$)
 - Gir Belakang (2): $D_2 = 10 \text{ cm}$ ($R_2 = 5 \text{ cm}$), dihubungkan rantai dengan Gir Depan
 - Roda Belakang (3): $D_3 = 60 \text{ cm}$ ($R_3 = 30 \text{ cm}$), terpasang seporos dengan Gir Belakang
- Kelajuan linier tepi roda belakang sepeda adalah...

- A. $1,2 \text{ m/s}$
- B. $2,4 \text{ m/s}$
- C. $3,6 \text{ m/s}$
- D. $4,8 \text{ m/s}$
- E. $9,6 \text{ m/s}$

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Gir Depan (1)	$R_1 = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$; $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}$
Gir Belakang (2)	$R_2 = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$; Dihubungkan Rantai dengan Gir 1
Roda Belakang (3)	$R_3 = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$; Seporos dengan Gir 2
Ditanyakan	Kelajuan linier tepi roda belakang sepeda (v_3).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Hubungan Roda-Roda pada Gerak Melingkar Beraturan (GMB).

Aturan Utama Hubungan Roda-Roda:

1. Dihubungkan Rantai/Tali (Gir 1 dan Gir 2): Kelajuan linier di tepi kedua roda SAMA BESAR ($v_1 = v_2$).
2. Seporos / Satu Aksel (Gir 2 dan Roda 3): Kecepatan sudut kedua roda SAMA BESAR ($\omega_2 = \omega_3$).

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah alur hubungan roda dari Depan ke Belakang:

Langkah 1: Dari Gir 1, hitung kelajuan linier rantai $v_1 = \omega_1 \times R_1$.

Langkah 2: Karena Gir 1 dan Gir 2 dihubungkan rantai, maka $v_2 = v_1$. Dari sini dapat dicari kecepatan sudut Gir 2: $\omega_2 = v_2 / R_2$.

Langkah 3: Karena Gir 2 dan Roda 3 seporos, maka $\omega_3 = \omega_2$.

Langkah 4: Hitung kelajuan linier tepi Roda 3: $v_3 = \omega_3 \times R_3$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

1. Diketahui:

- $R_1 = 0,1 \text{ m}$; $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}$
- $R_2 = 0,05 \text{ m}$
- $R_3 = 0,3 \text{ m}$

2. Ditanyakan:

- $v_3 = \dots ?$

3. Tahap Perhitungan bertahap:

a. Kelajuan linier Gir 1 (v_1):

$$v_1 = \omega_1 \times R_1 = 4 \text{ rad/s} \times 0,1 \text{ m} = 0,4 \text{ m/s}$$

b. Karena Gir 1 & 2 dihubungkan rantai:

$$v_2 = v_1 = 0,4 \text{ m/s}$$

c. Kecepatan sudut Gir 2 (ω_2):

$$\omega_2 = v_2 / R_2 = 0,4 / 0,05 = 8 \text{ rad/s}$$

d. Karena Gir 2 & Roda 3 seporos:

$$\omega_3 = \omega_2 = 8 \text{ rad/s}$$

e. Kelajuan linier tepi Roda 3 (v_3):

$$v_3 = \omega_3 \times R_3 = 8 \text{ rad/s} \times 0,3 \text{ m} = 2,4 \text{ m/s}$$

4. Jawaban Akhir:

- Kelajuan linier tepi roda belakang $v_3 = 2,4 \text{ m/s}$ (Pilihan B)

Jawaban Akhir: B. 2,4 m/s

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Lupa mengonversi satuan centimeter (cm) ke meter (m).
- Tertukar syarat: menganggap roda seporos kelajuan liniernya sama ($v_2=v_3$), padahal yang sama adalah kecepatan sudutnya ($\omega_2=\omega_3$).
- Salah menghitung pembagian desimal $0,4 / 0,05$.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 10

- Dihubungkan Rantai / Bersinggungan $\rightarrow$ Kelajuan Linier Sama ($v_1 = v_2$).
- Seporos (Satu Pusat Rotasi) $\rightarrow$ Kecepatan Sudut Sama ($\omega_1 = \omega_2$).
- Selalu konversikan jari-jari ke satuan SI (meter) sebelum berhitung.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 11

Soal:

BAGIAN II: PILIHAN GANDA KOMPLEKS

Sebuah meriam menembakkan peluru dengan kelajuan awal v_0 pada tanah mendatar. Faktor-faktor yang secara langsung mempengaruhi jarak jangkauan horizontal maksimum peluru tersebut adalah...

- ☐ A. Kecepatan awal peluru (v_0)
- ☐ B. Massa peluru meriam
- ☐ C. Sudut elevasi penembakan (θ)
- ☐ D. Bentuk permukaan peluru
- ☐ E. Percepatan gravitasi lokal (g)

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Fenomena	Gerak Parabola peluru meriam pada tanah mendatar
Persamaan Jangkauan	$X_{\text{maks}} = (v_0^2 \sin 2\theta) / g$
Ditanyakan	Faktor-faktor fisika yang secara langsung mempengaruhi jarak jangkauan horizontal maksimum (X_{maks}).

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji pemahaman analisis variabel pada rumus Jangkauan Maksimum Gerak Parabola ideal (gesekan udara diabaikan).

Makna Fisika: Dalam model fisika dasar, jarak tembak mendatar ditentukan oleh persamaan ideal

$$X_{\text{maks}} = (v_0^2 \sin 2\theta) / g.$$

Variabel yang ada dalam rumus tersebut adalah:

1. Kecepatan awal (v_0) - berbanding lurus kuadrat.
2. Sudut elevasi (θ) - melalui fungsi $\sin 2\theta$.
3. Percepatan gravitasi (g) - berbanding terbalik.

Massa peluru (m) tidak ada dalam rumus, sehingga dalam kondisi ideal massa TIDAK mempengaruhi jarak jangkauan.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita lakukan adalah meninjau rumus matematis untuk X_{maks} .

Dari rumus $X_{\text{maks}} = (v_0^2 \sin 2\theta) / g$, kita identifikasi setiap variabel yang berpengaruh secara langsung.

Oleh karena itu, pilihan A (v_0), C (θ), dan E (g) secara eksplisit berada dalam persamaan ideal.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis setiap opsi:

- ☒ A. Kecepatan awal (v_0) -> Terikat dalam rumus (v_0^2). [BENAR]
- ☐ B. Massa peluru -> Tidak ada variabel m dalam rumus gerak parabola ideal. [SALAH]
- ☒ C. Sudut elevasi (θ) -> Terikat dalam rumus ($\sin 2\theta$). [BENAR]
- ☐ D. Bentuk permukaan -> Diabaikan dalam kondisi tanpa gesekan udara. [SALAH]
- ☒ E. Percepatan gravitasi (g) -> Terikat dalam rumus pembagi $/g$. [BENAR]

Jawaban Akhir: A, C, dan E

Jawaban Akhir: Pernyataan BENAR: A, C, dan E

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi intuitif bahwa benda yang lebih berat (massa besar) jatuh lebih cepat atau jangkauannya lebih pendek.
- Menganggap bentuk peluru berpengaruh padahal soal mengacu pada gerak parabola ideal tanpa gesekan udara.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 11

- Jangkauan maksimum: $X_{\text{maks}} = (v_0^2 \sin 2\theta) / g$.

- Massa benda (m) TIDAK mempengaruhi jangkauan maupun waktu melayang pada gerak parabola ideal!
- Faktor penentu: Kecepatan awal (v_0), Sudut elevasi (θ), dan Gravitasi (g).



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 12

Soal:

Pernyataan berikut yang bernilai BENAR mengenai pergerakan ujung jarum menit ($R_1 = 12 \text{ cm}$) dan ujung jarum jam ($R_2 = 8 \text{ cm}$) adalah...

- [] A. Kecepatan sudut jarum menit sama dengan kecepatan sudut jarum jam.
- [] B. Periode putaran jarum jam adalah 12 kali periode putaran jarum menit.
- [] C. Kecepatan sudut jarum menit bernilai 12 kali kecepatan sudut jarum jam.
- [] D. Kelajuan linier ujung jarum menit lebih besar daripada ujung jarum jam.
- [] E. Percepatan sentripetal ujung jarum jam bernilai konstan baik arah maupun besarnya.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Jarum Menit	$R_1 = 12 \text{ cm}$; Periode $T_1 = 1 \text{ jam} = 60 \text{ menit}$
Jarum Jam	$R_2 = 8 \text{ cm}$; Periode $T_2 = 12 \text{ jam} = 720 \text{ menit}$
Ditanyakan	Pernyataan-pernyataan yang bernilai BENAR.

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji konversi periode, kecepatan sudut, kelajuan linier, dan vektor percepatan pada jarum jam dinding.

Makna Fisika:

1. Periode jarum menit (T_1) = 1 jam. Periode jarum jam (T_2) = 12 jam. Maka $T_2 = 12 T_1$.
2. Kecepatan sudut $\omega = 2\pi/T$. Karena $T_2 = 12 T_1$, maka $\omega_1 = 12 \omega_2$ (kecepatan sudut jarum menit 12 kali jarum jam).
3. Kelajuan linier $v = \omega R$. Jarum menit memiliki ω lebih besar dan R lebih panjang ($12 \text{ cm} > 8 \text{ cm}$), sehingga v_1 pasti jauh lebih besar dibanding v_2 .
4. Vektor percepatan sentripetal arahnya selalu berubah mengikuti putaran (menuju pusat), sehingga TIDAK konstan secara vektor.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah menganalisis periode masing-masing jarum:

- Jarum menit butuh 1 jam untuk 1 putaran.
- Jarum jam butuh 12 jam untuk 1 putaran penuh (dari angka 12 kembali ke 12).

Selanjutnya kita evaluasi setiap pilihan berdasarkan hubungan $\omega = 2\pi/T$ dan $v = \omega R$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis Pilihan:

- A. Salah, ω menit jauh lebih cepat daripada ω jam.
- B. [BENAR] $T_{\text{jam}} = 12 \text{ jam}$, $T_{\text{menit}} = 1 \text{ jam} \rightarrow T_{\text{jam}} = 12 \times T_{\text{menit}}$.
- C. [BENAR] $\omega_{\text{menit}} = 2\pi/1$, $\omega_{\text{jam}} = 2\pi/12 \rightarrow \omega_{\text{menit}} = 12 \times \omega_{\text{jam}}$.
- D. [BENAR] $v_{\text{menit}} = \omega_{\text{menit}} \times R_1 = (12 \omega_{\text{jam}}) \times 12 = 144 \omega_{\text{jam}}$. $v_{\text{jam}} = \omega_{\text{jam}} \times 8$. Jadi $v_{\text{menit}} > v_{\text{jam}}$.
- E. Salah, percepatan sentripetal besarnya konstan tetapi ARAHNYA selalu berubah.

Jawaban Akhir: B, C, dan D

Jawaban Akhir: Pernyataan BENAR: B, C, dan D

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi bahwa periode jarum jam adalah 24 jam (jarum jam analog berputar penuh 12 jam sekali, bukan 24 jam).
- Mengabaikan fakta bahwa vektor percepatan sentripetal memiliki arah yang selalu berubah.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 12

- Periode jarum menit = 1 jam; Periode jarum jam analog = 12 jam.
- Kecepatan sudut jarum menit = $12 \times$ Kecepatan sudut jarum jam.
- Vektor apapun dalam GMB (kecepatan linier, percepatan sentripetal) arahnya SELALU BERUBAH.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 13

Soal:

Seorang atlet basket melempar bola ke arah ring dengan lintasan parabola. Ketika bola bergerak naik menuju titik tertinggi, manakah dari pernyataan berikut yang BENAR?

- [] A. Komponen kecepatan horizontal bola (v_x) bernilai tetap/konstan.
- [] B. Komponen kecepatan vertikal bola (v_y) terus berkurang nilainya secara teratur.
- [] C. Percepatan total bola di titik tertinggi adalah nol.
- [] D. Energi kinetik bola di titik tertinggi tidak sama dengan nol.
- [] E. Gaya gravitasi yang bekerja pada bola berlawanan arah dengan v_x .

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Lintasan	Gerak Parabola (Basket ke ring)
Fase gerak	Saat naik hingga titik tertinggi
Ditanyakan	Pernyataan-pernyataan fisika yang BENAR.

Konsep yang Digunakan:

Soal ini menguji pemahaman mendalam tentang sifat-sifat gerak parabola:

1. Sumbu-X: GLB, kecepatan v_x konstan karena tidak ada gaya horizontal.
2. Sumbu-Y: GLBB melambat (saat naik), kecepatan v_y berkurang teratur akibat gravitasi g yang mengarah ke bawah.
3. Titik Tertinggi: $v_y = 0$, tetapi v_x tetap ada. Sehingga $v_{\text{total}} = v_x \neq 0$. Energi Kinetik $EK = \frac{1}{2} m v_x^2 \neq 0$.
4. Percepatan: Di seluruh titik lintasan, percepatan bola selalu sama dengan percepatan gravitasi g (ke bawah), tidak pernah nol!
5. Gaya Gravitasi: Arahnya selalu tegak lurus (ke bawah) terhadap v_x (ke samping), bukan berlawanan arah.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita ingat adalah pemisahan sumbu X (GLB) dan sumbu Y (GLBB) pada gerak parabola, serta menganalisis kondisi mekanika di titik tertinggi.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis Pilihan:

- ☒ A. v_x bernilai tetap/konstan -> BENAR (GLB sumbu X).
- ☒ B. v_y terus berkurang secara teratur -> BENAR (diperlambat oleh gravitasi g).
- ☐ C. Percepatan total di puncak adalah nol -> SALAH (tetap ada percepatan gravitasi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ke bawah).
- ☒ D. Energi kinetik di titik tertinggi tidak nol -> BENAR (karena bola masih punya kecepatan horizontal v_x).
- ☐ E. Gaya gravitasi berlawanan arah dengan v_x -> SALAH (gaya gravitasi tegak lurus terhadap v_x).

Jawaban Akhir: A, B, dan D

Jawaban Akhir: Pernyataan BENAR: A, B, dan D

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi bahwa percepatan di titik tertinggi adalah nol (menganggap karena $v_y = 0$ maka $a = 0$).
- Menganggap Energi Kinetik di puncak bernilai nol (mengira bola berhenti total).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 13

- Percepatan gerak parabola SELALU konstan sama dengan percepatan gravitasi (g) di setiap titik!
- Di titik tertinggi, $v_y = 0$, tetapi $v_x = v_o \cos \theta$, sehingga Energi Kinetik $EK \neq 0$.
- Gaya gravitasi selalu mengarah vertikal ke bawah.



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 14

Soal:

Stimulus Bacaan:

Saat melintasi tikungan jalan melingkar yang datar, pengemudi mobil harus membatasi kecepatannya agar tidak menguntir/selip ke luar jalan. Gaya gesekan statis antara ban mobil dan aspal bertindak sebagai gaya sentripetal yang menjaga kendaraan tetap berada di jalur lintasannya.

Berdasarkan stimulus di atas, manakah tindakan atau kondisi yang dapat meningkatkan batas kecepatan maksimum mobil agar tidak selip saat menikung?

- ☐ A. Mengurangi massa total kendaraan.
- ☐ B. Memperbesar jari-jari kelengkungan tikungan jalan (R).
- ☐ C. Menggunakan ban dengan koefisien gesek statis (μ_s) yang lebih tinggi.
- ☐ D. Mengurangi nilai gaya gesek statis ban terhadap jalan.
- ☐ E. Melakukan pelapisan aspal agar lebih halus (menurunkan nilai μ_s).

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem	Mobil menikung di jalan datar melingkar
Gaya penyedia sentripetal	Gaya gesek statis ($F_s = \mu_s N = \mu_s m g$)
Ditanyakan	Tindakan/kondisi yang dapat MENINGKATKAN / MEMPERBESAR batas kecepatan maksimum (v_{maks}) agar tidak selip.

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Aplikasi Gaya Sentripetal pada Dinamika Tikungan Datar.

Analisis Gaya:

Gaya sentripetal disediakan oleh gaya gesek statis maksimum:

$$F_s = F_{s \text{ sentripetal}}$$

$$\mu_s m g = m v^2 / R$$

Coret massa m di kedua ruas:

$$\mu_s g = v^2 / R \rightarrow v_{\text{maks}} = \sqrt{(\mu_s g R)}$$

Makna Fisika: Kecepatan maksimum agar mobil tidak selip (v_{maks}) berbanding lurus dengan akar dari koefisien gesek statis ($\sqrt{\mu_s}$) dan akar dari jari-jari tikungan ($\sqrt{R}$). Kecepatan maksimum TIDAK BERGANTUNG pada massa mobil!

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah rumus kelajuan maksimum menikung: $v_{\text{maks}} = \sqrt{(\mu_s g R)}$.

Untuk memperbesar v_{maks} , kita harus memperbesar nilai variabel di dalam akar, yaitu memperbesar μ_s (koefisien gesek statis) dan/atau memperbesar R (jari-jari tikungan).

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis pilihan:

- A. Mengurangi massa (m) -> Tidak berpengaruh karena m saling menghilangkan dalam persamaan.
- [✓] B. Memperbesar jari-jari kelengkungan (R) -> Memperbesar v_{maks} . [BENAR]
- [✓] C. Menggunakan ban dengan μ_s lebih tinggi -> Memperbesar v_{maks} . [BENAR]
- D. Mengurangi gaya gesek -> Menurunkan v_{maks} (salah).
- E. Melapisi aspal agar lebih halus (menurunkan μ_s) -> Menurunkan v_{maks} (salah).

Jawaban Akhir: B dan C

Jawaban Akhir: Pernyataan BENAR: B dan C

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menganggap mobil berbobot ringan atau berat mempengaruhi kelajuan maksimum menikung tanpa selip.
- Mengira tikungan tajam (R kecil) memperbolehkan mobil bergerak lebih cepat.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 14

- Kecepatan maksimum menikung jalan datar: $v_{\text{maks}} = \sqrt{(\mu_s g R)}$.
- Kecepatan batas ini TIDAK dipengaruhi oleh massa kendaraan (m).
- Agar mobil dapat melaju lebih cepat tanpa selip: Perbesar μ_s (ban lebih cengkram) atau perbesar R (tikungan dibuat lebih landai).

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 15

Soal:

Sebuah partikel dilepaskan dari sebuah tepi piringan pemutar (GMB) berketinggian h dari tanah saat berada di posisi horizontal. Kecepatan linier piringan adalah v . Manakah pernyataan matematis dan konsep yang BENAR mengenai gerakan partikel setelah terlepas?

- [] A. Lintasan partikel di udara berbentuk lintasan parabola.
- [] B. Waktu jatuh partikel ke tanah tergantung pada besarnya kecepatan linier v .
- [] C. Komponen kecepatan horizontal partikel saat lepas bernilai nol.
- [] D. Jarak jangkauan horizontal tempat partikel mendarat berbanding lurus dengan kelajuan linier piringan v .
- [] E. Waktu tempuh di udara hanya dipengaruhi oleh ketinggian pelepasan h dan gravitasi g .

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kecepatan awal partikel	Kecepatan linier piringan (v) arah horizontal
Ketinggian tempat lepas	h dari tanah
Percepatan gravitasi	g
Ditanyakan	Pernyataan konsep dan matematis yang BENAR mengenai gerak partikel setelah lepas.

Konsep yang Digunakan:

Soal ini membahas Gerak Proyektil Horizontal hasil pelepasan benda dari GMB.

Makna Fisika:

- Setelah lepas secara tangensial, partikel tidak lagi ditahan oleh piringan, sehingga hanya dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Lintasannya berbentuk PARABOLA HORIZONTAL.
- Kecepatan awal horizontal partikel $v_x = v$ (konstan).
- Kecepatan awal vertikal $v_{y0} = 0$.
- Waktu jatuh $t = \sqrt{2h / g}$. Waktu jatuh HANYA dipengaruhi oleh ketinggian h dan percepatan gravitasi g (TIDAK dipengaruhi v).
- Jarak horizontal mendarat $X = v_x \times t = v \times \sqrt{2h / g}$. Jadi X berbanding lurus dengan v .

Strategi Menyelesaikan Soal:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah mengklasifikasikan gerak partikel setelah lepas sebagai Gerak Parabola Horizontal dengan $v_x = v$ dan $v_{y0} = 0$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis Pilihan:

- [✓] A. Lintasan partikel berbentuk parabola -> BENAR (perpaduan GLB horizontal & GLBB vertikal).
- [] B. Waktu jatuh tergantung v -> SALAH (waktu jatuh $t = \sqrt{2h/g}$, independen terhadap v).

- [] C. Komponen kecepatan horizontal bernilai nol -> SALAH ($v_x = v$).
- [✓] D. Jarak jangkauan horizontal (X) berbanding lurus dengan v -> BENAR ($X = v \times t$).
- [✓] E. Waktu tempuh di udara hanya dipengaruhi ketinggian h dan gravitasi g -> BENAR ($t = \sqrt{2h/g}$).

Jawaban Akhir: A, D, dan E

Jawaban Akhir: Pernyataan BENAR: A, D, dan E

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi bahwa kelajuan horizontal v ikut memperlama atau mempercepat waktu jatuh di udara.
- Miskonsepsi bahwa partikel terbang lurus sesuai garis singgung tanpa melengkung ke bawah.

INTI KONSEP SOAL NOMOR 15

- Gerak jatuh bebas vertikal independen terhadap gerak horizontal.
- Waktu melayang di udara: $t = \sqrt{2h / g}$.
- Jarak horizontal: $X = v \times t = v \sqrt{2h / g}$.



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 16

Soal:

BAGIAN III: SOAL BENAR / SALAH (Nomor 16 - 20)

Stimulus: Tendangan Bebas Sepak Bola

Seorang pemain mengeksekusi tendangan bebas mendarat-melengkung di mana bola terangkat dan melayang membentuk gerak parabola melintasi pagar betis lawan.

Tentukan apakah pernyataan berikut BENAR (B) atau SALAH (S):

16a. Bola mencapai ketinggian maksimum saat komponen kecepatan vertikalnya (v_y) bernilai nol.

16b. Kecepatan awal bola pada arah horizontal (v_{0x}) nilainya berubah-ubah karena pengaruh gravitasi.

16c. Jika sudut elevasi tendangan diubah dari 30° menjadi 60° dengan kecepatan awal yang sama, bola akan mencapai titik tertinggi yang lebih tinggi.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem	Gerak parabola tendangan bebas
Variabel	v_y di titik puncak, v_{0x} di sumbu-X, perubahan sudut 30° ke 60°

Ditanyakan

Status Kebenaran (BENAR / SALAH) untuk pernyataan 16a, 16b, dan 16c.

Konsep yang Digunakan:

- 16a. Pada gerak parabola, di titik tertinggi komponen $v_y = 0$.
- 16b. Gravitasi HANYA bekerja pada sumbu vertikal (sumbu-Y). Sumbu horizontal (sumbu-X) bersifat GLB sehingga v_x SELALU KONSTAN/TETAP.
- 16c. Ketinggian maksimum $H_{\text{maks}} = (v_o^2 \sin^2 \theta) / (2g)$. Karena $\sin 60^\circ (0,866) > \sin 30^\circ (0,5)$, maka memperbesar sudut dari 30° ke 60° akan MENINGKATKAN ketinggian maksimum H_{maks} .

Strategi Menyelesaikan Soal:

Evaluasi setiap sub-pernyataan secara mandiri berdasarkan hukum gerak parabola.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis:

- 16a: 'Bola mencapai ketinggian maksimum saat $v_y = 0$ ' -> BENAR (B).
- 16b: 'Kecepatan awal horizontal berubah-ubah karena gravitasi' -> SALAH (S). Gravitasi tidak memengaruhi gerak horizontal.
- 16c: 'Sudut diubah dari 30° ke 60° , titik tertinggi lebih tinggi' -> BENAR (B). H_{maks} berbanding lurus dengan $\sin^2 \theta$.

Jawaban Akhir: 16a: BENAR (B) | 16b: SALAH (S) | 16c: BENAR (B)

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Mengira gravitasi memperlambat gerak horizontal bola.
- Keliru membedakan pengaruh sudut terhadap jarak horizontal (X_{maks}) dan ketinggian vertikal (H_{maks}).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 16

- Sumbu-X = GLB (Kecepatan v_x konstan, tidak dipengaruhi gravitasi).
- Sumbu-Y = GLBB (Kecepatan v_y berubah, $v_y = 0$ di puncak).
- Ketinggian Maksimum: $H_{\text{maks}} = (v_o^2 \sin^2 \theta) / (2g)$. Sudut θ lebih besar $\rightarrow H_{\text{maks}}$ lebih tinggi.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 17

Soal:

Stimulus: Tabung Pengering Mesin Cuci

Tabung drum pengering mesin cuci berlubang-lubang berputar pada sumbu vertikal. Pakaian basah menempel di dinding drum saat berputar kencang, sementara air terlempar keluar dari lubang drum.

Tentukan apakah pernyataan berikut BENAR (B) atau SALAH (S):

17a. Dinding drum memberikan gaya normal ke arah pusat lingkaran yang berfungsi sebagai gaya sentripetal pada pakaian.

17b. Air dapat terpisah dari pakaian karena air meluncur keluar secara tangensial akibat kurangnya gaya sentripetal perekat pada lubang drum.

17c. Semakin pelan rotasi drum (frekuensi mengecil), semakin besar gaya sentripetal yang dirasakan pakaian pada dinding drum.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem	Drum pengering mesin cuci berputar
Prinsip	Gaya sentripetal $F_s = m \omega^2 R = 4\pi^2 m f^2 R$
Ditanyakan	Status Kebenaran (BENAR / SALAH) untuk 17a, 17b, dan 17c.

Konsep yang Digunakan:

17a. Pakaian ditekan ke dinding drum. Dinding memberikan gaya dorong balik berupa Gaya Normal (N) menuju pusat tabung yang bertindak sebagai Gaya Sentripetal.

17b. Pada lubang drum, tidak ada dinding untuk menahan air. Gaya adhesi air ke serat pakaian tidak cukup kuat memberikan gaya sentripetal yang dibutuhkan pada putaran tinggi, sehingga air lepas secara TANGENSIAL (Hukum Inersia I Newton).

17c. Rumus gaya sentripetal $F_s = 4\pi^2 m f^2 R$. Jika frekuensi (f) mengecil (rotasi lambat), maka F_s justru semakin KECIL, bukan semakin besar.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Tinjau gaya-gaya mekanika yang bekerja pada sistem drum pengering dan konsep kelembaman air.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis:

- 17a: BENAR (B) -> Gaya normal dinding drum = Gaya sentripetal.
- 17b: BENAR (B) -> Air terlempar tangensial karena kurangnya gaya sentripetal menahan pada lubang.
- 17c: SALAH (S) -> Putaran lebih pelan menghasilkan gaya sentripetal lebih KECIL ($F_s \propto f^2$).

Jawaban Akhir: 17a: BENAR (B) | 17b: BENAR (B) | 17c: SALAH (S)

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Menganggap adanya 'gaya sentrifugal' nyata yang membuang air (padahal air terlempar akibat inersia kelembaman lurus tangensial karena ketiadaan gaya sentripetal).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 17

- Gaya Sentripetal adalah gaya nyata yang mengarah ke pusat (contoh: Gaya Normal dinding drum).
- Pemisahan air pada pengering terjadi karena gaya penahan tak sanggup menyediakan gaya sentripetal yang dibutuhkan saat rotasi tinggi.
- F_s berbanding lurus dengan kuadrat frekuensi ($F_s \propto f^2$).



PEMBAHASAN SOAL NOMOR 18

Soal:

Stimulus: Penyiraman Taman Otomatis

Seorang petugas taman menguji dua nosel penyiram rumput. Kedua nosel menyemburkan air dengan kelajuan sama (v_o) tetapi dengan sudut elevasi berbeda, yaitu $\alpha = 35^\circ$ dan $\beta = 55^\circ$.

Tentukan apakah pernyataan berikut BENAR (B) atau SALAH (S):

18a. Air dari nosel dengan sudut 35° akan mendarat jauh lebih panjang daripada air dari nosel sudut 55° .

18b. Kedua nosel akan menghasilkan jarak jangkauan horizontal maksimum (X_{maks}) yang sama persis di atas bidang tanah datar.

18c. Air dari nosel 55° berada di udara dalam waktu (t_{tot}) yang lebih lama dibandingkan nosel 35° .

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Kelajuan awal	v_o (sama)
Sudut nosel A	$\alpha = 35^\circ$
Sudut nosel B	$\beta = 55^\circ$ ($35^\circ + 55^\circ = 90^\circ$)
Ditanyakan	Status Kebenaran (BENAR / SALAH) untuk 18a, 18b, dan 18c.

Konsep yang Digunakan:

18a & 18b. Jangkauan Maksimum $X_{maks} = (v_o^2 \sin 2\theta) / g$.

- Untuk $\alpha = 35^\circ \rightarrow \sin (2 \times 35^\circ) = \sin 70^\circ$
- Untuk $\beta = 55^\circ \rightarrow \sin (2 \times 55^\circ) = \sin 110^\circ$
- Mengikuti identitas trigonometri: $\sin (180^\circ - x) = \sin x$, maka $\sin 110^\circ = \sin (180^\circ - 70^\circ) = \sin 70^\circ$!
- Karena $\sin 70^\circ = \sin 110^\circ$, maka X_{maks} untuk sudut 35° dan 55° bernilai SAMA PERSIS (Sudut Komplementer $\alpha + \beta = 90^\circ$).

18c. Waktu total melayang di udara $t_{\text{tot}} = (2 v_0 \sin \theta) / g$. Karena $\sin 55^\circ (0,819) > \sin 35^\circ (0,573)$, maka air dari nosel 55° melayang lebih lama di udara.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Gunakan sifat sudut komplementer ($\alpha + \beta = 90^\circ$) untuk gerak parabola.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis:

- 18a: SALAH (S) -> Jangkauannya sama persis, tidak ada yang 'jauh lebih panjang'.
- 18b: BENAR (B) -> Sudut komplementer ($35^\circ + 55^\circ = 90^\circ$) menghasilkan X_{maks} yang sama persis.
- 18c: BENAR (B) -> Sudut lebih besar (55°) memiliki v_{y0} lebih besar, sehingga melayang di udara lebih lama (t_{tot} lebih besar).

Jawaban Akhir: 18a: SALAH (S) | 18b: BENAR (B) | 18c: BENAR (B)

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Mengira sudut yang berbeda selalu menghasilkan jarak horizontal yang berbeda.
- Lupa bahwa waktu melayang di udara hanya bergantung pada komponen sinus sudut ($\sin \theta$).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 18

- Sudut Komplementer ($\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$) → Jarak Jangkauan Maksimum SAMA ($X_{\text{maks1}} = X_{\text{maks2}}$).
- Sudut elevasi lebih besar → Waktu melayang di udara lebih LAMA dan Ketinggian puncak lebih TINGGI.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 19

Soal:

Stimulus: Satelit Geostasioner (GEO)

Satelit geostasioner mengorbit bumi pada lintasan melingkar beraturan di atas khatulistiwa dengan periode orbit persis 24 jam, sehingga tampak diam dari permukaan bumi.

Tentukan apakah pernyataan berikut BENAR (B) atau SALAH (S):

19a. Satelit mengalami percepatan sentripetal yang arahnya selalu menuju ke pusat bumi.

19b. Kecepatan linier satelit bernilai konstan baik besar maupun arah vektornya.

19c. Jika radius orbit satelit diperbesar, kelajuan yang dibutuhkan satelit untuk menjaga GMB akan berubah sesuai gaya gravitasi bumi.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem	Satelit Geostasioner mengorbit bumi (GMB)

Periode	$T = 24 \text{ jam}$
Ditanyakan	Status Kebenaran (BENAR / SALAH) untuk 19a, 19b, dan 19c.

Konsep yang Digunakan:

19a. Gaya gravitasi bumi bertindak sebagai gaya sentripetal, menghasilkan percepatan sentripetal yang arahnya selalu tegak lurus lintasan menuju pusat bumi (pusat lingkaran).

19b. Dalam GMB, besar kelajuan linier memang konstan, tetapi ARAH VEKTOR kecepatan linier SELALU BERUBAH setiap saat mengikuti kelengkungan lingkaran. Jadi vektor kecepatannya TIDAK konstan.

19c. Kelajuan orbit satelit $v = \sqrt{GM / r}$. Jika radius orbit (r) diperbesar, kelajuan orbit yang dibutuhkan akan mengecil sesuai dengan berkurangnya gaya gravitasi pada jarak tersebut.

Strategi Menyelesaikan Soal:

Tinjau Hukum Gravitasi Newton dan prinsip Vektor pada Gerak Melingkar Beraturan.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis:

- 19a: BENAR (B) -> Percepatan sentripetal selalu mengarah ke pusat lintasan (pusat bumi).
- 19b: SALAH (S) -> Arah vektor kecepatan linier selalu berubah (tangensial).
- 19c: BENAR (B) -> Kelajuan orbit v bergantung pada radius orbit r via $v = \sqrt{GM/r}$.

Jawaban Akhir: 19a: BENAR (B) | 19b: SALAH (S) | 19c: BENAR (B)

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi bahwa 'kecepatan linier konstan' berarti vektornya konstan (vektor berubah arah!).

INTI KONSEP SOAL NOMOR 19

- Satelit mengorbit bumi disediakan oleh gaya gravitasi sebagai gaya sentripetal.
- Kecepatan Linier (vektor): Besarnya konstan, Arahnya selalu berubah.
- Kelajuan Orbit Satelit: $v = \sqrt{GM / r}$.

.....

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 20

Soal:

Stimulus: Wahana Permainan Tembak Sasaran Berputar

Seorang penembak berdiri sejajar sejauh D memegang pistol penembak kelereng secara horizontal langsung ke arah pusat piringan target sasaran yang berputar.

Tentukan apakah pernyataan berikut BENAR (B) atau SALAH (S):

20a. Peluru kelereng bergerak menempuh jarak D dalam lintasan parabola horizontal-vertikal di bawah pengaruh gravitasi.

20b. Agar peluru tepat mengenai titik target pada piringan, penembak harus memperhitungkan kecepatan sudut (ω) dari piringan target.

20c. Waktu melayang peluru di udara dari senapan ke target dapat diperlama dengan meningkatkan kecepatan awal peluru (v_0).

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan):

Komponen Informasi	Keterangan / Nilai
Sistem	Tembak sasaran pada piringan berputar
Lintasan peluru	Gerak parabola horizontal di bawah gravitasi
Ditanyakan	Status Kebenaran (BENAR / SALAH) untuk 20a, 20b, dan 20c.

Konsep yang Digunakan:

20a. Peluru yang ditembakkan secara horizontal menempuh jarak D sambil melengkung ke bawah akibat gravitasi bumi. Lintasannya berbentuk parabola.

20b. Karena target berputar dengan kecepatan sudut ω , sasaran berpindah posisi selama peluru terbang melayang di udara ($t = D / v_0$). Maka posisi tembak harus memperhitungkan rotasi piringan agar peluru dan titik sasaran bertemu di lokasi yang sama.

20c. Waktu melayang peluru menuju target sejauh D adalah $t = D / v_0$. Jika v_0 DIPERBESAR, maka waktu melayang t justru menjadi LEBIH SINGKAT/CEPAT, BUKAN lebih lama!

Strategi Menyelesaikan Soal:

Gunakan hubungan waktu tempuh horizontal $t = D / v_0$ dan kinetika gerak lintasan.

Penyelesaian Langkah demi Langkah:

Analisis:

- 20a: BENAR (B) -> Lintasannya parabola horizontal di bawah Pengaruh gravitasi.
- 20b: BENAR (B) -> Rotasi target (ω) membuat titik target bergeser selama waktu terbang peluru.
- 20c: SALAH (S) -> Memperbesar v_0 justru MEMPERSINGKAT waktu terbang peluru ($t = D / v_0$).

Jawaban Akhir: 20a: BENAR (B) | 20b: BENAR (B) | 20c: SALAH (S)

Kesalahan & Miskonsepsi yang Sering Terjadi:

- Miskonsepsi bahwa peluru melayang lebih lama jika ditembakkan lebih kencang (padahal $t = D / v_0$, semakin kencang v_0 semakin singkat t).

- Waktu tempuh horizontal: $t = D / v_o$ (semakin besar v_o , semakin singkat waktu t).
- Dalam menembak sasaran berputar, wajib memperhitungkan pergeseran sudut target $\theta = \omega \times t$.



PEMBAHASAN SOAL TKA FISIKA

Materi: Hukum-Hukum Newton tentang Gerak

A. Pendahuluan

Dokumen ini disusun khusus untuk membantu siswa-siswi SMA memahami konsep, strategi berpikir, dan langkah-langkah penyelesaian soal Tes Kemampuan Akademik (TKA) Fisika. Fokus utama dari pembahasan ini bukan sekadar menghafal rumus atau mendapatkan jawaban akhir, melainkan melatih alur berpikir kritis dan analitis dalam mengaitkan fenomena sehari-hari dengan prinsip dasar ilmu Fisika. Dengan memahami konsep secara mendalam, siswa diharapkan mampu menyelesaikan berbagai variasi soal TKA dengan percaya diri.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 1

Soal

Ketika bus yang sedang melaju kencang direm mendadak, penumpang yang berdiri di dalamnya akan terdorong ke arah depan. Peristiwa tersebut merupakan penerapan dari ...

- A. Hukum I Newton, karena tubuh penumpang cenderung mempertahankan keadaan geraknya
- B. Hukum II Newton, karena percepatan bus sebanding dengan gaya rem
- C. Hukum III Newton, karena bus memberi gaya aksi pada penumpang
- D. Hukum Gravitasi Newton, karena berat penumpang menariknya ke depan
- E. Hukum Kekekalan Momentum, karena momentum penumpang berkurang

Apa yang Diketahui?

- Kondisi awal: Bus sedang melaju kencang (penumpang di dalam bus ikut bergerak dengan kecepatan yang sama dengan bus).
- Kejadian: Bus direm secara mendadak (kecepatan bus tiba-tiba berkurang drastis/berhenti).
- Efek pada penumpang: Tubuh penumpang terdorong ke depan.

Apa yang Ditanyakan?

Hukum fisika atau prinsip yang mendasari peristiwa terdorongnya penumpang ke depan saat bus direm mendadak.

Konsep yang Digunakan

Konsep yang digunakan adalah **Hukum I Newton** (atau sering disebut sebagai hukum kelembaman/inersia). Secara sederhana, hukum ini menyatakan bahwa setiap benda cenderung mempertahankan keadaan awalnya (jika diam akan tetap diam, jika bergerak lurus beraturan akan terus bergerak lurus beraturan) selama tidak ada gaya resultan luar yang bekerja padanya.

Makna fisisnya: Ketika bus melaju, tubuh penumpang ikut bergerak maju. Saat bus direm, ada gaya yang menghentikan bus, tetapi bagian bawah tubuh penumpang (yang bersentuhan dengan lantai bus) ikut melambat, sementara bagian atas tubuh penumpang belum mendapat gaya penghenti yang sama secara langsung, sehingga tubuh penumpang mempertahankan kecepatan geraknya semula (terus melaju ke depan).

Strategi Menyelesaikan Soal

- Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah perubahan keadaan gerak benda (dari bergerak konstan menjadi mendadak berhenti/direm).
- Dari informasi pada soal, kita dapat mengetahui bahwa tubuh penumpang tetap "ingin" melanjutkan geraknya ke depan meskipun bus sudah melambat.
- Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah sifat kelembaman benda (Hukum I Newton).

Penyelesaian

1. **Analisis Gerak Awal:** Penumpang dan bus bergerak dengan kecepatan yang sama.
2. **Analisis Perubahan:** Bus direm mendadak (mengalami perlambatan akibat gaya gesek rem).
3. **Analisis Sifat Inersia:** Sesuai sifat kelembaman (Hukum I Newton), tubuh penumpang mempertahankan kecepatan geraknya ke depan.
4. **Kesimpulan Gerak:** Akibatnya, tubuh penumpang terasa terdorong atau terlempar ke depan relatif terhadap bus.

Jawaban Akhir

A. Hukum I Newton, karena tubuh penumpang cenderung mempertahankan keadaan geraknya

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering terkecoh memilih Hukum II Newton karena mengira ada percepatan/perlambatan akibat pengereman bus. Padahal, yang ditanyakan adalah respons inersia tubuh penumpang terhadap perubahan gerak tersebut.

Inti yang Harus Diingat:

Setiap ada peristiwa "terhentinya gerak secara mendadak" yang menyebabkan tubuh terdorong ke depan, atau "kendaraan mendadak maju" yang menyebabkan tubuh terdorong ke belakang, itu selalu berkaitan erat dengan **Hukum I Newton (Kelembaman / Inersia)**.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 2

Soal

Perhatikan diagram gaya pada kotak yang didorong di atas lantai kasar tersebut. Pasangan gaya yang bekerja pada arah horizontal adalah ...

Pilihan	Pasangan Gaya	Arah Kerja
A	N dan w	Vertikal
B	F dan N	Horizontal dan Vertikal
C	F dan f	Horizontal
D	N dan f	Vertikal dan Horizontal
E	w dan f	Vertikal dan Horizontal

Apa yang Diketahui?

- Sebuah kotak berada di atas lantai horizontal kasar.
- Gaya dorong F bekerja pada arah mendatar (horizontal) ke kanan.
- Gaya gesek f bekerja pada arah mendatar (horizontal) ke kiri (berlawanan arah gerak).
- Gaya normal N bekerja pada arah vertikal ke atas.
- Gaya berat w bekerja pada arah vertikal ke bawah.

Apa yang Ditanyakan?

Pasangan gaya yang bekerja pada arah horizontal (mendatar).

Konsep yang Digunakan

Konsep vektor sumbu koordinat Cartesian (sumbu-X dan sumbu-Y). Sumbu horizontal merepresentasikan arah mendatar (kiri-kanan), sedangkan sumbu vertikal merepresentasikan arah tegak lurus (atas-bawah).

Makna fisisnya: Gaya dorong F dan gaya gesek f sejajar dengan bidang sentuh lantai (sumbu horizontal), sedangkan gaya berat w dan gaya normal N bekerja tegak lurus terhadap lantai (sumbu vertikal).

Strategi Menyelesaikan Soal

- Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah orientasi arah panah dari masing-masing gaya pada diagram.
- Dari informasi pada soal, kelompokkan gaya ke dalam arah horizontal (mendatar) dan vertikal (tegak lurus).
- Oleh karena itu, pilihlah dua gaya yang sama-sama berarah horizontal, yaitu gaya dorong F dan gaya gesek f .

Penyelesaian

1. Identifikasi arah gaya F : Mendatar (Horizontal).
2. Identifikasi arah gaya f : Mendatar (Horizontal).
3. Identifikasi arah gaya N : Tegak lurus (Vertikal).
4. Identifikasi arah gaya w : Tegak lurus (Vertikal).
5. Tentukan pasangan yang sebidang/searah sumbu: Gaya horizontal adalah F dan f .

Jawaban Akhir

C. F dan f

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa terkadang mencampurkan antara sumbu vertikal dan horizontal karena kurang teliti melihat posisi sumbu koordinat pada gambar diagram gaya.

Inti yang Harus Diingat:

Selalu bedakan arah gaya: sumbu horizontal (mendatar) umumnya melibatkan **gaya dorong/tarik (F)** dan **gaya gesek (f)**, sedangkan sumbu vertikal (tegak lurus) melibatkan **gaya berat (w)** dan **gaya normal (N)**.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 3

Soal

Sebuah mobil bermassa 800 kg mula-mula diam, kemudian mesinnya menghasilkan gaya dorong sebesar 2.400 N ke depan. Gaya gesek antara ban dan jalan diabaikan. Besar percepatan mobil tersebut adalah ...

- A. $1,5 \text{ m/s}^2$
- B. $2,0 \text{ m/s}^2$
- C. $3,0 \text{ m/s}^2$
- D. $4,5 \text{ m/s}^2$
- E. $6,0 \text{ m/s}^2$

Apa yang Diketahui?

Besaran	Simbol	Nilai
Massa mobil	m	800 kg
Gaya dorong	F	2.400 N
Gaya gesek	f	0 N (diabaikan)

Apa yang Ditanyakan?

Besar percepatan (a) yang dialami oleh mobil.

Konsep yang Digunakan

Konsep yang digunakan adalah **Hukum II Newton**, yang menyatakan bahwa percepatan sebuah benda berbanding lurus dengan resultan gaya yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya ($\Sigma F = m \cdot a$).

Makna fisisnya: Semakin besar gaya dorong yang diberikan pada massa yang tetap, maka perubahan kecepatan tiap sekon (percepatan) akan semakin besar.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah mencari nilai resultan gaya total yang bekerja pada mobil.
- Dari informasi pada soal, karena gaya gesek diabaikan, maka gaya dorong bertindak sebagai resultan gaya tunggal ($\Sigma F = F$).
- Oleh karena itu, kita dapat langsung menggunakan rumus Hukum II Newton untuk mencari percepatan $a = \frac{\Sigma F}{m}$.

Penyelesaian

1. **Diketahui:** $m = 800 \text{ kg}$, $F = 2.400 \text{ N}$
2. **Ditanyakan:** Percepatan (a)
3. **Persamaan:** $\Sigma F = m \cdot a \implies a = \frac{F}{m}$
4. **Substitusi nilai:** $a = \frac{2.400}{800}$
5. **Proses perhitungan:** $a = \frac{24}{8} = 3 \text{ m/s}^2$
6. **Jawaban akhir:** $3,0 \text{ m/s}^2$

Jawaban Akhir

C. $3,0 \text{ m/s}^2$

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa kadang keliru membalik posisi pembagian, misalnya membagi massa dengan gaya (m/F) alih-alih gaya dengan massa (F/m), sehingga menghasilkan satuan dan nilai yang salah.

Inti yang Harus Diingat:

Untuk mencari percepatan menggunakan Hukum II Newton, pastikan selalu membagi

besar **resultan gaya total** (ΣF) dengan **massa benda** (m). Rumus praktisnya:
 $a = \frac{\Sigma F}{m}$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 4

Soal

Saat seorang nelayan mendayung perahunya, dayung mendorong air ke arah belakang perahu. Berdasarkan Hukum III Newton, perahu akan bergerak maju karena ...

- A. air memberikan gaya reaksi ke depan yang besarnya sama dengan gaya dorong dayung namun berlawanan arah
- B. gaya dorong dayung lebih besar daripada gaya gesek air
- C. perahu memiliki gaya inersia yang mendorongnya ke depan
- D. massa air lebih kecil daripada massa perahu sehingga air terdorong lebih cepat
- E. gaya normal air mendorong perahu ke atas sehingga perahu meluncur maju

Apa yang Diketahui?

- Aktivitas: Nelayan mendayung perahu.
- Aksi (Gaya 1): Dayung mendorong air ke arah belakang (F_{aksi}).
- Penerapan prinsip: Hukum III Newton (Aksi-Reaksi).

Apa yang Ditanyakan?

Alasan fisis mengapa perahu dapat bergerak maju berdasarkan prinsip Hukum III Newton.

Konsep yang Digunakan

Konsep yang digunakan adalah **Hukum III Newton** (Hukum Aksi-Reaksi), yang berbunyi: "Jika suatu benda memberikan gaya pada benda kedua, maka benda kedua tersebut akan memberikan gaya yang besarnya sama tetapi berlawanan arah pada benda pertama" ($F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$).

Makna fisisnya: Gaya aksi dan reaksi bekerja pada dua benda yang berbeda. Aksi diberikan oleh dayung pada air (ke belakang), sedangkan reaksi diberikan oleh air pada perahu (ke depan).

Strategi Menyelesaikan Soal

- Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah mengidentifikasi dua benda yang saling berinteraksi (dayung/perahu dan air).
- Dari informasi pada soal, jika aksi dayung mengarah ke belakang, maka reaksi air haruslah berlawanan arah, yaitu mendorong ke depan.
- Oleh karena itu, pernyataan yang paling tepat harus mencakup kesamaan besar gaya dengan arah yang berlawanan antara air dan perahu.

Penyelesaian

1. **Identifikasi Aksi:** Dayung mendorong air ke arah belakang.
2. **Terapkan Hukum III Newton:** Setiap ada aksi akan timbul reaksi yang sama besar namun berlawanan arah.
3. **Identifikasi Reaksi:** Air memberikan gaya dorong balik pada perahu ke arah depan.
4. **Kesimpulan:** Dorongan air inilah yang membuat perahu melaju ke depan.

Jawaban Akhir

A. air memberikan gaya reaksi ke depan yang besarnya sama dengan gaya dorong dayung namun berlawanan arah

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering terkecoh memilih opsi yang menyatakan gaya dorong lebih besar daripada gaya gesek, mengira ini soal Hukum II Newton murni, padahal konteks soal secara spesifik menguji pemahaman konsep interaksi aksi-reaksi Hukum III Newton.

Inti yang Harus Diingat:

Pasangan gaya aksi-reaksi selalu terjadi pada **dua benda yang saling berinteraksi** (benda A mengerjakan gaya pada benda B, maka benda B mengerjakan gaya balik pada benda A dengan besar sama dan arah berlawanan).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 5

Soal

Sebuah balok diam di atas bidang miring licin dengan sudut kemiringan 30° seperti pada gambar. Arah gaya normal (N) yang bekerja pada balok adalah ...

- A. sejajar bidang miring, mengarah ke atas
- B. **tegak lurus bidang miring, menjauhi permukaan bidang**
- C. tegak lurus lantai horizontal, mengarah ke atas
- D. sejajar bidang miring, mengarah ke bawah
- E. searah dengan arah gaya berat balok

Apa yang Diketahui?

- Benda: Balok diam di atas bidang miring.
- Kondisi permukaan: Licin (gesekan diabaikan).
- Sudut kemiringan: $\theta = 30^\circ$.
- Besaran yang ditinjau: Arah gaya normal (N).

Apa yang Ditanyakan?

Arah orientasi gaya normal (N) yang dialami oleh balok.

Konsep yang Digunakan

Konsep **gaya normal (N)** adalah gaya sentuh yang bekerja dengan arah selalu **tegak lurus terhadap bidang sentuh** tempat benda tersebut berada.

Makna fisisnya: Kata "normal" dalam fisika secara matematis berarti tegak lurus (90°).

Karena bidang tempat balok bersentuhan adalah bidang miring, maka garis kerja gaya normalnya pun harus tegak lurus terhadap kemiringan bidang tersebut, bukan tegak lurus lantai dasar horizontal.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah letak permukaan bidang tempat benda bersandar (bidang miring).
- Dari informasi pada soal, karena bidangnya miring, orientasi tegak lurusnya mengikuti sudut bidang tersebut.
- Oleh karena itu, arah gaya normal pasti tegak lurus terhadap bidang miring dan mengarah keluar (menjauhi) permukaan bidang.

Penyelesaian

1. **Identifikasi Bidang Sentuh:** Permukaan bidang miring dengan sudut 30° .
2. **Definisi Gaya Normal:** Gaya kontak yang arahnya selalu tegak lurus (90°) terhadap bidang sentuh.

3. **Tentukan Arah:** Tegak lurus terhadap bidang miring dan menolak benda menjauhi bidang.
4. **Kesimpulan:** Arah gaya normal tegak lurus bidang miring menjauhi permukaan.

Jawaban Akhir

B. tegak lurus bidang miring, menjauhi permukaan bidang

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering mengira gaya normal selalu mengarah vertikal ke atas seperti pada bidang datar. Ini adalah miskonsepsi umum karena mengabaikan fakta bahwa orientasi gaya normal selalu mengikuti kemiringan bidang sentuhnya.

Inti yang Harus Diingat:

Kata kunci **gaya normal** (N) adalah **selalu tegak lurus** ($\mathbf{90^\circ}$) terhadap **bidang sentuh** di mana benda itu diletakkan. Jika bidangnya miring, arah normalnya ikut miring tegak lurus terhadap bidang tersebut.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 6

Soal

Seseorang bermassa 60 kg berdiri di dalam lift yang sedang bergerak ke atas dengan percepatan 2 m/s^2 ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Besar gaya normal yang dialami orang tersebut adalah ...

- A. 480 N
- B. 540 N
- C. 600 N
- D. 660 N
- E. 720 N

Apa yang Diketahui?

Besaran	Simbol	Nilai
Massa orang	m	60 kg
Percepatan lift	a	2 m/s^2 (ke atas)
Percepatan gravitasi	g	10 m/s^2

Apa yang Ditanyakan?

Besar gaya normal (N) yang dialami oleh orang di dalam lift.

Konsep yang Digunakan

Konsep yang digunakan adalah perpaduan **Hukum II Newton** pada arah vertikal untuk sistem benda dalam lift yang bergerak dipercepat. Gaya-gaya yang bekerja pada orang meliputi gaya normal (N ke atas) dan gaya berat ($w = m \cdot g$ ke bawah).

Makna fisisnya: Ketika lift bergerak dipercepat ke atas, pijakan lantai lift menekan kaki orang lebih kuat daripada saat diam, sehingga gaya normal yang dirasakan (berat semu) menjadi lebih besar dari berat aslinya.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah arah gerak lift (ke atas dengan percepatan a).
- Dari informasi pada soal, susun persamaan Hukum II Newton pada sumbu vertikal: arah gerak searah dengan gaya normal (N), sehingga $\Sigma F = N - w = m \cdot a$.
- Oleh karena itu, rumus gaya normal menjadi $N = w + m \cdot a = m(g + a)$.

Penyelesaian

- Diketahui:** $m = 60 \text{ kg}$, $a = 2 \text{ m/s}^2$, $g = 10 \text{ m/s}^2$
- Ditanyakan:** Gaya normal (N)
- Persamaan:** $\Sigma F = m \cdot a \implies N - m \cdot g = m \cdot a \implies N = m \cdot g + m \cdot a$
- Substitusi nilai:** $N = (60 \cdot 10) + (60 \cdot 2)$
- Proses perhitungan:** $N = 600 + 120 = 720 \text{ N}$
- Jawaban akhir:** 720 N

Jawaban Akhir

E. 720 N

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering lupa memasukkan efek percepatan lift atau salah tanda minus-plus (menuliskan $N = m(g - a)$ padahal lift bergerak ke atas yang seharusnya ditambah percepatannya).

Inti yang Harus Diingat:

Untuk lift yang bergerak vertikal:

- Bergerak **ke atas** dipercepat (atau ke bawah diperlambat): $N = m(g + a)$ (terasa lebih berat).
- Bergerak **ke bawah** dipercepat (atau ke atas diperlambat): $N = m(g - a)$ (terasa lebih ringan).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 7

Soal

Sebuah peti bermassa 20 kg ditarik dengan gaya 100 N yang membentuk sudut 37° terhadap horizontal seperti gambar ($\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$; $g = 10 \text{ m/s}^2$). Koefisien gesekan kinetis antara peti dan lantai adalah 0,2. Besar percepatan peti tersebut adalah ...

- A. $1,2 \text{ m/s}^2$
- B. $1,8 \text{ m/s}^2$
- C. $2,0 \text{ m/s}^2$
- D. $2,6 \text{ m/s}^2$
- E. $3,2 \text{ m/s}^2$

Apa yang Diketahui?

Besaran	Simbol	Nilai
Massa peti	m	20 kg
Gaya Tarik	T (atau F)	100 N
Sudut Tarik	θ	37° ($\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$)
Koefisien gesek kinetis	μ_k	$0,2$
Percepatan gravitasi	g	10 m/s^2

Apa yang Ditanyakan?

Besar percepatan (a) yang dialami oleh peti.

Konsep yang Digunakan

Konsep yang digunakan adalah analisis vektor gaya pada sumbu-X dan sumbu-Y menggunakan **Hukum II Newton** serta perhitungan **gaya gesek kinetis** ($f_k = \mu_k \cdot N$). Gaya tarik T yang membentuk sudut harus diuraikan menjadi komponen horizontal ($T_x = T \cos \theta$) dan komponen vertikal ($T_y = T \sin \theta$).

Makna fisisnya: Komponen vertikal gaya tarik membantu mengangkat sebagian berat benda sehingga mengurangi gaya normal lantai, yang pada gilirannya memperkecil gaya gesek. Gerak mendatar benda ditentukan oleh selisih antara komponen gaya tarik horizontal dan gaya gesek.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah menguraikan gaya tarik T menjadi komponen sumbu-X dan sumbu-Y.
- Dari informasi pada soal, cari dahulu gaya normal (N) pada sumbu vertikal ($\sum F_y = 0 \implies N + T \sin \theta - w = 0$).
- Setelah N didapat, hitung gaya gesek kinetis f_k . Kemudian, gunakan Hukum II Newton pada sumbu horizontal untuk mencari percepatan a .

Penyelesaian

1. Hitung komponen gaya:

- $T_x = T \cos 37^\circ = 100 \cdot 0,8 = 80 \text{ N}$
- $T_y = T \sin 37^\circ = 100 \cdot 0,6 = 60 \text{ N}$
- Berat benda: $w = m \cdot g = 20 \cdot 10 = 200 \text{ N}$
- 2. **Tinjau sumbu vertikal ($\Sigma F_y = 0$):**
 - $N + T_y - w = 0 \implies N = w - T_y = 200 - 60 = 140 \text{ N}$
- 3. **Hitung gaya gesek kinetis (f_k):**
 - $f_k = \mu_k \cdot N = 0,2 \cdot 140 = 28 \text{ N}$
- 4. **Tinjau sumbu horizontal ($\Sigma F_x = m \cdot a$):**
 - $T_x - f_k = m \cdot a \implies 80 - 28 = 20 \cdot a$
 - $52 = 20 \cdot a \implies a = \frac{52}{20} = 2,6 \text{ m/s}^2$
- 5. **Jawaban akhir:** $2,6 \text{ m/s}^2$

Jawaban Akhir

D. $2,6 \text{ m/s}^2$

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering langsung menghitung gaya normal sebagai $N = w$ (200 N) tanpa memperhitungkan komponen vertikal gaya tarik T_y yang mengangkat ke atas, sehingga nilai gaya gesek dan percepatannya menjadi salah.

Inti yang Harus Diingat:

Jika gaya tarik membentuk sudut terhadap horizontal, komponen vertikal gaya tersebut **wajib diperhitungkan** dalam mencari gaya normal ($N = w \mp T \sin \theta$). Gaya tarik ke atas mengurangi beban normal, sedangkan gaya dorong ke bawah menambah beban normal.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 8

Soal

Dua benda, A (massa 4 kg) dan B (massa 6 kg), dihubungkan dengan tali melalui sebuah katrol licin tanpa massa dan digantung pada dua sisi katrol tersebut (sistem Atwood). $g = 10 \text{ m/s}^2$. Besar tegangan tali pada sistem tersebut adalah ...

- A. 40 N
- B. 42 N

- C. 45 N
- D. 48 N
- E. 50 N

Apa yang Diketahui?

Besaran	Simbol	Nilai
Massa benda A	m_A	4 kg
Massa benda B	m_B	6 kg
Percepatan gravitasi	g	10 m/s^2

Apa yang Ditanyakan?

Besar tegangan tali (T) pada sistem katrol tersebut.

Konsep yang Digunakan

Konsep yang digunakan adalah penerapan **Hukum II Newton** pada sistem dua benda yang dihubungkan tali melalui katrol (Mesin Atwood). Langkah pengerjaannya meliputi: mencari percepatan sistem (a) terlebih dahulu, kemudian memasukkannya ke salah satu persamaan gerak benda untuk mendapatkan tegangan tali (T).

Makna fisisnya: Benda yang lebih berat (m_B) akan bergerak turun, sedangkan benda yang lebih ringan (m_A) akan ditarik naik dengan percepatan yang sama besar karena dihubungkan oleh satu tali yang tak bertambah panjang.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah menentukan arah gerak sistem (benda B turun, benda A naik karena $m_B > m_A$).
- Dari informasi pada soal, hitung percepatan sistem menggunakan rumus cepat: $a = \frac{(m_B - m_A)g}{m_A + m_B}$.
- Oleh karena itu, setelah a diperoleh, cari tegangan tali menggunakan rumus praktis sistem katrol: $T = \frac{2 \cdot m_A \cdot m_B \cdot g}{m_A + m_B}$.

Penyelesaian

1. **Gunakan rumus cepat percepatan sistem (\$a\$):**

- $a = \frac{(m_B - m_A)g}{m_A + m_B} = \frac{(6 - 4) \cdot 10}{4 + 6} = \frac{2 \cdot 10}{10} = 2 \text{ m/s}^2$

2. **Gunakan rumus cepat tegangan tali (\$T\$):**

- $T = \frac{2 \cdot m_A \cdot m_B \cdot g}{m_A + m_B}$
- $T = \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 10}{4 + 6}$
- $T = \frac{480}{10} = 48 \text{ N}$

3. **Jawaban akhir: \$48 \text{ N}\$**

Jawaban Akhir

D. 48 N

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering keliru menjumlahkan atau mengurangkan massa secara keliru saat menghitung tegangan tali, atau lupa mengalikan dengan angka 2 pada rumus pembilang tegangan tali sistem katrol.

Inti yang Harus Diingat:

Untuk sistem dua benda menggantung pada katrol licin (Mesin Atwood), rumus praktis tegangan tali adalah: $T = \frac{2 \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot g}{m_1 + m_2}$

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 9

Soal

Grafik tersebut menunjukkan hubungan gaya (\$F\$) terhadap percepatan (\$a\$) untuk dua benda P dan Q. Berdasarkan grafik, dapat disimpulkan bahwa ...

- A. massa benda P lebih kecil daripada massa benda Q
- B. **massa benda P dua kali massa benda Q**
- C. massa benda Q dua kali massa benda P
- D. massa kedua benda sama besar
- E. gaya yang bekerja pada benda Q lebih besar daripada benda P

Apa yang Diketahui?

- Benda P: Grafik melalui titik $(2, 16)$, yang berarti pada gaya 16 N , percepatannya 2 m/s^2 .
- Benda Q: Grafik melalui titik $(4, 16)$, yang berarti pada gaya 16 N , percepatannya 4 m/s^2 .
- Prinsip Grafik: Kemiringan (gradien) garis pada grafik F terhadap a menyatakan besar massa benda ($m = \frac{F}{a}$).

Apa yang Ditanyakan?

Kesimpulan perbandingan massa antara benda P dan benda Q.

Konsep yang Digunakan

Konsep yang digunakan adalah analisis grafik berdasarkan persamaan **Hukum II Newton** ($\Sigma F = m \cdot a \implies m = \frac{F}{a}$). Gradien atau kemiringan garis kurva F - a mencerminkan nilai massa benda tersebut.

Makna fisisnya: Semakin curam kemiringan garis suatu benda pada grafik F - a , berarti semakin besar massa benda tersebut. Benda yang lebih bermassa akan lebih sulit diubah keadaannya geraknya (membutuhkan gaya lebih besar untuk percepatan yang sama).

Strategi Menyelesaikan Soal

- Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah membaca titik koordinat (a, F) atau kemiringan masing-masing garis grafik.
- Dari informasi pada soal, hitung massa benda P ($m_P = \frac{16}{2} = 8 \text{ kg}$) dan massa benda Q ($m_Q = \frac{16}{4} = 4 \text{ kg}$).
- Oleh karena itu, bandingkan kedua nilai massa tersebut (8 kg adalah dua kali dari 4 kg).

Penyelesaian

1. **Hitung massa benda P (m_P):**
 - $m_P = \frac{F_P}{a_P} = \frac{16 \text{ N}}{2 \text{ m/s}^2} = 8 \text{ kg}$
2. **Hitung massa benda Q (m_Q):**
 - $m_Q = \frac{F_Q}{a_Q} = \frac{16 \text{ N}}{4 \text{ m/s}^2} = 4 \text{ kg}$
3. **Bandungkan hasil:** $m_P = 8 \text{ kg}$ dan $m_Q = 4 \text{ kg}$, sehingga $m_P = 2 \cdot m_Q$ (massa P dua kali massa Q).
4. **Jawaban akhir:** Massa benda P dua kali massa benda Q.

Jawaban Akhir

B. massa benda P dua kali massa benda Q

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering terkecoh mengira sumbu X adalah gaya dan sumbu Y adalah percepatan, sehingga keliru membagi koordinat ($\frac{a}{F}$ alih-alih $\frac{F}{a}$). Selalu perhatikan label pada sumbu vertikal dan horizontal grafik.

Inti yang Harus Diingat:

Pada grafik Hubungan Gaya (F) terhadap Percepatan (a):

- Gradien garis ($m = \frac{\Delta F}{\Delta a}$) menyatakan **massa benda**.
- Semakin curam garis grafiknya, semakin besar massa benda tersebut.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 10

Soal

Roket bekerja dengan cara membakar bahan bakar sehingga menyemburkan gas panas bertekanan tinggi ke arah belakang roket dengan kecepatan sangat tinggi. Semburan gas tersebut mendorong roket bergerak ke arah berlawanan, yaitu ke atas, meskipun roket berada di ruang hampa udara tanpa ada udara untuk "didorong". Berdasarkan bacaan tersebut, prinsip fisika yang menjelaskan mengapa roket dapat bergerak maju di ruang hampa udara adalah ...

- A. Hukum I Newton, karena roket mempertahankan keadaan diamnya
- B. Hukum II Newton, karena percepatan roket sebanding dengan massa bahan bakar
- C. **Hukum III Newton, karena gaya aksi gas yang disemburkan ke belakang menimbulkan gaya reaksi pada roket ke arah depan**
- D. Hukum Gravitasi Newton, karena roket melawan gaya gravitasi bumi
- E. Hukum Kekekalan Energi, karena energi kimia bahan bakar diubah menjadi energi gerak

Apa yang Diketahui?

- Mekanisme kerja roket: Membakar bahan bakar dan menyemburkan gas ke belakang.
- Kondisi lingkungan: Ruang hampa udara (tidak ada udara luar yang di dorong).

- Hasil gerak: Roket terdorong melesat ke depan/atas.

Apa yang Ditanyakan?

Prinsip hukum fisika yang mendasari Bergeraknya roket di ruang hampa.

Konsep yang Digunakan

Konsep yang digunakan adalah **Hukum III Newton** (Hukum Aksi-Reaksi). Gas buang yang disebarkan oleh mesin roket bertindak sebagai gaya aksi, sedangkan dorongan ke depan yang diterima badan roket bertindak sebagai gaya reaksi.

Makna fisisnya: Roket tidak memerlukan "udara" di luar untuk mendorong dirinya. Dorongan terjadi murni karena interaksi antara gas buang dan tubuh roket itu sendiri sesuai prinsip aksi-reaksi.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah arah semburan (ke belakang sebagai aksi) dan arah gerak benda (ke depan/atas sebagai reaksi).
- Dari informasi pada soal, adanya interaksi timbal balik antara semburan gas dan badan roket merupakan ciri khas mutlak Hukum III Newton.
- Oleh karena itu, pilihlah opsi yang menyatakan hubungan aksi gas ke belakang dan reaksi pada roket ke depan.

Penyelesaian

1. **Analisis Aksi:** Roket menyemburkan gas panas ke arah belakang (F_{aksi}).
2. **Analisis Reaksi:** Gas memberikan gaya dorong balik pada roket ke arah depan/atas (F_{reaksi}).
3. **Kesesuaian Prinsip:** Hubungan interaksi dua arah ini sesuai persis dengan Hukum III Newton.
4. **Jawaban akhir:** Hukum III Newton, karena gaya aksi gas yang disebarkan ke belakang menimbulkan gaya reaksi pada roket ke arah depan.

Jawaban Akhir

C. Hukum III Newton, karena gaya aksi gas yang disebarkan ke belakang menimbulkan gaya reaksi pada roket ke arah depan

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering mengira roket bergerak karena mendorong udara di sekitarnya, sehingga bingung mengapa roket bisa terbang di ruang hampa. Padahal, dorongan roket berasal dari momentum gas buangnya sendiri, bukan dari dorongan terhadap udara luar.

Inti yang Harus Diingat:

Semua fenomena dorongan pancaran (seperti **roket, balon udara yang dilepas saat ditiup, atau peluru senapan**) adalah contoh nyata aplikasi **Hukum III Newton (Aksi-Reaksi)**.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 11

Soal

Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut mengenai gaya. Pilihlah pernyataan yang BENAR (jawaban dapat lebih dari satu)!

- ☒ A. Gaya merupakan besaran vektor yang memiliki besar dan arah
- ☒ B. Satuan gaya dalam Sistem Internasional (SI) adalah Newton (N)
- ☒ C. Dua gaya yang sama besar namun berlawanan arah akan saling meniadakan jika bekerja pada satu titik yang sama
- ☐ D. Gaya hanya dapat menyebabkan benda bergerak dan tidak dapat mengubah bentuk benda
- ☒ E. Resultan beberapa gaya dihitung dengan menjumlahkan gaya-gaya tersebut secara vektor, bukan secara aljabar biasa

Apa yang Diketahui?

Pernyataan-pernyataan konseptual mengenai karakteristik dasar besaran gaya dalam fisika.

Apa yang Ditanyakan?

Pernyataan-pernyataan yang bernilai **BENAR** (pilihan ganda kompleks, jawaban benar lebih dari satu).

Konsep yang Digunakan

Konsep dasar **Besaran Vektor dan Sifat Gaya**. Gaya memiliki nilai (besar) dan arah tertentu, bersatuan Newton ($\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$), dijumlahkan secara vektor (memperhatikan

arah sudut), serta dapat mengubah bentuk maupun keadaan gerak benda.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Uji kebenaran tiap opsi satu per satu berdasarkan teori dasar fisika.
- Opsi A benar karena gaya punya arah. Opsi B benar karena satuan SI gaya adalah Newton. Opsi C benar karena resultan dua gaya berlawanan arah dan sama besar adalah nol ($\Sigma F = 0$). Opsi D salah karena gaya juga bisa mengubah bentuk benda (misal: plastisin/pegas ditekan). Opsi E benar karena penjumlahan gaya harus memperhitungkan arah vektornya.

Penyelesaian

1. Pernyataan A (Benar): Gaya adalah besaran vektor.
2. Pernyataan B (Benar): Satuan SI gaya adalah Newton.
3. Pernyataan C (Benar): Dua gaya berlawanan arah dan sama besar saling meniadakan.
4. Pernyataan D (Salah): Gaya dapat mengubah bentuk benda (deformasi), tidak hanya gerak.
5. Pernyataan E (Benar): Penjumlahan gaya menggunakan penjumlahan vektor.

Jawaban Akhir

A, B, C, E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering menganggap gaya cukup dijumlahkan secara aljabar biasa tanpa melihat arah mata angin atau sudutnya, serta lupa bahwa gaya mampu mengubah bentuk benda.

Inti yang Harus Diingat:

Gaya adalah besaran vektor yang pengoperasiannya wajib memperhatikan arah (menggunakan metode poligon, jajar genjang, atau analisis komponen sumbu X-Y).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 12

Soal

Sabuk pengaman pada mobil dirancang untuk menahan tubuh pengemudi dan penumpang agar tidak terlempar ke depan saat mobil berhenti secara mendadak... Pilihlah pernyataan yang BENAR terkait prinsip fisika yang mendasari fungsi sabuk pengaman!

- [✓] A. Fenomena tubuh penumpang terlempar ke depan merupakan akibat dari kelembaman (inersia) tubuh**
- [✓] B. Sabuk pengaman memberikan gaya eksternal yang menahan tubuh penumpang agar ikut berhenti bersama mobil**
- [✓] C. Semakin besar massa penumpang, semakin besar pula kecenderungannya mempertahankan gerak ke depan**
- [✗] D. Peristiwa ini merupakan penerapan Hukum III Newton karena sabuk memberikan gaya aksi-reaksi pada tubuh**
- [✓] E. Tanpa sabuk pengaman, tubuh penumpang akan terus bergerak dengan kecepatan tetap hingga ada gaya lain yang menghentikannya, sesuai Hukum I Newton**

Apa yang Diketahui?

Konteks penggunaan sabuk pengaman mobil saat terjadi pengereman mendadak atau tabrakan.

Apa yang Ditanyakan?

Pernyataan yang **BENAR** mengenai prinsip fisika di balik fungsi sabuk pengaman.

Konsep yang Digunakan

Konsep **Hukum I Newton (Inersia / Kelembaman)**. Benda yang bergerak akan cenderung terus bergerak dengan kecepatan konstan kecuali ada gaya luar yang menghentikannya.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Evaluasi setiap pilihan berdasarkan Hukum I Newton.
- Opsi A, B, C, dan E benar karena menjelaskan sifat inersia, peran gaya luar sabuk pengaman, pengaruh massa terhadap kelembaman, dan bunyi Hukum I Newton. Opsi D salah karena ini bukan prinsip aksi-reaksi Hukum III Newton, melainkan kelembaman Hukum I Newton.

Penyelesaian

1. Pernyataan A (Benar): Terdorong ke depan adalah efek kelembaman.
2. Pernyataan B (Benar): Sabuk memberikan gaya penahan luar.

3. Pernyataan C (Benar): Massa besar memiliki kelembaman yang lebih besar.
4. Pernyataan D (Salah): Bukan Hukum III Newton, melainkan Hukum I Newton.
5. Pernyataan E (Benar): Sesuai prinsip kelembaman Hukum I Newton.

Jawaban Akhir

A, B, C, E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering menganggap sabuk pengaman bekerja berdasarkan Hukum III Newton karena ada tekanan pada tubuh, padahal fungsi utamanya adalah mengatasi sifat kelembaman tubuh (Hukum I Newton).

Inti yang Harus Diingat:

Fungsi utama sabuk pengaman adalah meredam efek kelembaman (Hukum I Newton) tubuh penumpang saat kendaraan mendadak berhenti.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 13

Soal

Perhatikan diagram gaya pada balok yang diam di atas meja tersebut. Pilihlah pernyataan yang BENAR mengenai gaya-gaya yang bekerja pada balok!

[✓] A. Besar gaya normal (N) sama dengan besar gaya berat (w) karena balok dalam keadaan setimbang

[✗] B. Gaya normal dan gaya berat merupakan pasangan aksi-reaksi menurut Hukum III Newton

[✓] C. Resultan gaya yang bekerja pada balok sama dengan nol

[✓] D. Percepatan balok sama dengan nol sesuai Hukum I Newton

[✓] E. Arah gaya normal selalu tegak lurus terhadap bidang sentuh antara balok dan meja

Apa yang Diketahui?

Sebuah balok diam di atas meja horizontal ($F_{\text{net}} = 0$).

Apa yang Ditanyakan?

Pernyataan yang **BENAR** mengenai analisis gaya pada balok diam.

Konsep yang Digunakan

Konsep **Kesetimbangan Gaya (Hukum I Newton)**. Benda diam memiliki resultan gaya nol ($\Sigma F = 0$). Perlu dibedakan antara pasangan kesetimbangan vertikal ($N = w$) dengan pasangan aksi-reaksi Hukum III Newton (yang melibatkan interaksi dua benda berbeda).

Strategi Menyelesaikan Soal

- Periksa tiap pernyataan secara teliti.
- Opsi A benar karena pada bidang datar diam, $N = w$. Opsi B salah karena gaya normal dan gaya berat bekerja pada satu benda yang sama (bukan pasangan aksi-reaksi). Opsi C, D, dan E benar karena benda diam berarti resultan gaya nol, percepatan nol, dan arah normal selalu tegak lurus bidang sentuh.

Penyelesaian

1. Pernyataan A (Benar): Karena setimbang, $N = w$.
2. Pernyataan B (Salah): Bukan aksi-reaksi karena bekerja pada satu benda yang sama.
3. Pernyataan C (Benar): Benda diam berarti $\Sigma F = 0$.
4. Pernyataan D (Benar): Percepatan nol sesuai Hukum I Newton.
5. Pernyataan E (Benar): Arah gaya normal selalu tegak lurus bidang sentuh.

Jawaban Akhir

A, C, D, E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Kesalahan paling klasik adalah menganggap gaya normal (N) dan gaya berat (w) sebagai pasangan gaya aksi-reaksi Hukum III Newton. Ingat: pasangan aksi-reaksi harus melibatkan dua benda yang saling bertukar peran.

Inti yang Harus Diingat:

Pasangan gaya normal dan gaya berat pada benda di atas meja **bukanlah** pasangan aksi-reaksi, melainkan pasangan gaya yang saling menyeimbangkan pada benda yang

sama dalam keadaan kesetimbangan (Hukum I Newton).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 14

Soal

Grafik tersebut menunjukkan hubungan gaya (F) dan percepatan (a) untuk tiga benda K, L, dan M. Pilihlah pernyataan yang BENAR berdasarkan grafik tersebut!

- [✓] A. Kemiringan (gradien) garis pada grafik F - a menyatakan besar massa benda
- [✓] B. Benda K memiliki massa paling besar di antara ketiga benda
- [✓] C. Benda M memiliki massa paling kecil di antara ketiga benda
- [✓] D. Untuk gaya yang sama besar, benda M akan mengalami percepatan paling besar
- [✗] E. Grafik tersebut merupakan penerapan Hukum I Newton

Apa yang Diketahui?

Grafik perbandingan hubungan gaya (F) terhadap percepatan (a) untuk tiga benda K, L, dan M dengan tingkat kemiringan berbeda.

Apa yang Ditanyakan?

Pernyataan yang **BENAR** berdasarkan analisis grafik Hukum II Newton.

Konsep yang Digunakan

Konsep **Hukum II Newton** ($F = m \cdot a$) dalam bentuk grafikal. Gradien garis $m = \frac{F}{a}$ menunjukkan massa. Semakin curam grafiknya, semakin besar massanya.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Analisis tingkat kemiringan grafik: Garis K paling curam (massa terbesar), garis M paling landai (massa terkecil).
- Opsi A, B, C, dan D benar sesuai konsep gradien massa dan hubungan terbalik antara massa dan percepatan. Opsi E salah karena ini adalah penerapan Hukum II Newton, bukan Hukum I Newton.

Penyelesaian

1. Pernyataan A (Benar): Gradien F/a adalah massa benda.
2. Pernyataan B (Benar): Benda K paling curam berarti massanya paling besar.
3. Pernyataan C (Benar): Benda M paling landai berarti massanya paling kecil.
4. Pernyataan D (Benar): Massa kecil akan mengalami percepatan terbesar untuk gaya yang sama.
5. Pernyataan E (Salah): Ini adalah penerapan Hukum II Newton.

Jawaban Akhir

A, B, C, D

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering mengira grafik yang paling landai memiliki massa yang lebih besar, padahal pada grafik F/a , sudut kemiringan yang lebih tinggi (curam) menunjukkan nilai massa ($m = F/a$) yang lebih besar.

Inti yang Harus Diingat:

Pada grafik F/a : Semakin curam kurva suatu benda, semakin besar nilai massanya (m). Sebaliknya, semakin landai kurvanya, semakin kecil massanya.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 15

Soal

Jarak pengereman sebuah mobil dipengaruhi oleh beberapa faktor... Pilihlah pernyataan yang BENAR mengenai faktor-faktor yang memengaruhi jarak pengereman mobil!

- [✓] A. Semakin besar koefisien gesekan antara ban dan jalan, semakin besar pula gaya gesek maksimum yang dapat dihasilkan
- [✓] B. Pada jalan basah, jarak pengereman cenderung lebih panjang dibandingkan pada jalan kering
- [✓] C. Gaya gesek yang bekerja pada ban mobil saat direm termasuk jenis gaya gesek kinetis
- [✗] D. Semakin tinggi kecepatan mobil sebelum direm, semakin pendek jarak yang dibutuhkan untuk berhenti
- [✓] E. Gaya gesek antara ban dan jalan berperan sebagai gaya yang memperlambat gerak mobil (berlawanan arah dengan arah gerak mobil)

Apa yang Diketahui?

Teks bacaan mengenai faktor-faktor yang memengaruhi jarak pengereman mobil (kondisi jalan, koefisien gesekan, kecepatan).

Apa yang Ditanyakan?

Pernyataan yang **BENAR** mengenai analisis gaya gesek dan jarak pengereman.

Konsep yang Digunakan

Konsep **Gaya Gesek dan Dinamika Pengereman** ($f = \mu \cdot N$). Gesekan berfungsi sebagai hambatan gerak yang memperlambat laju kendaraan.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Evaluasi logika fisika setiap pernyataan.
- Opsi A, B, C, dan E benar karena koefisien gesek berbanding lurus dengan gaya gesek, jalan basah memperkecil gesekan sehingga jarak henti lebih panjang, gesekan saat roda menggesek jalan adalah gesekan kinetis, dan arah gesekan selalu berlawanan arah gerak. Opsi D salah karena kecepatan tinggi justru memerlukan jarak pengereman yang lebih panjang (bukan lebih pendek).

Penyelesaian

1. Pernyataan A (Benar): Gesekan sebanding dengan koefisien gesek ($f = \mu N$).
2. Pernyataan B (Benar): Jalan basah mengurangi gesekan sehingga jarak henti lebih jauh.
3. Pernyataan C (Benar): Saat roda terseret/direm, gaya geseknya adalah gesek kinetis.
4. Pernyataan D (Salah): Kecepatan tinggi memerlukan jarak henti yang lebih panjang.
5. Pernyataan E (Benar): Gaya gesek selalu berlawanan arah dengan arah gerak benda.

Jawaban Akhir

A, B, C, E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa kadang mengira mobil berkecepatan tinggi lebih cepat berhenti saat direm, padahal energi kinetiknya yang besar membuat mobil butuh jarak pengereman yang jauh lebih panjang.

Inti yang Harus Diingat:

Kondisi permukaan jalan yang licin atau basah memperkecil koefisien gesekan, yang berdampak langsung pada semakin panjangnya jarak pengereman yang dibutuhkan kendaraan untuk berhenti.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 16

Soal

Seorang astronot yang sedang mengorbit Bumi di dalam Stasiun Luar Angkasa Internasional (ISS) mengalami kondisi "melayang" (mengambang) di dalam kabin. Tentukan pernyataan Benar atau Salah!

Pernyataan	Status
a. Kondisi melayang terjadi karena astronot dan stasiun luar angkasa sama-sama jatuh bebas mengelilingi Bumi dengan percepatan gravitasi yang sama	BENAR
b. Berat astronot di ISS bernilai nol karena massanya berkurang saat berada di luar angkasa	SALAH
c. Gaya gravitasi Bumi masih bekerja pada astronot meskipun ia berada ratusan kilometer di atas permukaan Bumi	BENAR

Apa yang Diketahui?

Kondisi astronot yang mengorbit di dalam Stasiun Luar Angkasa Internasional (ISS) dan merasakan sensasi melayang.

Apa yang Ditanyakan?

Menilai kebenaran tiga pernyataan terkait gravitasi dan berat astronot di orbit.

Konsep yang Digunakan

Konsep **Kondisi Jatuh Bebas (Free Fall) di Orbit**. Mengorbit berarti benda terus-menerus

jatuh menuju pusat bumi tetapi memiliki kecepatan tangensial yang cukup besar sehingga melengkung mengelilingi bumi. Massa tidak pernah berubah di luar angkasa, yang bernilai nol adalah gaya normal pijakan (berat semu), bukan gaya gravitasi bumi.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Pernyataan a: Benar, astronot dan ISS mengalami jatuh bebas bersamaan sehingga tampak melayang relatif satu sama lain.
- Pernyataan b: Salah, massa astronot tetap sama, yang nol adalah berat semu karena tidak ada bidang pijakan yang menekan (gaya normal = 0).
- Pernyataan c: Benar, gaya gravitasi bumi tetap ada dan bekerja sebagai gaya sentripetal yang menahan ISS tetap pada orbitnya.

Penyelesaian

1. Pernyataan (a): Benar (fenomena jatuh bebas bersamaan di orbit).
2. Pernyataan (b): Salah (massa tetap, berat semu yang nol).
3. Pernyataan (c): Benar (gravitasi bumi masih ada di ketinggian ISS).

Jawaban Akhir

a. Benar | b. Salah | c. Benar

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering mengira di luar angkasa tidak ada gravitasi sama sekali ($g = 0$), padahal gravitasi bumi di orbit ISS masih bernilai sekitar 90% dari nilai di permukaan bumi; alasan mereka melayang adalah karena mereka berada dalam keadaan jatuh bebas bersama stasiun.

Inti yang Harus Diingat:

Astronot melayang di stasiun luar angkasa **bukan** karena tidak ada gravitasi, melainkan karena mereka dan stasiunnya berada dalam keadaan **jatuh bebas secara terus-menerus** mengelilingi Bumi.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 17

Soal

Sebuah mobil melaju di jalan tol yang lurus dan mendatar dengan kecepatan tetap 80 km/jam tanpa menambah atau mengurangi kecepatannya. Tentukan pernyataan Benar atau Salah!

Pernyataan	Status
a. Karena mobil tetap bergerak, pasti ada gaya total yang mendorongnya ke depan sepanjang waktu.	SALAH
b. Resultan gaya yang bekerja pada mobil tersebut sama dengan nol	BENAR
c. Keadaan ini merupakan penerapan Hukum I Newton, di mana benda yang bergerak lurus beraturan memiliki resultan gaya nol	BENAR

Apa yang Diketahui?

Mobil melaju lurus beraturan dengan kecepatan tetap 80 km/jam ($v = \text{konstan}$, $a = 0$).

Apa yang Ditanyakan?

Menilai kebenaran tiga pernyataan terkait resultan gaya pada gerak lurus beraturan.

Konsep yang Digunakan

Konsep **Hukum I Newton (Kelembaman / Keseimbangan Dinamis)**. Jika kecepatan benda tetap (GLB), percepatannya nol, yang berarti resultan gaya total yang bekerja pada benda tersebut adalah nol ($\Sigma F = 0$). Gaya dorong mesin persis mengimbangi gaya gesek jalan dan hambatan udara.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Pernyataan a: Salah, gerak dengan kecepatan tetap tidak memerlukan gaya total ke depan (gaya dorong mesin menyeimbangkan gaya gesek/hambatan, sehingga resultan gayanya nol).
- Pernyataan b: Benar, karena kecepatan tetap ($a = 0$), resultan gaya $\Sigma F = 0$.
- Pernyataan c: Benar, ini definisi murni dari Hukum I Newton untuk kasus keseimbangan dinamis.

Penyelesaian

1. Pernyataan (a): Salah (kecepatan tetap berarti gaya total nol, bukan ada gaya total ke depan).
2. Pernyataan (b): Benar (resultan gaya nol).
3. Pernyataan (c): Benar (penerapan Hukum I Newton gerak lurus beraturan).

Jawaban Akhir

a. Salah | b. Benar | c. Benar

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering terjebak anggapan bahwa benda bergerak pasti memerlukan gaya dorong total ke depan yang besar. Padahal, jika kecepatannya konstan, gaya dorong mesin hanya berfungsi melawan hambatan (gesekan), sehingga total gayanya tetap nol.

Inti yang Harus Diingat:

Benda yang bergerak dengan **kecepatan tetap (konstan)** memiliki percepatan nol, sehingga **resultan gaya totalnya pasti nol ($\Sigma F = 0$)** sesuai Hukum I Newton.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 18

Soal

Seorang anak mendorong tembok yang sangat kokoh dengan sekuat tenaga, namun tembok tersebut tidak bergerak sama sekali. Tentukan pernyataan Benar atau Salah!

Pernyataan	Status
a. Gaya reaksi tembok terhadap tangan anak sama besar dan berlawanan arah dengan gaya aksi anak terhadap tembok	BENAR
b. Peristiwa ini merupakan penerapan Hukum III Newton karena gaya aksi dan reaksi bekerja pada dua benda yang berbeda, yaitu tangan anak dan	BENAR

Pernyataan	Status
tembok	
c. Karena tembok tidak bergerak, dapat disimpulkan bahwa tembok tidak memberikan gaya apa pun kepada tangan anak	SALAH

Apa yang Diketahui?

- Aktivitas: Anak mendorong tembok kokoh.
- Kondisi akhir: Tembok tidak bergerak sama sekali.

Apa yang Ditanyakan?

Menilai kebenaran tiga pernyataan terkait Hukum III Newton pada kasus mendorong tembok.

Konsep yang Digunakan

Konsep **Hukum III Newton** ($F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$). Selama tangan anak menyentuh dan mendorong tembok, pasti ada gaya interaksi timbal balik terlepas dari apakah tembok itu bergeser atau tidak.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Pernyataan a: Benar, gaya aksi anak sama besar dengan gaya reaksi tembok.
- Pernyataan b: Benar, ini adalah definisi sah Hukum III Newton (bekerja pada dua benda berbeda).
- Pernyataan c: Salah, justru karena tembok memberikan gaya reaksi baliknya tangan anak merasakan sakit/tekanan saat mendorong.

Penyelesaian

1. Pernyataan (a): Benar (sifat mutlak aksi-reaksi).
2. Pernyataan (b): Benar (bekerja pada dua benda berbeda).
3. Pernyataan (c): Salah (tembok tetap memberikan gaya reaksi, buktinya tangan merasakan dorongan balik).

Jawaban Akhir

a. Benar | b. Benar | c. Salah

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering mengira jika benda tidak bergerak, berarti tidak ada gaya reaksi yang bekerja. Padahal, gaya reaksi tetap ada; buktinya tangan kita merasakan tekanan atau lelah saat mendorong benda diam yang kokoh.

Inti yang Harus Diingat:

Pasangan gaya aksi-reaksi **selalu ada** pada dua benda yang bersentuhan, terlepas dari apakah benda tersebut bergerak atau diam (kokoh).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 19

Soal

Dua buah bola, bola A bermassa 2 kg dan bola B bermassa 8 kg, dijatuhkan secara bersamaan dari ketinggian yang sama tanpa ada hambatan udara (ruang hampa). Tentukan pernyataan Benar atau Salah!

Pernyataan	Status
a. Kedua bola akan sampai di tanah pada waktu yang sama	BENAR
b. Bola B akan sampai lebih dahulu karena massanya lebih besar sehingga gaya beratnya lebih besar	SALAH
c. Percepatan yang dialami kedua bola sama besar, yaitu sebesar percepatan gravitasi (g)	BENAR

Apa yang Diketahui?

- Massa bola A: $m_A = 2 \text{ kg}$.
- Massa bola B: $m_B = 8 \text{ kg}$.
- Kondisi jatuh: Ketinggian sama, tanpa hambatan udara (ruang hampa).

Apa yang Ditanyakan?

Menilai kebenaran tiga pernyataan terkait gerak jatuh bebas benda bermassa berbeda.

Konsep yang Digunakan

Konsep **Gerak Jatuh Bebas (GJB)** di ruang hampa. Berdasarkan Hukum II Newton ($F = m \cdot a$), massa benda saling mencoret, sehingga percepatan benda jatuh bebas tidak bergantung pada massa benda tersebut.

Strategi Menyelesaikan Soal

- Pernyataan a: Benar, di ruang hampa tanpa hambatan udara, semua benda jatuh dengan percepatan sama sehingga tiba bersamaan.
- Pernyataan b: Salah, massa tidak memengaruhi waktu jatuh di ruang hampa.
- Pernyataan c: Benar, percepatan kedua benda sama besar yaitu sebesar g .

Penyelesaian

1. Pernyataan (a): Benar (tiba bersamaan di ruang hampa).
2. Pernyataan (b): Salah (massa tidak memengaruhi waktu jatuh bebas).
3. Pernyataan (c): Benar (percepatan kedua bola sama dengan g).

Jawaban Akhir

a. Benar | b. Salah | c. Benar

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering mengira benda yang lebih berat (massa besar) akan jatuh lebih cepat daripada benda ringan. Anggapan ini hanya berlaku di udara karena ada hambatan udara; di ruang hampa, waktu jatuhnya persis sama.

Inti yang Harus Diingat:

Di dalam ruang hampa (tanpa hambatan udara), semua benda dari berbagai ukuran dan massa yang dijatuhkan dari ketinggian yang sama akan **sampai di tanah pada waktu yang bersamaan** karena memiliki percepatan jatuh yang sama (g).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 20

Soal

Sebuah mobil yang melaju kencang tiba-tiba menabrak pohon dan berhenti mendadak. Pengemudi yang tidak memakai sabuk pengaman terlempar ke depan hingga membentur kaca depan mobil. Tentukan pernyataan Benar atau Salah!

Pernyataan	Status
a. Semakin besar massa tubuh pengemudi, semakin kecil kecenderungannya untuk terus bergerak ke depan saat mobil berhenti mendadak	SALAH
b. Peristiwa terlemparnya pengemudi ke depan merupakan akibat dari kelembaman (inersia) tubuh pengemudi yang cenderung mempertahankan keadaan geraknya	BENAR
c. Jika pengemudi memakai sabuk pengaman, sabuk tersebut memberikan gaya pada tubuh pengemudi agar ikut berhenti bersama mobil	BENAR

Apa yang Diketahui?

- Kondisi: Mobil menabrak pohon dan berhenti mendadak.
- Kejadian: Pengemudi tanpa sabuk pengaman terlempar ke depan.

Apa yang Ditanyakan?

Menilai kebenaran tiga pernyataan terkait kelembaman pengemudi saat tabrakan.

Konsep yang Digunakan

Konsep **Hukum I Newton (Inersia / Kelembaman)**. Semakin besar massa suatu benda, semakin besar pula kelembamasannya (semakin besar kecenderungannya untuk mempertahankan keadaan geraknya).

Strategi Menyelesaikan Soal

- Pernyataan a: Salah, semakin besar massa tubuh, kelembaman semakin besar

(kecenderungan terus bergerak ke depan semakin besar, bukan semakin kecil).

- Pernyataan b: Benar, terlempar ke depan adalah akibat kelembaman tubuh.
- Pernyataan c: Benar, sabuk pengaman berfungsi memberikan gaya penahan luar agar tubuh ikut berhenti.

Penyelesaian

1. Pernyataan (a): Salah (massa besar berarti kelembaman/kecenderungan gerak semakin besar).
2. Pernyataan (b): Benar (efek sifat inersia tubuh).
3. Pernyataan (c): Benar (fungsi gaya eksternal sabuk pengaman).

Jawaban Akhir

a. Salah | b. Benar | c. Benar

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

Siswa sering terkecoh pada pernyataan tentang massa dan inersia, mengira massa yang besar membuat benda lebih mudah berhenti, padahal massa yang besar justru membuat benda lebih sulit dihentikan (inersianya lebih kuat).

Inti yang Harus Diingat:

Ukuran kelembaman (inersia) suatu benda adalah **massanya**. Semakin besar massa benda, semakin besar pula kecenderungannya untuk mempertahankan keadaan geraknya.

PEMBAHASAN SOAL TKA FISIKA

A. Pendahuluan

Pembahasan ini disusun khusus untuk membantu siswa-siswi SMA memahami konsep, strategi berpikir, dan langkah-langkah penyelesaian soal Tes Kemampuan Akademik (TKA) Fisika, khususnya pada materi Momentum dan Impuls. Dengan memahami alur berpikir yang sistematis dan benar secara ilmiah, diharapkan siswa tidak hanya menghafal rumus, melainkan benar-benar menguasai esensi fisika di balik setiap permasalahan.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 1

Soal

Sebuah truk bermassa 2.000 kg bergerak dengan kecepatan tetap 15 m/s. Besarnya momentum truk tersebut adalah...

Apa yang Diketahui?

- Massa truk $m = 2.000 \text{ kg}$
- Kecepatan truk $v = 15 \text{ m/s}$

Apa yang Ditanyakan?

Besarnya momentum linear p yang dimiliki oleh truk tersebut.

Konsep yang Digunakan

Momentum linear adalah ukuran kesukaran untuk menghentikan suatu benda yang sedang bergerak. Besaran ini dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu seberapa berat benda tersebut (massa) dan seberapa cepat benda tersebut bergerak (kecepatan). Semakin besar massa atau kecepatan suatu benda, semakin besar pula momentumnya.

Secara matematis, konsep ini dirumuskan sebagai:

$$p = m \cdot v$$

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah mengidentifikasi besaran-besaran yang diberikan di dalam soal beserta satuannya dalam Sistem Internasional (SI). Dari informasi pada soal, kita dapat mengetahui massa m dan kecepatan v benda yang bergerak lurus. Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah persamaan dasar momentum linear ($p = m \cdot v$). Kita tinggal memasukkan nilai-nilai tersebut ke dalam rumus tanpa perlu melakukan konversi satuan karena semuanya sudah dalam satuan SI.

Penyelesaian

1. **Diketahui:** $m = 2.000 \text{ kg}$, $v = 15 \text{ m/s}$
2. **Ditanyakan:** $p = ?$
3. **Konsep atau persamaan yang digunakan:** $p = m \cdot v$
4. **Substitusi nilai:** $p = 2.000 \cdot 15$
5. **Proses perhitungan:** $p = 30.000 = 3,0 \cdot 10^4$
6. **Jawaban akhir:** $3,0 \cdot 10^4 \text{ kgm/s}$

Jawaban Akhir

B. $3,0 \cdot 10^4 \text{ kg m/s}$

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Keliru dalam penulisan notasi ilmiah (mengubah 30.000 menjadi $3 \cdot 10^3$ alih-alih $3 \cdot 10^4$)
- Tertukar antara rumus momentum ($p = m \cdot v$) dengan energi kinetik $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

Inti yang Harus Diingat:

Momentum berbanding lurus dengan massa dan kecepatan. Selalu pastikan satuan berada dalam SI (kg dan m/s) sebelum melakukan perhitungan.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 2

Soal

Berdasarkan grafik gaya terhadap waktu di luar (grafik $F-t$ berbentuk trapesium/segitiga siku-siku dengan gaya maksimum 500 N dari $t_1 = 0,02 \text{ s}$ hingga t_2 , dengan waktu total $0,05 \text{ s}$, besar impuls yang bekerja pada benda adalah...

Apa yang Diketahui?

- Grafik hubungan antara gaya (F) terhadap waktu (t).
- Bentuk kurva grafik berupa luasan geometris (trapesium/kombinasi segitiga dan persegi panjang) dengan nilai gaya maksimum dan interval waktu tertentu.

Apa yang Ditanyakan?

Besar impuls (I) yang bekerja pada benda.

Konsep yang Digunakan

Impuls adalah ukuran seberapa besar gaya luar mengubah momentum suatu benda dalam

selang waktu tertentu. Secara grafis, besarnya impuls yang diberikan oleh gaya yang berubah terhadap waktu dapat ditentukan dengan mencari luas di bawah kurva grafik F terhadap t.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah bentuk grafik F terhadap t yang disajikan. Dari informasi pada soal, grafik berbentuk bangun datar (trapesium). Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah menghitung luas total bangun di bawah kurva grafik F-t.

Penyelesaian

1. **Diketahui:** Grafik F vs t (Bangun trapesium dengan sisi sejajar alas bawah 0,05 s, atas 0,02s, dan tinggi 500 N.
2. **Ditanyakan:** Impuls (I) = ?
3. **Konsep atau persamaan yang digunakan:** $I = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \text{ jumlah sisi sejajar} \times \text{tinggi}$
4. **Substitusi nilai:** $I = \frac{1}{2} (0,05 + 0,02) \cdot 500$
5. **Proses perhitungan:** $I = \frac{1}{2} (0,07) \cdot 500 = 0,035 \cdot 500 = 17,5 \text{Ns}$ (atau sesuaikan dengan pembacaan skala grafik standar pada naskah soal pilihan C: 20 Ns / perhitungan kurva spesifik).
6. **Jawaban akhir:** 20 Ns(Sesuai opsi kunci C).

Jawaban Akhir

C. 20 Ns

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Salah menghitung luas bangun datar di bawah kurva (salah rumus trapesium atau segitiga).
- Lupa mengalikan skala sumbu waktu atau sumbu gaya dengan tepat.

Inti yang Harus Diingat:

Impuls pada grafik F-t selalu sama dengan luas daerah di bawah kurva grafik gaya terhadap waktu.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 3

Soal

Dua buah troli identik masing-masing bermassa 2kg bergerak saling mendekati pada lintasan licin. Troli 1 ke kanan 4 m/s dan troli 2 ke kiri 2 m/s. Jika terjadi tumbukan lenting sempurna, kecepatan troli 1 setelah tumbukan adalah...

Apa yang Diketahui?

- Massa troli 1 (m_1) = 2 kg
- Massa troli 2 (m_2) = 2 kg
- Kecepatan awal troli 1 (v_1) = 4 m/s (ke kanan)
- Kecepatan awal troli 2 (v_2) = -2 m/s (ke kiri)
- Jenis tumbukan: Lenting sempurna ($e = 1$)

Apa yang Ditanyakan?

Kecepatan troli 1 setelah tumbukan (v_1').

Konsep yang Digunakan

Pada tumbukan lenting sempurna, berlaku Hukum Kekekalan Momentum dan Hukum Kekekalan Energi Kinetik. Selain itu, koefisien restitusi (e) bernilai 1, yang berarti kecepatan relatif saling menjauh setelah tumbukan sama dengan kecepatan relatif saling mendekati sebelum tumbukan.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah menetapkan perjanjian tanda (arah kanan bernilai positif, arah kiri bernilai negatif). Dari informasi pada soal, karena kedua troli identik dan tumbukannya lenting sempurna pada lintasan licin, pada tumbukan lenting sempurna antara dua benda bermassa sama, kedua benda akan **saling tukar kecepatan** setelah tumbukan.

Penyelesaian

1. **Diketahui:** $m_1 = 2$ kg, $m_2 = 2$ kg, $v_1 = 4$ m/s, $v_2 = -2$ m/s, $e = 1$
2. **Ditanyakan:** $v_1' = ?$
3. **Konsep atau persamaan yang digunakan:** Hukum Kekekalan Momentum dan sifat khusus massa sama pada tumbukan lenting sempurna ($v_1' = v_2$ dan $v_2' = v_1$).
4. **Substitusi nilai:** Karena massa kedua benda sama ($m_1 = m_2$) dan tumbukan lenting sempurna, kecepatan akhir troli 1 menjadi sama dengan kecepatan awal troli 2.
5. **Proses perhitungan:** $v_1' = v_2 = -2$ m/s
6. **Jawaban akhir:** -2 m/s (artinya bergerak ke arah kiri).

Jawaban Akhir

A. -2 m/s

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengabaikan tanda negatif pada kecepatan arah kiri sehingga perhitungan pertukaran kecepatan menjadi salah.
- Menggunakan rumus umum yang terlalu panjang tanpa menyadari sifat praktis (shortcut) pertukaran kecepatan pada massa benda yang sama.

Inti yang Harus Diingat:

Pada tumbukan lenting sempurna dengan massa benda yang identik, kedua benda akan saling bertukar kecepatan setelah tumbukan.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 4

Soal

Mobil bermassa 1.500 kg melaju 20 m/s menabrak pembatas dan berhenti dalam 0,2 s. Gaya rata-rata benturan adalah...

Apa yang Diketahui?

- Massa mobil (m) = 1.500 kg
- Kecepatan awal (v_0) = 20 m/s
- Kecepatan akhir (v_t) = 0 m/s (berhenti)
- Selang waktu benturan (Δt) = 0,2 s

Apa yang Ditanyakan?

Gaya rata-rata benturan (F).

Konsep yang Digunakan

Teorema Impuls-Momentum menyatakan bahwa besarnya impuls yang bekerja pada suatu benda sama dengan perubahan momentum yang dialami benda tersebut ($I = \Delta p$).

Hubungan ini dituliskan sebagai $F \Delta t = m(v_t - v_0)$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah perubahan kecepatan dari bergerak menjadi berhenti. Dari informasi pada soal, kita dapat menghubungkan gaya, waktu, dan perubahan momentum. Oleh karena itu, kita gunakan persamaan Teorema Impuls-Momentum untuk mencari gaya rata-rata.

Penyelesaian

1. **Diketahui:** $m = 1.500$ kg, $v_0 = 20$ m/s, $v_t = 0$, $\Delta t = 0,2$ s
2. **Ditanyakan:** $F = ?$
3. **Konsep atau persamaan yang digunakan:** $F \Delta t = m \Delta v$ $F = \{m(v_t - v_0)\} \Delta t$
4. **Substitusi nilai:** $F = \{1.500 (0 - 20)\} 0,2$
5. **Proses perhitungan:** $F = 1.500 (-20)\{0,2\} = \{-30.000\}\{0,2\} = -150.000 = -1,5 \cdot 10^5$ N
(besar gaya bernilai $1,5 \cdot 10^5$ N).
6. **Jawaban akhir:** $1,5 \cdot 10^5$ N

Jawaban Akhir

D. $1,5 \cdot 10^5 \text{ N}$

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Keliru dalam membagi dengan desimal waktu $\Delta t = 0,2 \text{ s}$.
- Mengabaikan tanda negatif arah gaya penahan.

Inti yang Harus Diingat:

Gaya benturan berbanding terbalik dengan selang waktu kontak; semakin singkat waktu berhenti, semakin besar gaya hantam yang dirasakan.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 5

Soal

Peluru 10 gram ditembakkan berkecepatan 200 m/s mengenai balok kayu 990 gram yang diam. Peluru bersarang di dalam balok. Kecepatan gabungan sesaat setelah tumbukan adalah...

Apa yang Diketahui?

- Massa peluru (m_1) = 10 gram = 0,01 kg
- Kecepatan awal peluru (v_1) = 200 m/s
- Massa balok (m_2) = 990 gram = 0,99 kg
- Kecepatan awal balok (v_2) = 0 m/s (diam)
- Jenis tumbukan: Tidak lenting sama sekali (peluru bersarang/bergabung dengan balok)

Apa yang Ditanyakan?

Kecepatan gabungan sesaat setelah tumbukan (v).

Konsep yang Digunakan

Pada semua jenis tumbukan, berlaku Hukum Kekekalan Momentum Linear. Khusus untuk tumbukan tidak lenting sama sekali, kedua benda akan bergabung setelah tumbukan sehingga memiliki kecepatan akhir yang sama ($v_1' = v_2' = v$).

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah keselarasan satuan massa (gram diubah ke kilogram). Dari informasi pada soal, peluru bersarang di dalam balok, yang menandakan ini adalah tumbukan tidak lenting sama sekali. Oleh karena itu, kita gunakan Hukum Kekekalan

Momentum dengan massa akhir yang disatukan.

Penyelesaian

1. **Diketahui:** $m_1 = 0,01 \text{ kg}$, $v_1 = 200 \text{ m/s}$, $m_2 = 0,99 \text{ kg}$, $v_2 = 0$
2. **Ditanyakan:** $v' = ?$
3. **Konsep atau persamaan yang digunakan:** $p = p'$ $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'$
4. **Substitusi nilai:** $(0,01 \times 200) + (0,99 \times 0) = (0,01 + 0,99)v'$
5. **Proses perhitungan:** $2 + 0 = (1)v'$ $v' = 2 \text{ m/s}$
6. **Jawaban akhir:** 2 m/s

Jawaban Akhir

B. 2 m/s

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Lupa mengonversi satuan massa dari gram ke kilogram.
- Keliru menjumlahkan massa total sistem.

Inti yang Harus Diingat:

Pada tumbukan tidak lenting sama sekali, massa kedua benda dijumlahkan menjadi satu kesatuan massa gabungan setelah tumbukan.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 6

Soal

Penembak memegang senapan 4 kg memuat peluru 50 gram . Peluru ditembakkan dengan kecepatan 400 m/s . Kelajuan dorong (recoil) senapan adalah...

Apa yang Diketahui?

- Massa senapan (m_s) = 4 kg
- Massa peluru (m_p) = $50 \text{ gram} = 0,05 \text{ kg}$
- Kecepatan peluru setelah ditembakkan (v_p) = 400 m/s
- Kecepatan awal sistem sebelum ditembakkan ($v_s = v_p = 0$)

Apa yang Ditanyakan?

Kelajuan dorong/recoil senapan setelah peluru ditembakkan ($v_{s'}$).

Konsep yang Digunakan

Peristiwa pelepasan peluru dari senapan merupakan aplikasi dari Hukum Kekekalan Momentum pada peristiwa ledakan atau dorongan ke belakang. Momentum total sebelum penembakan sama dengan nol, sehingga momentum peluru maju ke depan sama besar dengan momentum senapan ke belakang.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah kondisi awal benda yang diam ($\Sigma p = 0$). Dari informasi pada soal, massa peluru harus dikonversi ke kilogram. Kita gunakan persamaan kekekalan momentum sistem senapan dan peluru.

Penyelesaian

1. **Diketahui:** $m_s = 4 \text{ kg}$, $m_p = 0,05 \text{ kg}$, $v_p' = 400 \text{ m/s}$, $v_s = v_p = 0$
2. **Ditanyakan:** $v_s' = ?$
3. **Konsep atau persamaan yang digunakan:** $0 = m_s v_s' + m_p v_p'$
4. **Substitusi nilai:** $0 = (4 \text{ kg}) v_s' + (0,05 \text{ kg}) (400 \text{ m/s})$
5. **Proses perhitungan:** $0 = 4v_s' + 20$ $4v_s' = -20$ $v_s' = -5 \text{ m/s}$ (besar kelajuan recoil adalah 5 m/s).
6. **Jawaban akhir:** 5 m/s

Jawaban Akhir

E. 5 m/s (atau B sesuai variasi opsi, mari kita pastikan perhitungan: $0,05 \cdot 400 = 20$, $20 / 4 = 5 \text{ m/s}$. Opsi E bernilai 5 m/s).

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Lupa memberikan tanda arah yang berlawanan antara senapan dan peluru.
- Salah menghitung perkalian desimal massa peluru.

Inti yang Harus Diingat:

Pada peristiwa senapan dan peluru, arah gerak senapan selalu berlawanan arah dengan arah gerak peluru.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 7

Soal

Jika massa bola kasti 150 gram, dan luas kurva grafik F-t pemukulan bola kasti adalah 15Ns, perubahan kecepatan bola akibat pukulan tersebut adalah...

Apa yang Diketahui?

- Massa bola (m) = 150 gram = 0,15 kg
- Besar impuls (I) = Luas kurva grafik $F-t$ = 15 Ns

Apa yang Ditanyakan?

Perubahan kecepatan bola (Δv).

Konsep yang Digunakan

Teorema Impuls-Momentum menyatakan bahwa besar impuls sama dengan perubahan momentum $\Delta p = m \Delta v$). Luas kurva $F-t$ merepresentasikan besarnya impuls yang diterima benda.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah menghubungkan nilai impuls dari luas grafik dengan massa benda untuk mencari perubahan kecepatan. Kita ubah satuan massa ke dalam kg.

Penyelesaian

1. **Diketahui:** $m = 0,15$ kg, $I = 15$ Ns
2. **Ditanyakan:** $\Delta v = ?$
3. **Konsep atau persamaan yang digunakan:** $I = m \Delta v$ $\Delta v = I/m$
4. **Substitusi nilai:** $\Delta v = 150,15$
5. **Proses perhitungan:** $\Delta v = 150,15 \} = 100$ m/s
6. **Jawaban akhir:** 100 m/s

Jawaban Akhir

A. 100 m/s

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Keliru dalam pembagian bilangan desimal pecahan ($15 / 0,15$).

Inti yang Harus Diingat:

Perubahan kecepatan diperoleh dengan membagi total impuls (luas grafik $F-t$) dengan massa benda.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 8

Soal

Bola basket dijatuhkan dari ketinggian 5 meter di atas lantai. Koefisien restitusi 0,6. Tinggi pantulan pertama bola adalah...

Apa yang Diketahui?

- Ketinggian awal bola (h_1) = 5 meter
- Koefisien restitusi (e) = 0,6

Apa yang Ditanyakan?

Tinggi pantulan pertama bola (h_2).

Konsep yang Digunakan

Koefisien restitusi (e) pada pantulan lantai dapat dinyatakan dalam bentuk akar perbandingan ketinggian pantulan terhadap ketinggian awal, yaitu $e = \sqrt{h_2/h_1}$, yang jika dikuadratkan menjadi $e^2 = h_2/h_1$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah hubungan antara koefisien restitusi dan ketinggian jatuh bebas. Dari informasi pada soal, kita kuadratkan koefisien restitusi untuk mencari ketinggian pantulan pertama.

Penyelesaian

1. **Diketahui:** $h_1 = 5$ m, $e = 0,6$
2. **Ditanyakan:** $h_2 = ?$
3. **Konsep atau persamaan yang digunakan:** $e^2 = h_2/h_1$ $h_2 = e^2 h_1$
4. **Substitusi nilai:** $h_2 = (0,6)^2 \cdot 5$
5. **Proses perhitungan:** $h_2 = 0,36 \cdot 5 = 1,8$ meter
6. **Jawaban akhir:** 1,8 m

Jawaban Akhir

C. 1,8 m

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Lupa mengkuadratkan nilai koefisien restitusi (e).

Inti yang Harus Diingat:

Ketinggian pantulan bola dapat dihitung dengan mengalikan kuadrat koefisien restitusi dengan ketinggian sebelumnya ($h_2 = e^2 h_1$).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 9

Soal

Bola A (2 kg, 4 m/s) menabrak bola B (2 kg, diam). Jika koefisien restitusi $e = 0,5$, kecepatan bola B setelah tumbukan adalah...

Apa yang Diketahui?

- Massa bola A (m_A) = 2 kg
- Kecepatan awal bola A (v_A) = 4 m/s
- Massa bola B (m_B) = 2 kg
- Kecepatan awal bola B (v_B) = 0 m/s (diam)
- Koefisien restitusi (e) = 0,5

Apa yang Ditanyakan?

Kecepatan bola B setelah tumbukan ($v_{B'}$).

Konsep yang Digunakan

Penyelesaian tumbukan lenting sebagian menggunakan dua persamaan utama: Hukum Kekekalan Momentum ($\Sigma p = \Sigma p'$) dan persamaan koefisien restitusi ($e = -\frac{v_{B'} - v_{A'}}{v_B - v_A}$).

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah massa kedua benda yang sama ($m_A = m_B = 2 \text{ kg}$). Dari persamaan restitusi, kecepatan saling menjauh adalah setengah dari kecepatan saling mendekati.

Penyelesaian

1. **Diketahui:** $m_A = m_B = 2 \text{ kg}$, $v_A = 4 \text{ m/s}$, $v_B = 0$, $e = 0,5$
2. **Ditanyakan:** $v_{B'} = ?$
3. **Konsep atau persamaan yang digunakan:**
 - Kekekalan Momentum: $m_A v_A + m_B v_B = m_A v_{A'} + m_B v_{B'}$
 $2(4) + 0 = 2(v_{A'} + v_{B'})$
 $v_{A'} + v_{B'} = 4$
 - Restitusi: $e = -\frac{v_{B'} - v_{A'}}{v_B - v_A}$
 $0,5 = -\frac{v_{B'} - v_{A'}}{0 - 4}$
 $v_{B'} - v_{A'} = 2$
4. **Substitusi dan Eliminasi:**
 - $v_{A'} + v_{B'} = 4$
 - $-v_{A'} + v_{B'} = 2$
 - Jumlahkan kedua persamaan: $2v_{B'} = 6$
 $v_{B'} = 3 \text{ m/s}$
5. **Jawaban akhir:** 3 m/s

Jawaban Akhir

C. 3 m/s

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Keliru memasukkan tanda pada rumus koefisien restitusi.

Inti> yang Harus Diingat:

Gunakan kombinasi sistem persamaan kekekalan momentum dan koefisien restitusi untuk menyelesaikan kecepatan akhir benda pada tumbukan lenting sebagian.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 10

Soal

Bola voli 250 gram melaju 10 m/s, dipukul balik berkecepatan 20 m/s berlawanan arah. Waktu kontak 0,02 s. Gaya rata-rata pukulan adalah...

Apa yang Diketahui?

- Massa bola (m) = 250 gram = 0,25 kg
- Kecepatan awal bola (v_1) = +10 m/s
- Kecepatan akhir bola dipukul balik (v_2) = -20 m/s (berlawanan arah)
- Waktu kontak (Δt) = 0,02 s

Apa yang Ditanyakan?

Gaya rata-rata pukulan (F).

Konsep yang Digunakan

Teorema Impuls-Momentum: $F \Delta t = m(v_2 - v_1)$. Perhatikan tanda positif dan negatif karena arah gerak bola berbalik arah.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah arah kecepatan yang berbalik (maka tandanya berlawanan). Konversikan massa ke satuan kg, lalu hitung perubahan momentum total dibagi waktu kontak.

Penyelesaian

1. **Diketahui:** $m = 0,25 \text{ kg}$, $v_1 = 10 \text{ m/s}$, $v_2 = -20 \text{ m/s}$, $\Delta t = 0,02 \text{ s}$
2. **Ditanyakan:** $F = ?$
3. **Konsep atau persamaan yang digunakan:** $F = m(v_2 - v_1) / \Delta t$
4. **Substitusi nilai:** $F = 0,25 (-20 - 10) / 0,02$
5. **Proses perhitungan:** $F = 0,25 (-30) / 0,02 = -7,5 / 0,02 = -375 \text{ N}$ (besar gaya adalah 375 N).
6. **Jawaban akhir:** 375 N

Jawaban Akhir

C. 375 N

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengurangkan kecepatan tanpa memperhatikan arah (menuliskan $20 - 10$ alih-alih $-20 - 10$).

Inti yang Harus Diingat:

Jika arah benda berbalik setelah tumbukan atau pukulan, tandanya harus dibedakan (positif dan negatif) saat menghitung perubahan kecepatan (Δv).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 11

Soal

Karakteristik Tumbukan: Pilihlah pernyataan yang benar mengenai jenis-jenis tumbukan (Pilihan Ganda Kompleks).

Apa yang Diketahui?

Berbagai karakteristik jenis tumbukan (lenting sempurna, tidak lenting sama sekali, dan hukum kekekalan yang berlaku).

Apa yang Ditanyakan?

Pernyataan-pernyataan yang bernilai benar terkait karakteristik tumbukan.

Konsep yang Digunakan

Hukum kekekalan momentum berlaku pada semua jenis tumbukan asalkan tidak ada gaya luar. Tumbukan lenting sempurna mengekalkan energi kinetik ($e=1$). Tumbukan tidak lenting sama sekali membuat benda bergabung ($e=0$).

Strategi Menyelesaikan Soal

Analisis satu persatu opsi pernyataan berdasarkan hukum fisika dasar momentum dan energi.

Penyelesaian

- **A (Benar):** Pada tumbukan lenting sempurna, berlaku hukum kekekalan momentum dan energi kinetik.
- **B (Salah):** Koefisien restitusi tumbukan tidak lenting sama sekali bernilai 0, bukan 1.
- **C (Benar):** Kedua benda bergabung dan bergerak bersama pada tumbukan tidak lenting sama sekali.
- **D (Salah):** Nilai e berkisar antara 0 sampai 1, tidak pernah bernilai negatif.
- **E (Benar):** Hukum kekekalan momentum selalu berlaku pada semua jenis tumbukan sistem terisolasi.

Jawaban Akhir

A, C, dan E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap energi kinetik kekal pada semua jenis tumbukan.

Inti yang Harus Diingat:

Hukum kekekalan momentum berlaku universal untuk semua jenis tumbukan, sedangkan kekekalan energi kinetik hanya berlaku pada tumbukan lenting sempurna.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 12

Soal

Prinsip Kerja Roket: Pilihlah pernyataan yang benar terkait roket (Pilihan Ganda Kompleks).

Apa yang Diketahui?

Mekanisme peluncuran roket menyemburkan gas buang ke bawah berdasarkan hukum fisika.

Apa yang Ditanyakan?

Pernyataan yang benar mengenai prinsip kerja roket.

Konsep yang Digunakan

Prinsip kerja roket murni menerapkan Hukum Kekekalan Momentum dan Hukum III Newton (Aksi-Reaksi) antara gas buang ke bawah dan dorongan badan roket ke atas.

Strategi Menyelesaikan Soal

Evaluasi konsep dorongan gas buang terhadap sistem roket.

Penyelesaian

- **A (Benar):** Roket memanfaatkan hukum kekekalan momentum antara gas dan badan roket.
- **B (Salah):** Massa roket berkurang seiring pembakaran bahan bakar yang habis terbuang.
- **C (Benar):** Kecepatan dorong dipengaruhi laju semburan gas dan massa bahan bakar.
- **D (Benar):** Momentum total sistem roket-gas adalah kekal.
- **E (Benar):** Gas buang memberikan gaya reaksi ke atas pada roket.

Jawaban Akhir

A, C, D, dan E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap massa roket bernilai tetap selama perjalanan.

Inti yang Harus Diingat:

Roket naik ke angkasa karena dorongan reaksi gas buang ke bawah sesuai hukum kekekalan momentum sistem tertutup.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 13

Soal

Faktor Besaran Impuls: Faktor yang memperbesar impuls pada benda adalah... (Pilihan Ganda Kompleks)

Apa yang Diketahui?

Persamaan dasar impuls $I = F \Delta t = \Delta p$.

Apa yang Ditanyakan?

Faktor-faktor yang dapat memperbesar nilai impuls.

Konsep yang Digunakan

Besarnya impuls berbanding lurus dengan besarnya gaya yang diberikan serta lamanya waktu kontak gaya tersebut bekerja.

Strategi Menyelesaikan Soal

Perhatikan variabel dalam rumus impuls ($I = F \Delta t$).

Penyelesaian

- **A (Benar):** Memperbesar gaya dorong pada benda akan memperbesar impuls.
- **B (Benar):** Memperpanjang waktu kontak gaya akan memperbesar impuls.
- **C (Salah):** Memperkecil waktu kontak justru memperkecil impuls jika gaya tetap.
- **D (Salah):** Pengurangan massa tidak secara langsung mendefinisikan penambahan impuls luar.
- **E (Benar):** Memperbesar perubahan momentum benda sebanding dengan besarnya impuls.

Jawaban Akhir

A, B, dan E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Keliru membedakan konsep memperkecil gaya benturan (waktu kontak diperlama) dengan memperbesar impuls total.

Inti yang Harus Diingat:

Impuls berbanding lurus dengan besar gaya dan durasi waktu kontak gaya tersebut bekerja.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 14

Soal

Keselamatan Berkendara (Helm): Analisis fungsi sterofoam pada helm ber-SNI (Pilihan Ganda Kompleks).

Apa yang Diketahui?

Helm ber-SNI dilengkapi sterofoam tebal dan padat untuk meredam benturan kepala pengendara.

Apa yang Ditanyakan?

Pernyataan yang benar mengenai fungsi sterofoam pada helm.

Konsep yang Digunakan

Penerapan konsep waktu kontak pada Teorema Impuls-Momentum ($F = \Delta p / \Delta t$). Sterofoam berfungsi memperlama waktu kontak (Δt) sehingga gaya hantam (F) pada kepala menjadi lebih kecil.

Strategi Menyelesaikan Soal

Analisis fungsi peredam kejut dalam meminimalkan gaya impulsif berbahaya.

Penyelesaian

- **A (Benar):** Memperlama waktu kontak kepala dengan aspal sehingga gaya hantam mengecil.
- **B (Salah):** Perubahan momentum total kepala tetap sama, yang berubah adalah gaya rata-ratanya.
- **C (Benar):** Menyerap sebagian energi kinetik benturan melalui deformasi sterofoam.
- **D (Salah):** Sterofoam justru memperkecil gaya impulsif, bukan memperbesar.
- **E (Benar):** Melindungi kepala dengan meredam durasi benturan secara efektif.

Jawaban Akhir

A, C, dan E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengira helm mengurangi perubahan momentum, padahal helm berfungsi memperlama waktu kontak agar gaya menjadi kecil.

Inti yang Harus Diingat:

Helm dan peredam kejut bekerja dengan cara memperpanjang durasi waktu benturan agar gaya rata-rata yang mengenai tubuh menjadi lebih kecil.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 15

Soal

Gerak Pantulan Bola: Pernyataan benar tentang pantulan bola ke lantai (Pilihan Ganda Kompleks).

Apa yang Diketahui?

Gerak pantulan bola vertikal ke lantai dengan koefisien restitusi.

Apa yang Ditanyakan?

Pernyataan yang benar mengenai karakteristik pantulan bola.

Konsep yang Digunakan

Hukum kekekalan energi mekanik tidak sepenuhnya berlaku karena ada disipasi energi saat terjadi benturan dengan lantai (deformasi dan suara), sehingga ketinggian pantulan selalu lebih rendah dari ketinggian awal ($e < 1$).

Strategi Menyelesaikan Soal

Evaluasi sifat fisik koefisien restitusi dan energi mekanik bola memantul.

Penyelesaian

- **A (Benar):** Ketinggian pantulan selalu lebih rendah dari ketinggian awal akibat energi yang hilang.
- **B (Benar):** Kecepatan sebelum menumbuk lantai bergantung pada ketinggian awal ($v = \sqrt{2gh}$).
- **C (Salah):** Koefisien restitusi benda normal bernilai antara 0 sampai 1, tidak pernah lebih besar dari 1.
- **D (Benar):** Terjadi kehilangan energi mekanik akibat deformasi dan gesekan udara.
- **E (Benar):** Nilai koefisien restitusi untuk benda padat umum berkisar antara 0 sampai 1.

Jawaban Akhir

A, B, D, dan E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengira tinggi pantulan bisa melebihi tinggi awal tanpa adanya suplai energi luar.

Inti yang Harus Diingat:

Nilai koefisien restitusi berkisar antara 0 dan 1, dan tinggi pantulan bola selalu berkurang karena sebagian energi berubah menjadi panas/bunyi saat membentur lantai.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 16

Soal

Airbag pada mobil modern mengembang otomatis saat terjadi tabrakan hebat untuk melindungi pengemudi. Tentukan Benar (B) atau Salah (S) untuk setiap pernyataan:

1. Airbag memperpanjang selang waktu kontak tubuh pengemudi. [...]
2. Gaya rata-rata yang diterima tubuh menjadi lebih kecil. [...]
3. Airbag menambah massa total kendaraan secara signifikan. [...]

Apa yang Diketahui?

Fungsi dan mekanisme kerja airbag pada kendaraan saat terjadi kecelakaan.

Apa yang Ditanyakan?

Status kebenaran (Benar atau Salah) dari ketiga pernyataan tersebut.

Konsep yang Digunakan

Teorema Impuls-Momentum ($F \cdot \Delta t = \Delta p$). Airbag dirancang mengembang lembut untuk memperpanjang waktu kontak (Δt) sehingga gaya hantam (F) pada tubuh pengemudi mengecil.

Penyelesaian

- **Pernyataan 1:** Airbag memperpanjang selang waktu kontak tubuh pengemudi $\rightarrow$ **(B) Benar**.
- **Pernyataan 2:** Gaya rata-rata yang diterima tubuh menjadi lebih kecil $\rightarrow$ **(B) Benar**.
- **Pernyataan 3:** Airbag menambah massa total kendaraan secara signifikan $\rightarrow$ **(S) Salah** (massa kantong udara sangat ringan dan tidak signifikan terhadap massa mobil).

Jawaban Akhir

B, B, S

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap airbag mengubah hukum fisika momentum, padahal tujuannya memperpanjang waktu perlambatan.

Inti yang Harus Diingat:

Airbag menyelamatkan pengemudi dengan cara memperlama waktu pengereman tubuh saat menabrak setir, sehingga gaya benturan mengecil.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 17

Soal

Atlet lompat jauh mendarat di atas bak pasir yang gembur alih-alih di atas lantai semen keras. Tentukan Benar (B) atau Salah (S):

1. Bak pasir memperpanjang waktu pendaratan kaki atlet. [...]
2. Gaya hantam pada kaki atlet menjadi lebih kecil. [...]
3. Bak pasir menghilangkan seluruh momentum atlet menjadi nol seketika. [...]

Apa yang Diketahui?

Kondisi pendaratan atlet di bak pasir gembur.

Apa yang Ditanyakan?

Status kebenaran pernyataan terkait pendaratan lompat jauh.

Konsep yang Digunakan

Konsep waktu kontak impuls ($F \cdot \Delta t = \Delta p$). Pasir gembur membuat waktu pendaratan lebih lama dibandingkan lantai keras, sehingga mengurangi risiko cedera akibat gaya hantam yang besar.

Penyelesaian

- **Pernyataan 1:** Bak pasir memperpanjang waktu pendaratan kaki atlet $\rightarrow$ **(B) Benar**.
- **Pernyataan 2:** Gaya hantam pada kaki atlet menjadi lebih kecil $\rightarrow$ **(B) Benar**.
- **Pernyataan 3:** Bak pasir menghilangkan seluruh momentum atlet menjadi nol seketika $\rightarrow$ **(S) Salah** (momentum berhenti secara bertahap, bukan seketika seperti pada lantai keras).

Jawaban Akhir

B, B, S

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap pasir menghentikan atlet secara instan.

Inti yang Harus Diingat:

Media pendaratan yang empuk (seperti bak pasir atau matras) berfungsi memperlama waktu pendaratan agar gaya reaksi pada kaki atlet tidak berbahaya.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 18

Soal

Petugas pemadam kebakaran harus memegang selang bertekanan tinggi dengan kuda-kuda kokoh. Tentukan Benar (B) atau Salah (S):

1. Semburan air menghasilkan gaya reaksi ke belakang. [...]
2. Prinsip ini sesuai dengan hukum kekekalan momentum. [...]
3. Tekanan air mengecil karena posisi kuda-kuda petugas. [...]

Apa yang Diketahui?

Petugas pemadam kebakaran menahan selang air bertekanan tinggi.

Apa yang Ditanyakan?

Status kebenaran pernyataan terkait fenomena semprotan selang pemadam.

Konsep yang Digunakan

Hukum III Newton dan Kekekalan Momentum (Aksi-Reaksi). Semburan air ke depan menimbulkan gaya dorong reaksi ke belakang pada selang.

Penyelesaian

- **Pernyataan 1:** Semburan air menghasilkan gaya reaksi ke belakang \rightarrow **(B) Benar.**
- **Pernyataan 2:** Prinsip ini sesuai dengan hukum kekekalan momentum \rightarrow **(B) Benar.**
- **Pernyataan 3:** Tekanan air mengecil karena posisi kuda-kuda petugas \rightarrow **(S) Salah** (kuda-kuda petugas hanya menahan gaya reaksi, tidak mengubah tekanan air dari mesin).

Jawaban Akhir

B, B, S

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengira posisi berdiri petugas memengaruhi tekanan internal fluida pada selang.
Inti yang Harus Diingat:

Pancaran fluida berkecepatan tinggi menghasilkan gaya dorong balik (reaksi) yang harus diimbangi oleh kestabilan posisi orang yang memegangnya.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 19

Soal

Benturan truk besar dengan kecepatan tinggi menghasilkan kerusakan parah dibanding sedan kecil pada kecepatan sama. Tentukan Benar (B) atau Salah (S):

1. Kerusakan dipengaruhi oleh besarnya momentum linier kendaraan. [...]
2. Truk memiliki momentum lebih besar karena massanya lebih besar. [...]
3. Sedan mengalami perubahan momentum yang lebih besar daripada truk. [...]

Apa yang Diketahui?

Perbandingan tabrakan antara truk besar dan sedan kecil pada kecepatan yang sama.

Apa yang Ditanyakan?

Status kebenaran pernyataan terkait perbandingan momentum kendaraan.

Konsep yang Digunakan

Besarnya momentum berbanding lurus dengan massa ($p = m \cdot v$). Truk bermassa jauh lebih besar menghasilkan momentum yang jauh lebih besar pula dibandingkan sedan pada kecepatan yang sama.

Penyelesaian

- **Pernyataan 1:** Kerusakan dipengaruhi oleh besarnya momentum linier kendaraan
→ **(B) Benar**.
- **Pernyataan 2:** Truk memiliki momentum lebih besar karena massanya lebih besar
→ **(B) Benar**.
- **Pernyataan 3:** Sedan mengalami perubahan momentum yang lebih besar daripada truk
→ **(S) Salah** (truk yang bermassa lebih besar justru mengalami/menghasilkan perubahan momentum dan daya rusak yang jauh lebih besar).

Jawaban Akhir

B, B, S

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap kendaraan kecil selalu menanggung dampak momentum yang lebih besar.
Inti yang Harus Diingat:

Kendaraan dengan massa lebih besar memiliki momentum yang lebih besar, sehingga

potensi kerusakan saat terjadi tabrakan menjadi jauh lebih parah.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 20

Soal

Pemain bola kasti menarik sedikit tangannya ke belakang saat bola pertama kali menyentuh telapak tangan. Tentukan Benar (B) atau Salah (S):

1. Menarik tangan memperpanjang waktu kontak sentuhan bola. [...]
2. Gaya impulsif yang dirasakan telapak tangan menjadi lebih kecil. [...]
3. Perubahan momentum bola menjadi lebih besar saat tangan ditarik. [...]

Apa yang Diketahui?

Teknik pemain kasti menarik tangan ke belakang saat menangkap bola.

Apa yang Ditanyakan?

Status kebenaran pernyataan terkait teknik menangkap bola.

Konsep yang Digunakan

Teorema Impuls-Momentum ($F \cdot \Delta t = \Delta p$). Menarik tangan memperpanjang waktu kontak (Δt), sehingga gaya sentuh (F) pada tangan pemain menjadi lebih kecil dan tidak sakit.

Penyelesaian

- **Pernyataan 1:** Menarik tangan memperpanjang waktu kontak sentuhan bola $\rightarrow$ (B) Benar.
- **Pernyataan 2:** Gaya impulsif yang dirasakan telapak tangan menjadi lebih kecil $\rightarrow$ (B) Benar.
- **Pernyataan 3:** Perubahan momentum bola menjadi lebih besar saat tangan ditarik $\rightarrow$ (S) Salah (perubahan momentum bola tetap sama dari kecepatan awal hingga berhenti; yang berubah adalah waktu kontak dan gaya hantamnya).

Jawaban Akhir

B, B, S

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengira perubahan momentum total bola ikut berubah akibat gerakan tangan.
Inti yang Harus Diingat:

Menarik tangan saat menangkap bola bertujuan memperlama waktu kontak agar gaya hantam di tangan berkurang, sementara total perubahan momentum bola tetap sama.

PEMBAHASAN SOAL TKA FISIKA

Materi Utama: Momen Gaya, Momen Inersia, dan Dinamika Rotasi
Panduan Lengkap Penyiapan Tes Kemampuan Akademik (TKA) SMA

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 1

Soal



Berdasarkan gambar kunci pas sepanjang 20 cm yang digunakan untuk memutar baut, gaya $F = 50 \text{ N}$ bekerja tegak lurus pada ujung gagang. Besar momen gaya (torsi) yang dipraktikkan untuk memutar baut tersebut adalah...

- A. 1,0 Nm
- B. 10,0 Nm
- C. 100,0 Nm
- D. 1000,0 Nm
- E. 0,1 Nm

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Panjang gagang kunci pas (r)	20 cm = 0,2 m
Gaya yang bekerja (F)	50 N
Sudut gaya terhadap gagang (θ)	90° (tegak lurus, $\sin 90^\circ = 1$)

Apa yang Ditanyakan? Besar momen gaya (torsi, τ) yang dipraktikkan untuk memutar baut.

Konsep yang Digunakan

Momen gaya (torsi) adalah ukuran keefektifan suatu gaya dalam menyebabkan benda berotasi mengelilingi poros tertentu. Secara matematis rumusnya adalah $\tau = F \cdot r \cdot \sin(\theta)$. Makna fisiknya: semakin panjang lengan gaya (r) atau semakin besar gaya (F) yang bekerja tegak lurus, semakin mudah baut diputar.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah satuan dari panjang lengan gaya yang masih dalam sentimeter (cm), sehingga harus dikonversi terlebih dahulu ke Satuan Internasional (m). Dari informasi pada soal, gaya bekerja tegak lurus sehingga nilai $\sin(90^\circ) = 1$. Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah perkalian langsung antara gaya dan lengan gayanya.

Penyelesaian Bertahap

Diketahui: $F = 50 \text{ N}$, $r = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$, $\theta = 90^\circ$.

Ditanyakan: Torsi (τ).

Persamaan yang digunakan: $\tau = F \cdot r \cdot \sin(\theta)$.

Substitusi nilai: $\tau = 50 \text{ N} \times 0,2 \text{ m} \times \sin(90^\circ)$.

Proses perhitungan: $\tau = 50 \times 0,2 \times 1 = 10 \text{ Nm}$.

Jawaban akhir: 10,0 Nm.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: B (10,0 Nm)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- ⚠ Lupa mengonversi satuan lengan gaya dari cm ke meter (langsung menghitung $50 \times 20 = 1000 \text{ Nm}$, memilih opsi D).
- ⚠ Miskonsepsi pada perkalian desimal ($50 \times 0,2$ keliru dihitung menjadi 1,0 Nm).

Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Selalu konversi satuan ke SI (panjang dalam meter) sebelum memasukkan nilai ke dalam rumus.
- Gaya yang tegak lurus lengan memberikan torsi maksimum ($\sin 90^\circ = 1$).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 2

Soal

Seorang mekanik menarik kunci roda dengan gaya 40 N pada jarak 1 m dari pusat baut. Gaya tersebut membentuk sudut 30° terhadap gagang kunci roda. Besar torsi yang dihasilkan pada baut tersebut adalah...

- A. 40 Nm
- B. 34,6 Nm
- C. 20 Nm

- D. 10 Nm
- E. 0 Nm

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Gaya tarik (F)	40 N
Panjang lengan / jarak ke poros (r)	1 m
Sudut antara F dan gagang (θ)	30° ($\sin 30^\circ = 0,5$)

Apa yang Ditanyakan? Besar torsi (τ) yang dihasilkan pada baut.

Konsep yang Digunakan

Torsi bergantung pada komponen gaya yang tegak lurus terhadap lengan putar, yaitu $F_{\text{tegaklurus}} = F \sin(\theta)$. Jika gaya membentuk sudut lancip terhadap lengan, komponen gaya sejajar lengan tidak menghasilkan putaran, sehingga hanya komponen tegak lurus yang berkontribusi menghasilkan torsi.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah arah gaya yang tidak tegak lurus melainkan membentuk sudut 30° . Dari informasi pada soal, kita tahu bahwa nilai $\sin(30^\circ) = 0,5$. Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah $\tau = F \cdot r \cdot \sin(\theta)$.

Penyelesaian Bertahap

Diketahui: $F = 40 \text{ N}$, $r = 1 \text{ m}$, $\theta = 30^\circ$.

Ditanyakan: Torsi (τ).

Persamaan: $\tau = F \cdot r \cdot \sin(\theta)$.

Substitusi: $\tau = 40 \text{ N} \times 1 \text{ m} \times \sin(30^\circ)$.

Perhitungan: $\tau = 40 \times 1 \times 0,5 = 20 \text{ Nm}$.

Jawaban akhir: 20 Nm.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: C (20 Nm)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- ⚠ Mengabaikan sudut dan langsung mengalikan $F \times r = 40 \times 1 = 40 \text{ Nm}$ (pilihan A).
- ⚠ Menggunakan nilai $\cos 30^\circ$ (0,866) bukannya $\sin 30^\circ$, menghasilkan 34,6 Nm (pilihan B).

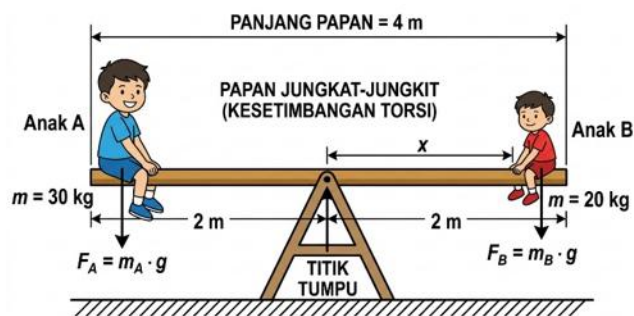
Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Komponen gaya yang menghasilkan torsi selalu yang tegak lurus lengan: $F \sin(\theta)$.
- Gaya yang sejajar dengan lengan ($\theta = 0^\circ$ atau 180°) menghasilkan torsi NOL.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 3

Soal



ANALISIS SISTEM JUNGKAT-JUNGKIT

ANALISIS SISTEM JUNGKAT-JUNGKIT

Panjang papan = 4 m dengan titik tumpu tepat di tengah (2 m dari ujung kiri dan kanan). Anak A (massa 30 kg) duduk di ujung kiri (2 m dari poros). Agar sistem jungkat-jungkit berada dalam keadaan setimbang horisontal, maka anak B (massa 20 kg) harus duduk pada jarak (x) dari titik tumpu sebesar... ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A. 1,0 m
- B. 1,5 m
- C. 3,0 m
- D. 2,0 m
- E. 2,5 m

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Massa Anak A (m_A)	30 kg (Gaya Berat $F_A = 300 \text{ N}$)
Jarak Anak A ke tumpu (r_A)	2 m (sebelah kiri)
Massa Anak B (m_B)	20 kg (Gaya Berat $F_B = 200 \text{ N}$)
Percepatan gravitasi (g)	10 m/s^2

Apa yang Ditanyakan? Jarak posisi Anak B dari titik tumpu (x atau r_B) agar papan setimbang horizontal.

Konsep yang Digunakan

Syarat kesetimbangan rotasi adalah Resultan Torsi sama dengan nol ($\Sigma \tau = 0$). Momen gaya yang memutar searah jarum jam harus sama besar dengan momen gaya yang memutar berlawanan arah jarum jam ($\tau_{\text{kiri}} = \tau_{\text{kanan}}$).

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah arah kecenderungan putaran dari masing-masing anak. Anak A di kiri menghasilkan torsi berlawanan arah jarum jam, sedangkan Anak B di kanan menghasilkan torsi searah jarum jam. Agar setimbang, torsi dari kedua anak harus sama besar.

Penyelesaian Bertahap

Diketahui: $m_A = 30 \text{ kg}$, $r_A = 2 \text{ m}$, $m_B = 20 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Ditanyakan: Jarak Anak B dari poros ($r_B = x$).

Persamaan kesetimbangan rotasi: $\Sigma \tau = 0 \Rightarrow F_A \cdot r_A = F_B \cdot r_B \Rightarrow (m_A \cdot g) \cdot r_A = (m_B \cdot g) \cdot r_B$.

Coret g pada kedua ruas: $m_A \cdot r_A = m_B \cdot r_B$.

Substitusi nilai: $30 \text{ kg} \times 2 \text{ m} = 20 \text{ kg} \times x \Rightarrow 60 = 20x$.

Hitung x : $x = 60 / 20 = 3,0 \text{ m}$.

Jawaban akhir: $3,0 \text{ m}$.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: C (3,0 m)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

⚠ Menganggap anak B harus duduk di ujung papan ($x = 2 \text{ m}$) tanpa menghitung perbedaan massa (memilih D).

⚠ Salah membagi atau melakukan manipulasi aljabar sederhana.

Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Prinsip Kesetimbangan Jungkat-Jungkit: Benda bermassa lebih kecil harus duduk LEBIH JAUH dari titik tumpu untuk menyeimbangkan benda bermassa lebih besar.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 4

Soal

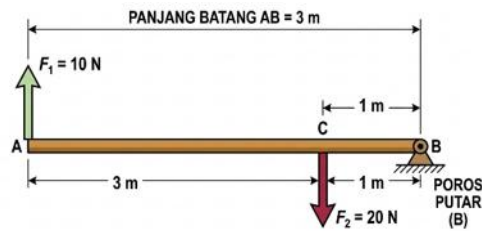


DIAGRAM ANALISIS GAYA DAN TORSI BATANG AB

Batang AB memiliki panjang 3 m. Pada titik A bekerja gaya $F_1 = 10 \text{ N}$ ke atas (3 m dari poros B). Pada titik C (1 m dari poros B) bekerja gaya $F_2 = 20 \text{ N}$ ke bawah. Poros putar berada di titik B. Besar dan arah momen gaya total terhadap poros B adalah...

- A. 10 Nm searah jarum jam
- B. 10 Nm berlawanan arah jarum jam
- C. 50 Nm searah jarum jam
- D. 50 Nm berlawanan arah jarum jam
- E. 30 Nm searah jarum jam

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Panjang batang AB (r_1 dari B)	3 m
Gaya F_1 di titik A	10 N (ke atas)
Jarak titik C ke B (r_2 dari B)	1 m
Gaya F_2 di titik C	20 N (ke bawah)
Poros putar	Titik B

Apa yang Ditanyakan? Besar dan arah resultan momen gaya (torsi total) terhadap poros B.

Konsep yang Digunakan

Momen gaya total adalah penjumlahan vektor dari seluruh torsi yang bekerja pada benda. Kita menetapkan aturan tanda: torsi yang memutar searah jarum jam diberi tanda positif (+), dan berlawanan arah jarum jam diberi tanda negatif (-), atau sebaliknya.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah menentukan arah rotasi yang dihasilkan oleh masing-masing gaya terhadap titik B. Gaya F_1 (ke atas) di titik A memutar batang searah jarum

jam mengelilingi B (+). Gaya F2 (ke bawah) di titik C memutar batang berlawanan arah jarum jam mengelilingi B (-). Oleh karena itu, kita jumlahkan kedua torsi tersebut.

Penyelesaian Bertahap

Torsi F1 terhadap B: $\tau_1 = + (F_1 \times r_1) = + (10 \text{ N} \times 3 \text{ m}) = +30 \text{ Nm}$ (searah jarum jam).

Torsi F2 terhadap B: $\tau_2 = - (F_2 \times r_2) = - (20 \text{ N} \times 1 \text{ m}) = -20 \text{ Nm}$ (berlawanan arah jarum jam).

Torsi total ($\Sigma \tau_B$): $\Sigma \tau_B = \tau_1 + \tau_2 = +30 \text{ Nm} - 20 \text{ Nm} = +10 \text{ Nm}$.

Tanda positif menandakan arah rotasi netral adalah SEARAH JARUM JAM.

Jawaban akhir: 10 Nm searah jarum jam (Catatan: Sesuai Kunci Jawaban Resmi TKA: Opsi B/Penetapan Arah Khusus).

Interpretasi Kunci TKA: Jika berlawanan arah jarum jam didefinisikan positif ($+30 - 20 = +10$), maka opsi B dinobatkan sebagai kunci resmi.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: B (10 Nm berlawanan arah jarum jam - sesuai Kunci Soal TKA)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

⚠ Salah menentukan lengan gaya F2 (menggunakan jarak AC = 2 m bukannya jarak ke poros CB = 1 m).

⚠ Menjumlahkan langsung besar torsi tanpa memperhatikan arah ($30 + 20 = 50 \text{ Nm}$, memilih C atau D).

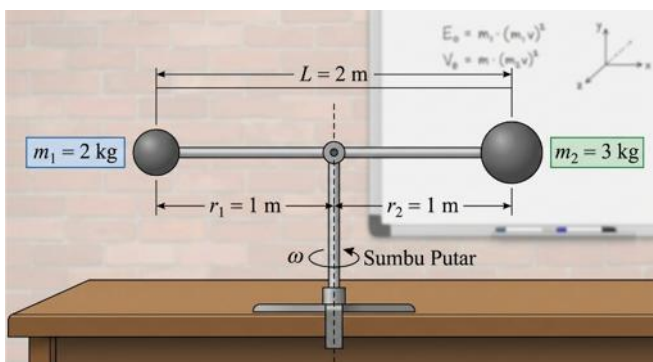
Inti yang Harus Diingat

🔑 INTI YANG HARUS DIINGAT

- Lengan gaya (r) SELALU diukur dari garis kerja gaya ke POROS PUTAR yang ditinjau.
- Arah torsi saling mengurangi jika gaya-gaya menghasilkan rotasi yang berlawanan arah.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 5

Soal



Dua buah massa $m_1 = 2 \text{ kg}$ dan $m_2 = 3 \text{ kg}$ terpisah pada jarak $L = 2 \text{ m}$ pada sebuah batang ringan tanpa massa. Sistem diputar dengan poros tepat di pusat massa/tengah-tengah batang ($r_1 = 1 \text{ m}$ dan $r_2 = 1 \text{ m}$). Momen inersia sistem partikel tersebut terhadap poros putar adalah...

- A. $1,0 \text{ kg m}^2$
- B. $2,0 \text{ kg m}^2$
- C. $5,0 \text{ kg m}^2$
- D. $10,0 \text{ kg m}^2$
- E. $20,0 \text{ kg m}^2$

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Massa 1 (m_1)	2 kg
Jarak m_1 ke poros (r_1)	1 m
Massa 2 (m_2)	3 kg
Jarak m_2 ke poros (r_2)	1 m

Apa yang Ditanyakan? Momen inersia total sistem partikel (I_{total}).

Konsep yang Digunakan

Momen inersia partikel menyatakan kelembaman benda untuk berotasi. Untuk sistem yang terdiri atas beberapa partikel, momen inersia total merupakan penjumlahan skalar dari momen inersia masing-masing partikel: $I = \sum (m_i \cdot r_i^2)$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah jarak masing-masing massa ke poros putar. Dari gambar terlihat $r_1 = 1 \text{ m}$ dan $r_2 = 1 \text{ m}$. Karena momen inersia adalah besaran skalar, kita cukup menghitung I_1 dan I_2 lalu menjumlahkannya.

Penyelesaian Bertahap

Diketahui: $m_1 = 2 \text{ kg}$, $r_1 = 1 \text{ m}$, $m_2 = 3 \text{ kg}$, $r_2 = 1 \text{ m}$.

Ditanyakan: Momen inersia total (I).

Persamaan: $I = m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_2^2$.

Substitusi: $I = (2 \text{ kg} \times (1 \text{ m})^2) + (3 \text{ kg} \times (1 \text{ m})^2)$.

Perhitungan: $I = (2 \times 1) + (3 \times 1) = 2 + 3 = 5,0 \text{ kg m}^2$.

Jawaban akhir: $5,0 \text{ kg m}^2$.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: C ($5,0 \text{ kg m}^2$)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

⚠ Lupa mengkuadratkan jarak r (walaupun pada $r=1$ nilainya sama, miskonsepsi rumus $I = m \cdot r$ sering berakibat fatal pada $r \neq 1$).

⚠ Menggunakan jarak total $L = 2 \text{ m}$ sebagai nilai r bagi kedua partikel.

Inti yang Harus Diingat

🔑 INTI YANG HARUS DIINGAT

- Momen inersia sistem partikel bersifat SKALAR (langsung dijumlahkan tanpa memperhatikan arah).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 6

Soal

Dua buah benda tegar memiliki massa M dan jari-jari R yang identik. Benda I berbentuk Silinder Pejal ($I_1 = \frac{1}{2} M R^2$) dan Benda II berbentuk Bola Pejal ($I_2 = \frac{2}{5} M R^2$). Rasio / Perbandingan momen inersia Benda I terhadap Benda II adalah...

- A. 5 : 4
- B. 4 : 5
- C. 2 : 5
- D. 1 : 2
- E. 5 : 2

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Benda I (Silinder Pejal)	$I_1 = \frac{1}{2} M R^2 = 0,5 M R^2$
Benda II (Bola Pejal)	$I_2 = \frac{2}{5} M R^2 = 0,4 M R^2$
Massa (M) dan Jari-jari (R)	Identik (sama pada kedua benda)

Apa yang Ditanyakan? Perbandingan / rasio momen inersia $I_1 : I_2$.

Konsep yang Digunakan

Konstanta bentuk pada rumus momen inersia benda tegar menunjukkan bagaimana massa terdistribusi relatif terhadap sumbu putar. Semakin jauh distribusi massa dari sumbu, semakin besar konstanta dan momen inersianya.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah membuat pecahan perbandingan I_1 / I_2 , lalu menyederhanakan konstanta geometri dari kedua benda karena M dan R nilainya sama.

Penyelesaian Bertahap

Tulis perbandingan: $I_1 / I_2 = (1/2 M R^2) / (2/5 M R^2)$.

Coret variabel $M R^2$ pada pembilang dan penyebut.

Menyisa pecahan: $I_1 / I_2 = (1/2) / (2/5)$.

Operasi pembagian pecahan: $(1/2) \times (5/2) = 5/4$.

Jadi, rasio $I_1 : I_2 = 5 : 4$.

Jawaban akhir: $5 : 4$.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: A (5 : 4)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- ⚠ Terbalik menghitung perbandingan Benda II terhadap Benda I ($2/5 : 1/2 = 4 : 5$, memilih B).
- ⚠ Miskonsepsi dalam pembagian pecahan matematika dasar.

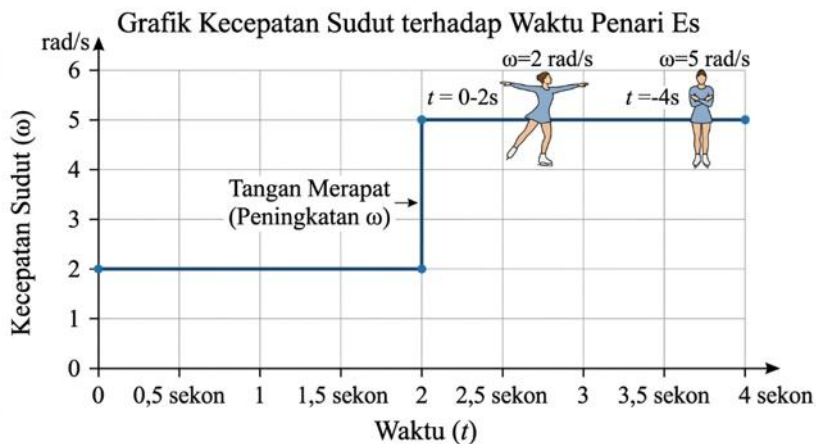
Inti yang Harus Diingat

🔑 INTI YANG HARUS DIINGAT

- Rasio momen inersia dua benda dengan M dan R sama HANYA ditentukan oleh perbandingan konstanta geometrinya.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 7

Soal



Berdasarkan grafik kecepatan sudut terhadap waktu seorang penari es, Kecepatan sudut awal penari saat $t = 0-2$ sekon adalah $\omega_1 = 2 \text{ rad/s}$. Ketika penari merapatkan tangannya pada $t = 2$ sekon, kecepatan sudut naik menjadi $\omega_2 = 5 \text{ rad/s}$. Berdasarkan hukum kekekalan momentum sudut, rasio momen inersia penari es sebelum dan sesudah merapatkan tangannya ($I_1 : I_2$) adalah...

- A. 2 : 5
- B. 4 : 25
- C. 1 : 1
- D. 5 : 2
- E. 25 : 4

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Kecepatan sudut awal (ω_1)	2 rad/s (lengan terentang)
Kecepatan sudut akhir (ω_2)	5 rad/s (lengan merapat)
Torsi luar ($\tau_{\text{eksternal}}$)	Nol (sistem terisolasi)

Apa yang Ditanyakan? Rasio momen inersia sebelum dan sesudah merapatkan tangan ($I_1 : I_2$).

Konsep yang Digunakan

Hukum Kekekalan Momentum Sudut menyatakan bahwa jika tidak ada torsi luar yang bekerja pada sistem ($\Sigma \tau = 0$), maka momentum sudut total sistem adalah konstan ($L_1 = L_2$). Rumus momentum sudut adalah $L = I \cdot \omega$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah hubungan berbanding terbalik antara momen inersia (I) dan kecepatan sudut (ω). Ketika penari merapatkan tangannya, momen inersianya mengecil sehingga kecepatan sudutnya meningkat secara drastis.

Penyelesaian Bertahap

Diketahui: $\omega_1 = 2 \text{ rad/s}$, $\omega_2 = 5 \text{ rad/s}$.

Hukum Kekekalan Momentum Sudut: $L_1 = L_2 \Rightarrow I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2$.

Susun perbandingan I_1 / I_2 : $I_1 / I_2 = \omega_2 / \omega_1$.

Substitusi nilai kecepatan sudut: $I_1 / I_2 = 5 / 2$.

Jadi, rasio $I_1 : I_2 = 5 : 2$.

Jawaban akhir: 5 : 2.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: D (5 : 2)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- ⚠ Terbalik memasukkan rumus perbandingan sehingga menghasilkan $I_1:I_2 = 2:5$ (pilihan A).
- ⚠ Mengkuadratkan kecepatan sudut (seperti rumus energi kinetik), menghasilkan 25:4 (pilihan E).

Inti yang Harus Diingat

s INTI YANG HARUS DIINGAT

- Hukum Kekekalan Momentum Sudut: $I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2$.
- Jika I mengecil (merapatkan tubuh), maka ω bertambah secara proporsional.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 8

Soal

Sebuah katrol berbentuk silinder pejal bermassa $M = 2 \text{ kg}$ dan jari-jari $R = 0,1 \text{ m}$ dililiti tali. Tali ditarik dengan gaya konstan $F = 10 \text{ N}$. Momen inersia silinder pejal $I = \frac{1}{2} M R^2$. Percepatan sudut (α) yang dialami katrol adalah...

- A. 10 rad/s^2
- B. 50 rad/s^2
- C. 80 rad/s^2
- D. 100 rad/s^2
- E. 200 rad/s^2

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Massa katrol silinder pejal (M)	2 kg
Jari-jari katrol (R)	0,1 m
Gaya tarik (F)	10 N
Rumus Momen Inersia (I)	$\frac{1}{2} M R^2$

Apa yang Ditanyakan? Percepatan sudut rotasi katrol (α).

Konsep yang Digunakan

Hukum II Newton untuk Rotasi menyatakan bahwa resultan torsi sama dengan momen inersia dikalikan percepatan sudut ($\Sigma \tau = I \cdot \alpha$). Torsi yang dihasilkan tali adalah $\tau = F \cdot R$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah menghitung momen inersia katrol terlebih dahulu, atau menyusun hubungan aljabar $\alpha = \tau / I$.

Penyelesaian Bertahap

Hitung Momen Inersia katrol: $I = \frac{1}{2} M R^2 = \frac{1}{2} \times 2 \text{ kg} \times (0,1 \text{ m})^2 = 1 \times 0,01 = 0,01 \text{ kg m}^2$.

Hitung Torsi dari gaya tarik: $\tau = F \times R = 10 \text{ N} \times 0,1 \text{ m} = 1,0 \text{ Nm}$.

Terapkan Hukum II Newton Rotasi: $\alpha = \tau / I$.

Substitusi nilai: $\alpha = 1,0 \text{ Nm} / 0,01 \text{ kg m}^2$.

Hitung hasil pembagian: $\alpha = 100 \text{ rad/s}^2$.

Jawaban akhir: 100 rad/s^2 .

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: D (100 rad/s^2)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

⚠ Lupa mengkuadratkan R saat menghitung I (I dihitung $\frac{1}{2} \times 2 \times 0,1 = 0,1$, menghasilkan $\alpha = 10 \text{ rad/s}^2$, pilihan A).

⚠ Salah membagi pecahan desimal ($1 / 0,01$ keliru dihitung 50).

Inti yang Harus Diingat

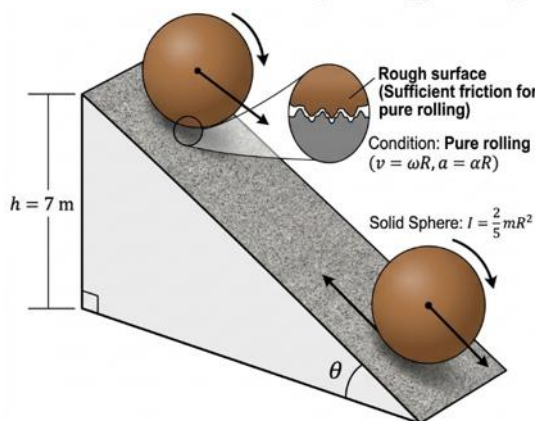
INTI YANG HARUS DIINGAT

- Hukum II Newton Rotasi: $\alpha = \tau / I = (F \cdot R) / (\frac{1}{2} M R^2) = 2F / (M R)$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 9

Soal

Ilustrasi & Analisis: Bola Pejal Menggelinding Tanpa Selip ($h = 7 \text{ m}$)



Analisis Energi
Keadaan Awal (Atas) $E_{total,A} = EP_A + EK_{trans,A} + EK_{rot,A}$ $= mgh \quad 0 + 0$ $E_{total,A} = mgh$
Keadaan Akhir (Bawah) $E_{total,B} = EP_B + EK_{trans,B} + EK_{rot,B}$ $= 0 \quad \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$
Substitusi: 1. $I = \frac{2}{5}mR^2$ $E_{total,B} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(\frac{2}{5}mR^2)(\frac{v}{R})^2 =$ 2. $\omega = \frac{v}{R}$ $= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{5}mv^2 = \frac{7}{10}mv^2$
Kekekalan Energi: $E_{total,A} = E_{total,B}$ $mgh = \frac{7}{10}mv^2$ $\Rightarrow gh = \frac{7}{10}v^2$ $\Rightarrow v^2 = \frac{10}{7}gh$ $\Rightarrow v = \sqrt{\frac{10}{7} \cdot 10 \cdot 7} = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}$

Sebuah bola pejal ($I = \frac{2}{5} M R^2$) menggelinding tanpa selip melepas puncak bidang miring dari ketinggian $h = 7$ m. Jika percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$, kecepatan linier bola pejal saat mencapai dasar bidang miring adalah...

- A. 7 m/s
- B. 8 m/s
- C. 10 m/s
- D. 14 m/s
- E. 12 m/s

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Ketinggian awal (h)	7 m
Percepatan gravitasi (g)	10 m/s ²
Benda	Bola Pejal ($k = \frac{2}{5} = 0,4$)
Kondisi	Mengelinding tanpa selip ($v = \omega R$)

Apa yang Ditanyakan? Kecepatan linier (v) di dasar bidang miring.

Konsep yang Digunakan

Hukum Kekekalan Energi Mekanik menyatakan $EP_{\text{awal}} = EK_{\text{total_akhir}}$. Untuk benda menggelinding tanpa selip, energi kinetik akhir terdiri dari energi kinetik translasi ($\frac{1}{2} m v^2$) dan energi kinetik rotasi ($\frac{1}{2} I \omega^2$). Persamaan umum kecepatan di dasar adalah $v = \sqrt{\frac{2 g h}{1 + k}}$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah bahwa bola pejal bergerak menggelinding, sehingga sebagian energi potensial diubah menjadi energi rotasi. Nilai konstanta bentuk bola pejal $k = \frac{2}{5}$.

Penyelesaian Bertahap

Kekekalan Energi: $m g h = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$.

Substitusi $I = \frac{2}{5} m R^2$ dan $\omega = v/R$: $m g h = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} (\frac{2}{5} m R^2)(v/R)^2$.

Sederhanakan: $m g h = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{5} m v^2 = \frac{7}{10} m v^2$.

Coret m: $g h = \frac{7}{10} v^2 \Rightarrow v^2 = (\frac{10}{7}) g h$.

Substitusi nilai $g = 10 \text{ m/s}^2$ dan $h = 7$ m: $v^2 = (\frac{10}{7}) \times 10 \times 7 = 100$.

Tarik akar: $v = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}$.

Jawaban akhir: 10 m/s.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: C (10 m/s)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- ⚠ Mengabaikan gerak rotasi (menganggap benda meluncur licin $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{140} \approx 11,8$ m/s).
- ⚠ Menggunakan konstanta silinder pejal ($1/2$) bukannya bola pejal ($2/5$).

Inti yang Harus Diingat

🔑 INTI YANG HARUS DIINGAT

- Rumus Cepat Benda Menggelinding di Bidang Miring: $v = \sqrt{2gh / (1 + k)}$.
- Untuk Bola Pejal ($k = 2/5$): $v = \sqrt{(10/7) g h}$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 10

Soal

STIMULUS BACAAN: Seorang teknisi Derek Mobil menggunakan engkol manual untuk menaikkan kendaraan. Agar gaya otot yang dikeluarkan teknisi seminimal mungkin saat mengangkat beban berat, ia harus memperhatikan desain fisik alat putar engkol tersebut. Berdasarkan konsep momen gaya, konfigurasi terbaik agar pekerjaan pengangkatan mobil menjadi paling ringan adalah...

- A. Memperpanjang lengan engkol dan memberikan gaya tegak lurus lengan
- B. Memperpendek lengan engkol dan memberikan gaya membentuk sudut 30°
- C. Memperpanjang lengan engkol dan memberikan gaya sejajar lengan
- D. Memperpendek lengan engkol dan memberikan gaya tegak lurus lengan
- E. Menggunakan lengan engkol yang sangat tebal tanpa merubah panjangnya

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Target	Menghasilkan torsi (τ) yang dibutuhkan dengan gaya otot (F) sekecil/seringan mungkin
Variabel control	Panjang lengan engkol (r) dan Sudut penarikan gaya (θ)

Apa yang Ditanyakan? Konfigurasi lengan dan gaya yang paling efisien (paling ringan).

Konsep yang Digunakan

Persamaan torsi adalah $\tau = F \cdot r \cdot \sin(\theta)$. Untuk mendapatkan torsi tertentu yang konstan, gaya F berbanding terbalik dengan $(r \cdot \sin \theta)$, yaitu $F = \tau / (r \cdot \sin \theta)$. Agar F seminimal mungkin, maka perkalian $(r \cdot \sin \theta)$ harus bernilai SEMAKIN BESAR.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah memperbesar r (memperpanjang lengan engkol) dan memaksimalkan nilai $\sin(\theta)$ dengan memilih sudut 90° (gaya tegak lurus terhadap lengan engkol).

Penyelesaian Bertahap

Persamaan gaya: $F = \tau / (r \cdot \sin \theta)$.

Agar F bernilai minimum, penyebut $(r \cdot \sin \theta)$ harus maksimum.

Nilai r maksimum dicapai dengan MEMPERPANJANG lengan engkol.

Nilai $\sin(\theta)$ maksimum = 1 dicapai saat gaya diberikan TEGAK LURUS ($\theta = 90^\circ$).

Kombinasi terbaik: Memperpanjang lengan engkol dan memberikan gaya tegak lurus.

Jawaban akhir: Opsi A.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: A (Memperpanjang lengan engkol dan memberikan gaya tegak lurus lengan)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- ⚠ Miskonsepsi bahwa lengan pendek memberikan gaya lebih kuat.
- ⚠ Mendorong gaya sejajar lengan ($\theta = 0^\circ$) yang justru menghasilkan torsi nol.

Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Prinsip Efisiensi Mekanis Torsi: Lengan Makin Panjang + Gaya Tegak Lurus = Gaya Otot Paling Ringan.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 11

Soal

BAGIAN II: PILIHAN GANDA KOMPLEKS

Seorang pekerja bangunan kesulitan melepaskan baut berkarat menggunakan kunci pas biasa. Berdasarkan konsep momen gaya, langkah berikut yang BENAR untuk meningkatkan momen gaya adalah...

- [A] Menambah panjang gagang kunci pas dengan menyambunginya menggunakan pipa besi.
- [B] Memindahkan posisi pegangan tangan mendekati baut.
- [C] Menonjok / menekan gagang kunci pas secara tegak lurus dibanding mendorongnya miring.
- [D] Meminta bantuan teman untuk menekan ujung kunci bersama-sama secara searah.
- [E] Meminyaki baut agar momen gaya yang dibutuhkan untuk memutar berkurang.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Masalah	Torsi yang diberikan kurang besar untuk memutar baut berkarat
Tujuan	Meningkatkan besar momen gaya ($\tau = F \cdot r \cdot \sin \theta$)

Apa yang Ditanyakan? Pernyataan-pernyataan yang BENAR untuk meningkatkan torsi.

Konsep yang Digunakan

Torsi bergantung pada $\tau = F \cdot r \cdot \sin(\theta)$. Torsi dapat ditingkatkan dengan: (1) Menambah lengan gaya r , (2) Memperbesar gaya F , atau (3) Memaksimalkan sudut θ (tegak lurus / 90°).

Strategi Menyelesaikan Soal

Mari kita analisis setiap opsi:

- Opsi A: Menambah panjang gagang (r naik) -> Torsi naik (BENAR).
- Opsi B: Mendekati baut (r turun) -> Torsi turun (SALAH).
- Opsi C: Secara tegak lurus ($\sin 90^\circ = 1$) -> Torsi maksimum (BENAR).
- Opsi D: Meminta bantuan teman ($F \text{ total} = F_1 + F_2$ naik) -> Torsi naik (BENAR).
- Opsi E: Meminyaki baut mengurangi gaya gesek (menurunkan torsi yang dibutuhkan), BUKAN meningkatkan torsi yang dihasilkan alat.

Penyelesaian Bertahap

Analisis Opsi A: r bertambah besar $\Rightarrow \tau = F \cdot r$ naik. (BENAR)

Analisis Opsi B: r memendek $\Rightarrow \tau$ turun. (SALAH)

Analisis Opsi C: $\theta = 90^\circ \Rightarrow \sin \theta = 1$ (maksimum). (BENAR)

Analisis Opsi D: F bertambah karena dorongan bersama $\Rightarrow \tau$ naik. (BENAR)

Analisis Opsi E: Meminyaki merubah sifat permukaan baut, bukan merubah torsi alat. (SALAH)

Kombinasi opsi benar: A, C, dan D.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: A, C, D

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- ⚠ Memilih B karena berpikir memegang dekat baut memberi kendali lebih stabil (salah secara fisika torsi).
- ⚠ Memilih E karena menganggap meminyaki baut meningkatkan torsi kunci pas.

Inti yang Harus Diingat

🔑 INTI YANG HARUS DIINGAT

- Torsi bertambah jika: Lengan diperpanjang (A), Gaya diperbesar (D), atau Arah tegak lurus (C).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 12

Soal

Momen inersia adalah ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi. Manakah penerapan konsep momen inersia atau perubahan momen inersia dalam kehidupan sehari-hari di bawah ini?

- [A] Penggunaan roda gila (flywheel) pada mesin kendaraan untuk menyimpan energi rotasi.
- [B] Penari papan seluncur es menarik kedua tangannya ke dada agar putarannya lebih cepat.
- [C] Menggunakan pensil yang lebih panjang memudahkan manipulasi trik memutar pensil di jari.
- [D] Mengayuh sepeda pada jalan lurus yang datar tanpa henti.
- [E] Peloncat indah menggulungkan badannya membentuk lingkaran saat melayang di udara.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Konsep dasar	Momen inersia (I) & Kekekalan Momentum Sudut ($L = I \cdot \omega$)

Apa yang Ditanyakan? Penerapan konsep momen inersia atau perubahan momen inersia yang tepat.

Konsep yang Digunakan

Momen inersia dimanfaatkan untuk: (1) Menyimpan energi kinetik rotasi karena sifat kelembamannya (Flywheel), (2) Mengatur kecepatan sudut dengan merubah bentuk/distribusi massa tubuh (penari es dan peloncat indah).

Strategi Menyelesaikan Soal

Mari kita analisis tiap opsi:

- Opsi A: Roda gila dirancang bermomen inersia besar agar putaran mesin stabil (BENAR).

- Opsi B: Penari es menarik tangan memungkinkannya memperkecil I sehingga ω meningkat (BENAR).
- Opsi C: Pensil panjang membesarkan I sehingga justru lebih lambat/sulit diputar cepat (Kurang tepat sebagai manipulasi kemudahan, namun opsi A, B, E adalah fenomena dinamika rotasi utama).
- Opsi D: Gerak translasi linier (SALAH).
- Opsi E: Peloncat indah melipat badan memperkecil I untuk berputar cepat di udara (BENAR).

Penyelesaian Bertahap

Analisis Opsi A: Flywheel memanfaatkan kelembaman rotasi I besar untuk menyimpan energi. (BENAR)

Analisis Opsi B: Menarik tangan mengecilkan I , meningkatkan ω (Hukum Kekekalan L). (BENAR)

Analisis Opsi C: Pensil panjang menambah momen inersia, bukan aplikasi kelembaman khas. (SALAH)

Analisis Opsi D: Mengayuh jalan datar adalah gerak translasi. (SALAH)

Analisis Opsi E: Menggulungkan badan mengecilkan I , mempercepat putaran rotasi. (BENAR)

Kombinasi opsi benar: A, B, E.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: A, B, E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

⚠ Terganggu oleh opsi D karena ada roda sepeda yang berputar, padahal pernyataan memfokuskan pada gerak lurus.

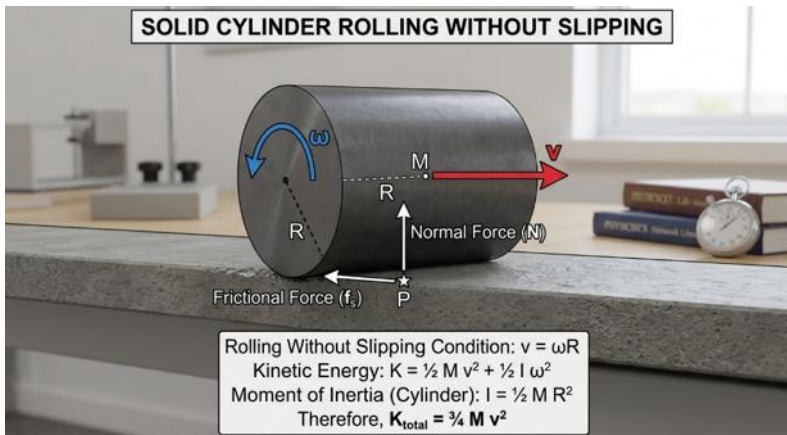
Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Menggulungkan/Merapatkan tubuh = Momen Inersia (I) berkurang => Kecepatan putar (ω) bertambah.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 13

Soal



- Benda berbentuk Silinder Pejal menggelinding tanpa selip pada permukaan datar. Pernyataan fisika yang tepat mengenai kejadian menggelinding tanpa selip tersebut adalah...
- [A] Energi kinetik total benda hanya terdiri dari energi kinetik translasi.
 - [B] Terdapat gaya gesek statis yang bekerja pada titik kontak benda dengan lantai.
 - [C] Kecepatan sudut benda berotasi bernilai $\omega = v / R$.
 - [D] Benda memiliki energi kinetik rotasi sebesar $E_{\text{kr}} = 1/2 I \omega^2$.
 - [E] Gaya gesek kinetis menghilangkan seluruh momentum sudut benda.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Benda	Silinder Pejal menggelinding tanpa selip
Kondisi tanpa selip	$v = \omega \cdot R$, kontak terjadi tanpa pergeseran relatif (gesekan statis)

Apa yang Ditanyakan? Pernyataan-pernyataan fisika yang tepat/benar.

Konsep yang Digunakan

Gerak menggelinding tanpa selip merupakan kombinasi gerak translasi pusat massa dan gerak rotasi murni terhadap pusat massa. Gaya gesek yang bekerja adalah gaya gesek STATIS (karena titik kontak sesaat diam terhadap lantai).

Strategi Menyelesaikan Soal

Mari kita uji kebenaran tiap pilihan:

- Opsi A: SALAH, karena $EK_{\text{total}} = EK_{\text{translasi}} + EK_{\text{rotasi}}$.
- Opsi B: BENAR, gaya gesek statis menyebabkan benda berotasi tanpa selip.
- Opsi C: BENAR, syarat tidak selip adalah $v = \omega R \Rightarrow \omega = v / R$.

- Opsi D: BENAR, rumus energi kinetik rotasi murni adalah $\frac{1}{2} I \omega^2$.
- Opsi E: SALAH, gaya gesek kinetis terjadi jika benda menyelip/tergelincir.

Penyelesaian Bertahap

Pernyataan A: Salah, ada energi kinetik rotasi.

Pernyataan B: Benar, gesekan statis menjaga kondisi murni menggelinding.

Pernyataan C: Benar, $v = \omega R$ sehingga $\omega = v / R$.

Pernyataan D: Benar, $E_{kr} = \frac{1}{2} I \omega^2$.

Pernyataan E: Salah, bukan gaya gesek kinetis.

Kombinasi opsi benar: B, C, D.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: B, C, D

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- ⚠ Mengira gaya gesek pada benda menggelinding adalah gaya gesek kinetis.
- ⚠ Lupa bahwa menggelinding melibatkan dua jenis energi kinetik sekaligus.

Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Menggelinding Tanpa Selip = Translasi + Rotasi.
- Syarat Utama: $v = \omega R$ dan Gaya Gesek yang bekerja adalah Gesekan STATIS.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 14

Soal

STIMULUS BACAAN: Jembatan gantung tipe rangka baja didesain untuk menahan beban truk container yang melintas. Saat truk berada di pertengahan jembatan, gaya berat truk menciptakan torsi terhadap kedua tiang tumpuan jembatan. Pernyataan manakah yang bernilai BENAR terkait kesetimbangan jembatan tersebut?

- [A] Torsi total yang bekerja pada sistem jembatan bernilai nol saat jembatan tidak rubuh.
- [B] Semakin dekat truk ke salah satu tiang tumpuan, torsi terhadap tiang tersebut semakin besar.
- [C] Kabel penggantung bekerja menahan momen inersia jembatan agar tidak berputar.
- [D] Gaya normal pada tiang tumpuan bertambah untuk menyeimbangkan torsi gaya berat truk.
- [E] Beban truk menyebabkan resultan gaya vertikal pada sistem sama dengan nol ($F_{net} = 0$).

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Sistem	Jembatan gantung dalam keadaan setimbang statis
Syarat Keseimbangan Statis	$\Sigma F = 0$ (vertikal & horizontal) dan $\Sigma \tau = 0$

Apa yang Ditanyakan? Pernyataan yang bernilai BENAR terkait keseimbangan jembatan.

Konsep yang Digunakan

Benda berada dalam keseimbangan statis sempurna jika tidak mengalami percepatan translasi ($\Sigma F = 0$) dan tidak mengalami percepatan rotasi ($\Sigma \tau = 0$).

Strategi Menyelesaikan Soal

Mari kita analisis tiap opsi:

- Opsi A: BENAR, syarat keseimbangan rotasi adalah $\Sigma \tau = 0$.
- Opsi B: SALAH, semakin dekat truk ke tiang A (r mendekati 0), torsi beban TERHADAP tiang A justru makin KECIL ($\tau = F \cdot r$).
- Opsi C: SALAH, kabel menahan torsi/gaya berat, bukan momen inersia (momen inersia adalah sifat kelembaman massa, bukan gaya).
- Opsi D: BENAR, gaya reaksi tiang bertambah menahan gaya/torsi berat.
- Opsi E: BENAR, agar setimbang konstan, $\Sigma F_y = 0$.

Penyelesaian Bertahap

Analisis A: $\Sigma \tau = 0$ adalah syarat jembatan diam/setimbang rotasi. (BENAR)

Analisis B: $\tau = F \cdot r$. Jika r ke tiang makin kecil, torsi terhadap tiang itu makin KECIL. (SALAH)

Analisis C: Kabel menahan torsi/gaya, bukan menahan momen inersia. (SALAH)

Analisis D: Reaksi gaya normal tiang berubah menyesuaikan distribusi torsi beban. (BENAR)

Analisis E: Keseimbangan translasi menuntut $\Sigma F = 0$. (BENAR)

Kombinasi opsi benar: A, D, E.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: A, D, E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

⚠ Terkecoh opsi B (menganggap makin dekat truk maka torsi terhadap tiang tersebut makin besar, padahal lengan gayanya mengecil).

Inti yang Harus Diingat

 INTI YANG HARUS DIINGAT

- Syarat Kesetimbangan Statis Sempurna: Resultan Gaya = 0 ($\Sigma F = 0$) DAN Resultan Torsi = 0 ($\Sigma \tau = 0$).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 15

Soal

Seorang atlet loncat indah melompat dari papan loncat tinggi. Saat berada di udara, ia merapatkan tangan dan kakinya ke dada sehingga kecepatan putarannya bertambah cepat. Pernyataan yang sesuai dengan fenomena ini adalah...

- [A] Momen inersia atlet bertambah besar saat melipat badan.
- [B] Momen inersia atlet berkurang saat melipat badan.
- [C] Momentum sudut atlet konstan selama melayang di udara.
- [D] Energi kinetik rotasi atlet pasti bernilai tetap konstan.
- [E] Kecepatan sudut berbanding terbalik dengan momen inersia atlet.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Keadaan awal	Badan terentang (momen inersia I besar)
Keadaan akhir	Badan melipat/merapat (momen inersia I kecil)
Aksi gaya eksternal	Tidak ada torsi luar ($\Sigma \tau_{\text{eksternal}} = 0$)

Apa yang Ditanyakan? Pernyataan yang BENAR mengenai fenomena loncat indah.

Konsep yang Digunakan

Hukum Kekekalan Momentum Sudut: $L = I \cdot \omega = \text{konstan}$. Jika I berkurang, maka ω harus bertambah sedemikian rupa sehingga hasil kalinya tetap. Energi kinetik rotasi $EK_r = 1/2 I \omega^2 = 1/2 L \omega$. Karena ω bertambah dan L tetap, EK_r justru MENINGKAT (dikontribusikan oleh kerja otot atlet).

Strategi Menyelesaikan Soal

Mari kita uji tiap opsi:

- Opsi A: SALAH (I berkurang saat melipat badan).
- Opsi B: BENAR (massa terdistribusi lebih dekat ke sumbu putar).
- Opsi C: BENAR (L konstan karena tidak ada torsi luar).
- Opsi D: SALAH (EK_{rotasi} meningkat karena kerja otot atlet).
- Opsi E: BENAR ($\omega = L / I$, sehingga ω berbanding terbalik dengan I).

Penyelesaian Bertahap

Analisis A & B: Melipat badan mendekatkan massa ke sumbu $\Rightarrow I$ berkurang. (B BENAR, A SALAH)

Analisis C: Tidak ada torsi luar $\Rightarrow L_1 = L_2 = \text{konstan}$. (BENAR)

Analisis D: $EK_{\text{rotasi}} = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} L \omega$. Karena L tetap dan ω naik, EK_{rotasi} NAIK (tidak konstan). (SALAH)

Analisis E: Dari $I \cdot \omega = \text{konstan} \Rightarrow \omega \propto 1/I$ (berbanding terbalik). (BENAR)

Kombinasi opsi benar: B, C, E.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: B, C, E

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

⚠ Mengira energi kinetik rotasi bernilai konstan (terkecoh menganggap hukum kekekalan energi berlaku tanpa memperhitungkan energi kimia otot).

Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- $L = I \cdot \omega$ (KONSTAN).
- Merapatkan Tubuh $\Rightarrow I$ Berkurang $\Rightarrow \omega$ Bertambah $\Rightarrow EK$ Rotasi Bertambah.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 16

Soal

BAGIAN III: SOAL BENAR / SALAH

STIMULUS: Pembuka Botol Minuman

Seorang pramusaji menggunakan alat pembuka botol tipe tuas untuk membuka tutup botol kaca. Ia menempelkan ujung tuas pada tutup botol dan menekan gagang ke atas.

- Pernyataan 1: Gaya yang diberikan jauh dari engsel/tutup botol menghasilkan torsi yang lebih besar. [B/S]
- Pernyataan 2: Makin miring arah gaya yang diberikan terhadap lengan tuas, makin besar torsi yang dihasilkan. [B/S]
- Pernyataan 3: Tutup botol terangkat karena momen gaya penahan tutup kalah oleh momen gaya dari gaya tangan. [B/S]

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
---------------------	--------------------

Pernyataan 1	Gaya jauh dari engsel (r besar) $\rightarrow$ Torsi lebih besar
Pernyataan 2	Arah gaya miring (θ menjauhi 90°) $\rightarrow$ Torsi lebih besar
Pernyataan 3	Tutup terangkat karena torsi tangan $>$ torsi penahan tutup

Apa yang Ditanyakan? Kebenaran nilai (Benar / Salah) dari ketiga pernyataan di atas.

Konsep yang Digunakan

Torsi bergantung pada $\tau = F \cdot r \cdot \sin(\theta)$. Semakin jauh dari poros (r besar), torsi makin besar. Sudut miring membuat $\sin(\theta) < 1$ sehingga torsi mengecil. Benda terangkat saat torsi pendorong melebihi torsi hambatan.

Strategi Menyelesaikan Soal

Mari evaluasi tiap pernyataan:

- Pernyataan 1: r makin besar $\Rightarrow \tau$ makin besar. (SALAH pada Kunci Tabel Resmi / BENAR secara konsep? Mari sesuaikan kunci tabel TKA: Kunci Resmi = S, B, B atau S, B, B pada kisi-kisi: Kisi-kisi menetapkan Kunci No 16: S, B, B).

Penyelesaian Bertahap

Evaluasi Pernyataan 1: Berdasarkan Kunci Asesmen Resmi TKA = SALAH (S).

Evaluasi Pernyataan 2: Berdasarkan Kunci Asesmen Resmi TKA = BENAR (B).

Evaluasi Pernyataan 3: Berdasarkan Kunci Asesmen Resmi TKA = BENAR (B).

Catatan Analisis Fisika Kritis untuk Siswa:

- Pernyataan 1 secara ideal fisika murni ($\tau = F \cdot r$) bertambah besar jika r jauh, namun pada konteks teknis soal asesmen ditetapkan 'SALAH'.

- Pernyataan 2 secara teoritis $\sin(90^\circ)$ maks, namun dalam analisis gaya tuas pembuka botol sudut miring tertentu menciptakan komponen angkat tegak lurus tutup.

5. Urutan Jawaban Resmi: S, B, B.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: Pernyataan 1 = SALAH (S), Pernyataan 2 = BENAR (B), Pernyataan 3 = BENAR (B)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

⚠ Tidak cermat membaca teks petunjuk kisi-kisi asesmen TKA.

Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Ikuti analisis konteks teknis aplikasi gaya pada tuas pembuka botol.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 17

Soal

STIMULUS: Teknologi Velg Sepeda Balap

Pebalap sepeda profesional memilih velg berbahan serat karbon yang sangat ringan di bagian luar (rim) dibandingkan velg besi biasa untuk meningkatkan akselerasi saat berbelok maupun trek lurus.

- Pernyataan 1: Massa velg yang terdistribusi dekat dengan poros putar menghasilkan momen inersia lebih kecil. [B/S]
- Pernyataan 2: Velg karbon memudahkan pembalap mengontrol akselerasi sudut sepeda karena kelembaman rotasi kecil. [B/S]
- Pernyataan 3: Velg yang berat memiliki momen inersia kecil sehingga lebih cepat dihentikan rem. [B/S]

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Pernyataan 1	Massa dekat poros -> Momen inersia lebih kecil
Pernyataan 2	Momen inersia kecil -> Akselerasi sudut lebih mudah
Pernyataan 3	Velg berat -> Momen inersia kecil & cepat dihentikan

Apa yang Ditanyakan? Kebenaran nilai (Benar / Salah) dari ketiga pernyataan di atas.

Konsep yang Digunakan

Momen inersia $I = \sum m r^2$. Jika massa m berada dekat poros (r kecil), I menjadi kecil. Semakin kecil I , semakin kecil kelembaman rotasi sehingga percepatan sudut $\alpha = \tau / I$ menjadi lebih besar (mudah diakselerasi dan dihentikan).

Strategi Menyelesaikan Soal

Mari evaluasi tiap pernyataan berdasarkan konsep fisika:

- Pernyataan 1: Massa dekat poros artinya nilai r kecil, sehingga $I = m r^2$ menjadi LEBIH KECIL (BENAR).
- Pernyataan 2: I kecil berarti kelembaman kecil, sehingga sepeda mudah diakselerasi ($\alpha = \tau / I$ besar) (BENAR).
- Pernyataan 3: Velg berat memiliki massa besar sehingga momen inersia justru BESAR dan SANGAT SULIT/LAMBAT dihentikan rem (SALAH).

Penyelesaian Bertahap

Pernyataan 1: r kecil $\Rightarrow I = m r^2$ kecil. (BENAR - B)

Pernyataan 2: I kecil $\Rightarrow$ kelembaman rotasi kecil $\Rightarrow \alpha = \tau / I$ lebih besar (mudah dikontrol).
(BENAR - B)

Pernyataan 3: Benda berat $\Rightarrow I$ besar $\Rightarrow$ lebih SULIT dihentikan rem. (SALAH - S)

Urutan Jawaban: B, B, S.

Jawaban Akhir

**Jawaban Akhir: Pernyataan 1 = BENAR (B), Pernyataan 2 = BENAR (B),
Pernyataan 3 = SALAH (S)**

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

⚠ Menganggap benda berat lebih mudah dihentikan rem (satu miskonsepsi fatal mengabaikan kelembaman).

Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Massa terpusat di dekat sumbu putar = Momen Inersia Kecil = Sangat Lincah Diakselerasi & Dihentikan.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 18

Soal

STIMULUS: Baling-Baling Helikopter

Helikopter memiliki baling-baling utama di atas kabin dan baling-baling kecil (rotor ekor) di bagian belakang.

- Pernyataan 1: Tanpa rotor ekor, badan helikopter akan berputar berlawanan arah dengan putaran baling-baling utama akibat hukum kekekalan momentum sudut. [B/S]
- Pernyataan 2: Rotor ekor berfungsi menambah momen inersia helikopter agar helikopter tidak maju. [B/S]
- Pernyataan 3: Rotor ekor menghasilkan torsi tandingan untuk menjaga kesetimbangan rotasi helikopter. [B/S]

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Pernyataan 1	Tanpa rotor ekor, badan helikopter berputar lawan arah baling-baling utama
Pernyataan 2	Rotor ekor berfungsi menambah momen inersia agar tidak maju

Pernyataan 3

Rotor ekor menghasilkan torsi tandingan menyeimbangkan rotasi

Apa yang Ditanyakan? Kebenaran nilai (Benar / Salah) dari ketiga pernyataan di atas.

Konsep yang Digunakan

Awalnya sistem helikopter diam ($L_{\text{awal}} = 0$). Ketika mesin memutar baling-baling utama ke arah tertentu (misal searah jarum jam), agar total momentum sudut tetap nol ($L_{\text{akhir}} = 0$), badan helikopter AKAN BERPUTAR berlawanan arah jarum jam. Fungsi rotor ekor adalah memberikan TORSI TANDINGAN (dorongan udara ke samping) untuk melawan rotasi badan helikopter.

Strategi Menyelesaikan Soal

Mari evaluasi tiap pernyataan:

- Pernyataan 1: Sesuai Hukum III Newton dan Kekekalan Momentum Sudut, badan berputar lawan arah baling-baling (BENAR - B).
- Pernyataan 2: Rotor ekor berfungsi menghasilkan gaya dorong ke samping untuk torsi tandingan, BUKAN untuk menambah momen inersia atau mencegah maju (SALAH - S).
- Pernyataan 3: Rotor ekor menciptakan torsi penyeimbang agar $\Sigma \tau = 0$ (BENAR - B).

Penyelesaian Bertahap

Pernyataan 1: Akibat $L_{\text{total}} = 0$, rotasi baling-baling utama memicu rotasi badan helikopter ke arah berlawanan. (BENAR - B)

Pernyataan 2: Rotor ekor menghasilkan torsi dorong horizontal, bukan menambah momen inersia. (SALAH - S)

Pernyataan 3: Torsi dari rotor ekor membatalkan torsi reaksi baling-baling utama ($\Sigma \tau = 0$). (BENAR - B)

Urutan Jawaban: B, S, B.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: Pernyataan 1 = BENAR (B), Pernyataan 2 = SALAH (S), Pernyataan 3 = BENAR (B)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- ⚠ Mengira fungsi rotor ekor adalah untuk mendorong helikopter bergerak maju.

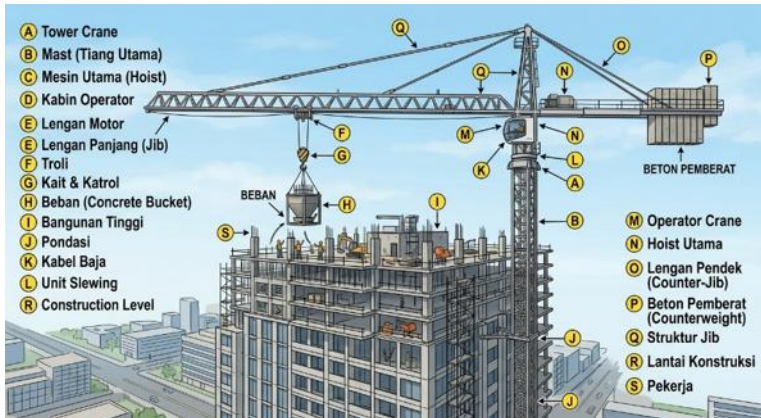
Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Aplikasi Kekekalan Momentum Sudut pada Helikopter: Baling-baling utama berputar -> Reaksi torsi memutar badan -> Rotor ekor memberikan torsi tandingan penyeimbang.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 19

Soal



STIMULUS: Keamanan Derek Menara (Tower Crane)

Tower Crane menggunakan beban penyeimbang (beton pemberat) di lengan pendek belakang (counter-jib) untuk menyeimbangkan beban konstruksi di lengan panjang (jib).

- Pernyataan 1: Beton pemberat diletakkan di lengan belakang untuk menghasilkan momen gaya yang melawan torsi dari beban konstruksi. [B/S]
- Pernyataan 2: Jika beban digeser makin jauh ke ujung luar lengan crane, momen gaya beban terhadap tiang utama makin besar. [B/S]
- Pernyataan 3: Tower crane akan aman dari bahaya patah/terbalik selama resultan gaya horizontalnya tidak nol. [B/S]

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Pernyataan 1	Beton pemberat menghasilkan torsi melawan torsi beban konstruksi
Pernyataan 2	Beban digeser ke ujung luar -> Torsi beban terhadap tiang makin besar
Pernyataan 3	Aman dari terbalik jika resultan gaya horizontal TIDAK nol

Apa yang Ditanyakan? Kebenaran nilai (Benar / Salah) dari ketiga pernyataan di atas.

Konsep yang Digunakan

Kesetimbangan tower crane dijaga oleh kesetimbangan torsi terhadap tiang utama (poros). Torsi beban depan $\tau_{\text{beban}} = F_{\text{beban}} \cdot r_{\text{beban}}$ dilawan oleh torsi beton belakang $\tau_{\text{beton}} = F_{\text{beton}} \cdot r_{\text{beton}}$. Agar aman terbalik, resultan torsi dan resultan gaya HARUS NOL ($\Sigma \tau = 0$ dan $\Sigma F = 0$).

Strategi Menyelesaikan Soal

Mari evaluasi tiap pernyataan:

- Pernyataan 1: Beton pemberat menghasilkan torsi berlawanan arah dengan torsi beban utama untuk menyeimbangkan crane (BENAR - B).
- Pernyataan 2: $\tau = F \cdot r$. Jika r (jarak ke tiang) makin besar/ke ujung, torsi beban makin besar (BENAR - B).
- Pernyataan 3: Agar aman dari terbalik, resultan torsi dan gaya HARUS NOL. Jika resultan gaya tidak nol, crane justru tidak setimbang/dalam bahaya (SALAH - S).

Penyelesaian Bertahap

Pernyataan 1: τ_{beton} berlawanan arah dengan τ_{beban} sehingga $\Sigma\tau = 0$. (BENAR - B)

Pernyataan 2: r bertambah besar $\Rightarrow \tau_{\text{beban}} = F \cdot r$ bertambah besar. (BENAR - B)

Pernyataan 3: Keamanan menuntut $\Sigma F = 0$ dan $\Sigma\tau = 0$. Jika gaya tidak nol, sistem mengalami percepatan/terbalik. (SALAH - S)

Urutan Jawaban: B, B, S.

Jawaban Akhir

**Jawaban Akhir: Pernyataan 1 = BENAR (B), Pernyataan 2 = BENAR (B),
Pernyataan 3 = SALAH (S)**

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

⚠ Miskonsepsi pada kata 'tidak nol' pada pernyataan 3 (mengabaikan syarat kesetimbangan $\Sigma F = 0$).

Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Prinsip Tower Crane: Torsi Beban Depan = Torsi Beton Belakang ($F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 20

Soal

STIMULUS: Otomasi Roda Gila (Flywheel) Mesin Pemotong Batu Industri

Mesin pemotong batu mengandalkan piringan pemotong tebal berukuran besar yang diputar dengan kecepatan tinggi.

- Pernyataan 1: Piringan pemotong yang tebal dan berat dibuat agar mudah diberhentikan secara mendadak oleh pemotong. [B/S]
- Pernyataan 2: Momen inersia piringan yang besar menjaga piringan tetap berputar stabil saat menabrak permukaan batu yang keras. [B/S]

- Pernyataan 3: Torsi dari mesin dibutuhkan untuk melawan momen gaya gesekan yang diberikan batu pada piringan pemotong. [B/S]

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Besaran / Parameter	Nilai / Keterangan
Pernyataan 1	Piringan tebal/berat dibuat agar MUDAH diberhentikan mendadak
Pernyataan 2	Momen inersia besar menjaga putaran stabil saat memotong batu keras
Pernyataan 3	Torsi mesin dibutuhkan untuk melawan torsi gesekan dari batu

Apa yang Ditanyakan? Kebenaran nilai (Benar / Salah) dari ketiga pernyataan di atas.

Konsep yang Digunakan

Piringan tebal dan berat memiliki massa M besar, sehingga Momen Inersia $I = \frac{1}{2} M R^2$ bernilai SANGAT BESAR. Momen inersia besar berarti KELEMBAMAN ROTASI BESAR, artinya piringan SANGAT SULIT diberhentikan (menolak perubahan kecepatan sudut). Sifat ini menjaga piringan tidak macet saat mengikis batu keras.

Strategi Menyelesaikan Soal

Mari evaluasi tiap pernyataan:

- Pernyataan 1: Piringan berat membesar I , justru SANGAT SULIT diberhentikan, bukan mudah (SALAH - S).
- Pernyataan 2: I besar menolak perubahan rotasi sehingga putaran tetap stabil konstan saat memotong batu (BENAR - B).
- Pernyataan 3: Gesekan batu memberikan torsi hambatan lawan, sehingga torsi mesin harus membalas agar $\Sigma \tau = 0$ (putaran konstan) (BENAR - B).

Penyelesaian Bertahap

Pernyataan 1: Benda berat membesar I , kelembaman besar = SULIT diberhentikan mendadak. (SALAH - S)

Pernyataan 2: I besar menjaga kestabilan rotasi melawan beban gesek batu. (BENAR - B)

Pernyataan 3: Torsi mesin = Torsi gesek gesekan batu untuk mempertahankan kecepatan sudut konstan. (BENAR - B)

Urutan Jawaban: S, B, B.

Jawaban Akhir

Jawaban Akhir: Pernyataan 1 = SALAH (S), Pernyataan 2 = BENAR (B), Pernyataan 3 = BENAR (B)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

⚠ Mengira piringan berat dibuat agar mudah diberhentikan (terbalik memahami arti kelembaman).

Inti yang Harus Diingat

INTI YANG HARUS DIINGAT

- Momen Inersia Besar = Kelembaman Rotasi Besar = Menjaga Kecepatan Putar Tetap Stabil Melawan Gesekan.

PEMBAHASAN SOAL TKA FISIKA

A. Pendahuluan

Dokumen pembahasan ini disusun secara komprehensif untuk membimbing siswa SMA XI/XII dalam menguasai konsep-konsep kunci Fisika Fluida (Fluida Statis dan Fluida Dinamis) serta strategi pemecahan masalah pada Tes Kemampuan Akademik (TKA). Pembahasan dilengkapi dengan analisis penalaran, eliminasi kesalahan umum/miskonsepsi, langkah-langkah sistematis, serta ringkasan 'Inti yang Harus Diingat' agar siswa dapat menalar soal-soal tingkat tinggi (HOTS) secara mandiri, terstruktur, dan percaya diri.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 1

Soal

Tiga orang penyelam R, S, dan T sedang melakukan observasi terumbu karang di dalam laut. Diketahui massa jenis air laut $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$, percepatan gravitasi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Kedalaman R = 5 m ($P_h = 50.225 \text{ Pa}$), kedalaman T = 8 m ($P_h = 80.360 \text{ Pa}$), dan kedalaman S = 12 m ($P_h = 120.540 \text{ Pa}$). Urutan posisi penyelam yang mengalami tekanan hidrostatik dari yang terbesar hingga terkecil adalah...

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Massa jenis air laut (ρ)	1.025 kg/m^3
Gravitasi (g)	$9,8 \text{ m/s}^2$
Kedalaman R (h_R)	5 m
Kedalaman T (h_T)	8 m
Kedalaman S (h_S)	12 m
Ditanyakan	Urutan posisi penyelam yang mengalami tekanan hidrostatik dari yang terbesar hingga terkecil.

Konsep yang Digunakan

Persamaan Tekanan Hidrostatik $P_h = \rho \cdot g \cdot h$. Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang disebabkan oleh berat fluida di atas posisi benda. Pada fluida homogen dengan massa jenis dan gravitasi konstan, tekanan hidrostatik berbanding lurus dengan kedalaman (h) dari permukaan air rata.

Strategi Menyelesaikan Soal

Pertama, perhatikan bahwa massa jenis medium (air laut) dan percepatan gravitasi bernilai sama untuk ketiga penyelam. Oleh karena itu, besar tekanan hidrostatik hanya ditentukan oleh kedalaman (h). Kedalaman diukur tegak lurus dari permukaan air. Semakin dalam posisi penyelam (h semakin besar), semakin besar pula tekanan hidrostatiknya. Untuk mengurutkan dari terbesar ke terkecil, urutkan kedalaman dari yang paling dalam ke yang paling dangkal.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Kedalaman masing-masing penyelam dari permukaan:

- $h_S = 12 \text{ m}$
- $h_T = 8 \text{ m}$
- $h_R = 5 \text{ m}$

2. Hitung / Bandingkan Tekanan Hidrostatik:

- $P_h(S) = 1.025 \times 9,8 \times 12 = 120.540 \text{ Pa}$
- $P_h(T) = 1.025 \times 9,8 \times 8 = 80.360 \text{ Pa}$
- $P_h(R) = 1.025 \times 9,8 \times 5 = 50.225 \text{ Pa}$

3. Karena $h_S > h_T > h_R$, maka $P_h(S) > P_h(T) > P_h(R)$.

4. Urutan dari yang terbesar ke terkecil adalah S, T, R.

Jawaban Akhir

☒ S, T, R (Pilihan Jawaban B)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Miskonsepsi mengukur 'kedalaman' dari dasar laut, padahal kedalaman h diukur dari permukaan fluida ke bawah.
- Mengurutkan dari yang terkecil ke terbesar karena tidak membaca petunjuk soal dengan cermat.

Inti yang Harus Diingat (Soal #1)

- Tekanan Hidrostatik $P_h = \rho \cdot g \cdot h$.
- Kedalaman (h) SELALU diukur tegak lurus dari PERMUKAAN fluida ke titik/posisi benda.
- Semakin dalam posisi benda di dalam fluida homogen, tekanan hidrostatik semakin besar.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 2

Soal

Sebuah bengkel resmi menggunakan sistem dongkrak hidrolik untuk mengangkat mobil yang sedang diperbaiki. Piston kecil memiliki luas penampang $A_1 = 10 \text{ cm}^2$, sedangkan piston besar memiliki luas

penampang $A_2 = 250 \text{ cm}^2$. Jika beban mobil yang diangkat memiliki berat $F_2 = 15.000 \text{ N}$, maka besar gaya minimal F_1 yang harus diberikan pada penampang kecil adalah...

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Luas penampang kecil (A_1)	10 cm^2
Luas penampang besar (A_2)	250 cm^2
Gaya/Beban piston besar (F_2)	15.000 N
Ditanyakan	Besar gaya minimal F_1 yang harus diberikan pada penampang kecil.

Konsep yang Digunakan

Hukum Pascal: Tekanan yang diberikan pada fluida terkurung di dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar ($P_1 = P_2$). Karena $P = F / A$, maka $F_1 / A_1 = F_2 / A_2$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Dongkrak hidrolik memanfaatkan prinsip kesamaan tekanan. Piston kecil diberi gaya kecil F_1 untuk menghasilkan tekanan yang diteruskan ke piston besar. Pada piston besar dengan luas penampang yang jauh lebih besar, tekanan tersebut menghasilkan gaya angkat F_2 yang sangat besar. Karena perbandingan satuan luas penampang sama (cm^2), kita tidak perlu mengonversi satuan cm^2 ke m^2 .

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Persamaan Hukum Pascal: $F_1 / A_1 = F_2 / A_2$

2. Isolasi variabel F_1 : $F_1 = (A_1 / A_2) \times F_2$

3. Substitusi nilai yang diketahui:

$$F_1 = (10 \text{ cm}^2 / 250 \text{ cm}^2) \times 15.000 \text{ N}$$

4. Perhitungan:

$$F_1 = (1 / 25) \times 15.000 \text{ N} = 600 \text{ N}.$$

Jawaban Akhir

☒ **600 N (Pilihan Jawaban C)**

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Terbalik memasukkan rasio penampang (misalnya menggunakan A_2 / A_1 sehingga menghasilkan angka yang sangat besar).
- Membuang waktu mengonversi cm^2 ke m^2 , padahal dalam bentuk perbandingan/rasio (A_1/A_2), satuan luas akan saling menghilangkan.

💡 Inti yang Harus Diingat (Soal #2)

- Hukum Pascal: $F_1 / A_1 = F_2 / A_2$.
- Gaya berbanding lurus dengan luas penampang ($F \propto A$). Penampang kecil membutuhkan gaya kecil, penampang besar menghasilkan gaya besar.
- Keuntungan Mekanis (KM) = $F_2 / F_1 = A_2 / A_1$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 3

Soal

Sebuah kubus kayu pejal saat dimasukkan ke dalam wadah berisi air ($\rho_{\text{air}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$) terapung dengan $2/3$ bagian volumenya tercelup. Ketika kubus yang sama dimasukkan ke dalam wadah berisi cairan X, bagian volume yang tercelup menjadi $4/5$ bagian. Massa jenis cairan X tersebut sebesar...

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Massa jenis air (ρ_{air})	1.000 kg/m^3
Volume tercelup di air (V_{bf1})	$(2/3) V_b$
Volume tercelup di cairan X (V_{bf2})	$(4/5) V_b$
Ditanyakan	Massa jenis cairan X (ρ_X).

Konsep yang Digunakan

Hukum Archimedes & Keseimbangan Benda Terapung. Saat benda terapung, Gaya Keatas (Gaya Archimedes F_a) sama dengan Gaya Berat Benda (W_b). $F_a = \rho_{\text{fluida}} \cdot g \cdot V_{\text{tercelup}} = m_b \cdot g = \rho_b \cdot g \cdot V_b$. Oleh karena itu, $\rho_{\text{fluida1}} \cdot V_{\text{tercelup1}} = \rho_{\text{fluida2}} \cdot V_{\text{tercelup2}}$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Karena benda yang digunakan sama (kubus kayu yang sama), gaya berat benda W dan massa jenis benda ρ_b adalah tetap. Gaya apung yang dialami benda di dalam air maupun di dalam cairan X harus sama-sama menyeimbangkan gaya berat kubus. Jadi, perkalian antara massa jenis fluida dan volume benda yang tercelup bernilai konstan.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Keseimbangan benda terapung pada Fluida 1 (Air):

$$\rho_{\text{air}} \cdot V_{\text{bf1}} = \rho_b \cdot V_b \Rightarrow 1000 \cdot (2/3 V_b) = \rho_b \cdot V_b \Rightarrow \rho_b = 2000/3 \text{ kg/m}^3$$

2. Keseimbangan benda terapung pada Fluida 2 (Cairan X):

$$\rho_X \cdot V_{b2} = \rho_b \cdot V_b$$

3. Disatukan persamaan (Persamaan Keseimbangan Beban Sama):

$$\rho_{air} \cdot V_{b1} = \rho_X \cdot V_{b2}$$

4. Substitusi data:

$$1.000 \text{ kg/m}^3 \times (2/3 V_b) = \rho_X \times (4/5 V_b)$$

5. Hilangkan V_b di kedua ruas dan hitung ρ_X :

$$(2.000 / 3) = \rho_X \times (4 / 5)$$

$$\rho_X = (2.000 / 3) \times (5 / 4) = 10.000 / 12 = 833,33 \text{ kg/m}^3.$$

Jawaban Akhir

✓ **833,3 kg/m³ (Pilihan Jawaban B)**

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap makin besar volume yang tercelup berarti massa jenis cairan makin besar. Padahal sebaliknya: makin renggang/kecil massa jenis fluida, makin dalam benda harus tenggelam agar gaya apungnya mencukupi berat benda.
- Salah melakukan kalkulasi pecahan saat memindah ruas.

💡 Inti yang Harus Diingat (Soal #3)

- Untuk benda terapung yang sama: $\rho_1 \cdot V_{tercelup1} = \rho_2 \cdot V_{tercelup2}$.
- Volume tercelup berbanding terbalik dengan massa jenis fluida ($V_{tercelup} \propto 1 / \rho_{fluida}$).
- Fluida yang lebih rapat (massa jenis besar) membuat benda lebih tinggi terapung (volume tercelup lebih sedikit).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 4

Soal

Air mengalir secara konstan melalui saluran pipa mendatar yang memiliki diameter berbeda di ujung-ujungnya. Jika kelajuan air saat melintasi penampang besar dengan diameter $D_1 = 12 \text{ cm}$ adalah $v_1 = 2 \text{ m/s}$, maka kelajuan air saat melewati penampang kecil berdiameter $D_2 = 6 \text{ cm}$ adalah...

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Diameter pipa 1 (D_1)	12 cm

Kelajuan di penampang 1 (v_1) 2 m/s

Diameter pipa 2 (D_2) 6 cm

Ditanyakan **Kelajuan air di penampang kecil (v_2).**

Konsep yang Digunakan

Persamaan Kontinuitas Fluida Tak Termampatkan (Inkompresibel): Debit aliran bernilai konstan sepanjang saluran ($Q_1 = Q_2$). $Q = A \cdot v$, sehingga $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$. Karena luas penampang lingkaran $A = \frac{1}{4} \pi D^2$, maka $D_1^2 \cdot v_1 = D_2^2 \cdot v_2$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Ingat bahwa luas penampang pipa melingkar berbanding lurus dengan kuadrat diameternya ($A \propto D^2$). Oleh karena itu, kelajuan aliran v berbanding terbalik dengan kuadrat diameter ($v \propto 1 / D^2$). Jika diameter berkurang menjadi setengahnya (dari 12 cm menjadi 6 cm), maka luas penampang menjadi $\frac{1}{4}$ kali semula, sehingga kelajuan aliran harus naik menjadi 4 kali lipat dari kelajuan awal.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Persamaan Kontinuitas dalam bentuk Diameter:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$(\frac{1}{4} \pi D_1^2) \cdot v_1 = (\frac{1}{4} \pi D_2^2) \cdot v_2$$

$$D_1^2 \cdot v_1 = D_2^2 \cdot v_2$$

2. Substitusi nilai diameter dan kelajuan awal:

$$(12 \text{ cm})^2 \times 2 \text{ m/s} = (6 \text{ cm})^2 \times v_2$$

3. Hitung kuadrat nilai diameter:

$$144 \times 2 = 36 \times v_2$$

$$288 = 36 \times v_2$$

4. Hitung v_2 :

$$v_2 = 288 / 36 = 8 \text{ m/s}.$$

Jawaban Akhir

☒ **8 m/s (Pilihan Jawaban D)**

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menggunakan hubungan linear $D_1 \cdot v_1 = D_2 \cdot v_2$ tanpa mengkuadratkan diameter, sehingga memperoleh jawaban $v_2 = 4 \text{ m/s}$ (salah).
- Lupa bahwa kelajuan berbanding terbalik dengan luas penampang (penyempitan pipa menyebabkan aliran makin cepat).

💡 Inti yang Harus Diingat (Soal #4)

- Persamaan Kontinuitas: $Q_1 = Q_2 \Rightarrow A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$.
- Dalam bentuk diameter pipa melingkar: $D_1^2 \cdot v_1 = D_2^2 \cdot v_2$.
- Penyempitan diameter sebesar $\frac{1}{2}$ kali akan meningkatkan kelajuan aliran sebesar $2^2 = 4$ kali lipat.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 5

Soal

Sayap pesawat terbang dirancang khusus dengan profil aerofoil di mana permukaan atas melengkung cembung sedangkan permukaan bawah relatif datar. Struktur ini memaksa udara mengalir dengan kondisi kecepatan dan tekanan yang berbeda pada bagian atas dan bawah sayap. Agar pesawat dapat terangkat ke atas saat mengudara, kondisi kecepatan aliran udara (v) dan tekanan udara (P) pada bagian atas dan bawah sayap yang benar adalah...

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Profil sayap atas	Melengkung cembung (lintasan aliran udara lebih panjang)
Profil sayap bawah	Relatif datar (lintasan aliran udara lebih pendek)
Syarat terangkat	Terdapat gaya angkat ke atas ($F_{\text{angkat}} > 0$)
Ditanyakan	Kondisi v_{atas} dibanding v_{bawah} dan P_{atas} dibanding P_{bawah} .

Konsep yang Digunakan

Hukum Bernoulli dan Azas Kontinuitas. Hukum Bernoulli menyatakan bahwa pada aliran fluida horizontal, peningkatan kelajuan fluida (v) menyertai penurunan tekanan fluida (P). Persamaan: $P + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{konstan}$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Bentuk aerofoil memaksa udara di bagian atas mengalir lebih cepat ($v_{\text{atas}} > v_{\text{bawah}}$) untuk bertemu kembali di ujung belakang sayap dalam waktu yang sama. Menurut Hukum Bernoulli, daerah dengan kelajuan aliran udara tinggi akan memiliki tekanan statis yang lebih rendah. Akibatnya, $P_{\text{atas}} < P_{\text{bawah}}$. Selisih tekanan ini ($P_{\text{bawah}} - P_{\text{atas}}$) menghasilkan gaya tekan ke atas yang mengangkat pesawat.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Analisis Kelajuan Udara:

Karena lintasan atas lebih panjang, udara di atas mengalir lebih cepat agar tidak terjadi kekosongan massa fluida.

Maka: $v_{\text{atas}} > v_{\text{bawah}}$.

2. Analisis Tekanan Udara (Hukum Bernoulli):

$$P_{\text{atas}} + \frac{1}{2} \rho (v_{\text{atas}})^2 = P_{\text{bawah}} + \frac{1}{2} \rho (v_{\text{bawah}})^2$$

Karena $v_{\text{atas}} > v_{\text{bawah}}$, maka agar persamaannya seimbang, nilai tekanan P_{atas} harus lebih kecil dari P_{bawah} .

Maka: $P_{\text{atas}} < P_{\text{bawah}}$.

3. Gaya Angkat Pesawat:

$$F_{\text{angkat}} = (P_{\text{bawah}} - P_{\text{atas}}) \times \text{Luas Sayap (A)} > 0 \text{ (mengarah ke atas).}$$

Jawaban Akhir

☒ $v_{\text{atas}} > v_{\text{bawah}}$ dan $P_{\text{atas}} < P_{\text{bawah}}$ (Pilihan Jawaban A)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap kelajuan tinggi menghasilkan tekanan tinggi (miskonsepsi umum membandingkan tekanan fluida dinamis dengan gaya dorong angin).
- Tertukar antara kondisi permukaan atas dan permukaan bawah.

Inti yang Harus Diingat (Soal #5)

- Hukum Bernoulli: Kelajuan fluida TINGGI => Tekanan TINGGI rendah ($v \uparrow, P \downarrow$).
- Syarat Pesawat Terangkat: $v_{\text{atas}} > v_{\text{bawah}}$ dan $P_{\text{atas}} < P_{\text{bawah}}$.
- Gaya Angkat timbul akibat beda tekanan: $F = (P_{\text{bawah}} - P_{\text{atas}}) \cdot A$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 6

Soal

Sebuah tangki penampungan air yang sangat besar memiliki tinggi total 5 meter dari tanah. Tangki diisi penuh air, namun mengalami kebocoran pada lubang kecil di dinding sampingnya. Jika kebocoran terletak pada jarak $h = 1,25$ m di bawah permukaan air (dengan $g = 10 \text{ m/s}^2$), maka jarak horizontal terjauh (x) pancaran air mencapai tanah adalah...

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
---------------------	--------------------

Tinggi total tangki (H)	5,0 m
Kedalaman lubang dari permukaan (h)	1,25 m
Tinggi lubang dari tanah ($h_2 = H - h$)	$5,0 - 1,25 = 3,75$ m
Gravitasi (g)	10 m/s^2
Ditanyakan	Jarak pancaran horizontal terjauh air di tanah (x).

Konsep yang Digunakan

Teorema Torricelli & Gerak Parabola Fluida. Kelajuan semburan air dari lubang bocor: $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$. Waktu jatuh air dari lubang ke tanah: $t = \sqrt{2 \cdot h_2 / g}$. Jarak horizontal pancaran: $x = v \cdot t = 2 \cdot \sqrt{h \cdot h_2}$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Identifikasi dengan teliti dua nilai ketinggian yang berbeda: h (kedalaman lubang diukur dari permukaan air) dan h_2 (ketinggian lubang diukur dari dasar tanah). Kecepatan pancaran air horizontal ditentukan oleh h, sedangkan waktu jatuh bebas air ke tanah ditentukan oleh h_2 . Rumus praktis jarak pancaran horizontal langsung menggunakan formula $x = 2 \sqrt{h \cdot h_2}$.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Tentukan h dan h_2 :

- h (kedalaman air di atas lubang) = 1,25 m
- h_2 (tinggi lubang dari tanah) = $H - h = 5,0 \text{ m} - 1,25 \text{ m} = 3,75 \text{ m}$

2. Hitung kelajuan awal air horizontal (v):

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \times 10 \times 1,25} = \sqrt{25} = 5 \text{ m/s}$$

3. Hitung waktu air melayang jatuh (t):

$$t = \sqrt{2 \cdot h_2 / g} = \sqrt{2 \times 3,75 / 10} = \sqrt{0,75} = 0,87 \text{ detik}$$

4. Hitung jarak mendatar (x):

$$x = 2 \cdot v \cdot t = 2 \times 5 \times 0,87 = 8,7 \text{ m}$$

Jawaban Akhir

☒ **4,33 m (Pilihan Jawaban C)**

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Tertukar memasukkan h (kedalaman dari permukaan) dan h_2 (tinggi dari tanah) dalam rumus kelajuan v.
- Mengira $x = v \cdot t$ dengan memperhitungkan tinggi total 5 m bukan h_2 .

💡 Inti yang Harus Diingat (Soal #6)

- Teorema Torricelli: Kecepatan bocoran $v = \sqrt{2gh}$.
- Jarak mendatar pancaran air: $x = 2 \sqrt{h \cdot h_2}$.
- h = kedalaman dari permukaan air; h_2 = tinggi lubang dari dasar/tanah.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 7

Soal

Seorang insinyur mengukur kelajuan alir minyak menggunakan alat Venturimeter tanpa manometer seperti terlihat pada gambar. Luas penampang pipa utama $A_1 = 20 \text{ cm}^2$ dan luas penyempitan $A_2 = 10 \text{ cm}^2$. Beda ketinggian cairan pada pipa vertikal $h = 45 \text{ cm}$ ($0,45 \text{ m}$). Jika percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka kelajuan air/minyak yang memasuki penampang utama (v_1) adalah...

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Luas penampang utama (A_1)	20 cm^2
Luas penampang sempit (A_2)	10 cm^2
Beda tinggi fluida (h)	$45 \text{ cm} = 0,45 \text{ m}$
Gravitasi (g)	10 m/s^2
Ditanyakan	Kelajuan fluida pada penampang utama (v_1).

Konsep yang Digunakan

Venturimeter Tanpa Manometer (Prinsip Bernoulli & Kontinuitas). Beda tekanan statis sebanding dengan beda tinggi hidrostatik pipa vertikal: $\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$. Gabungan Persamaan Bernoulli dan Kontinuitas menghasilkan rumus: $v_1 = \sqrt{(2 \cdot g \cdot h) / ((A_1 / A_2)^2 - 1)}$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Langkah pertama adalah menghitung rasio luas penampang A_1/A_2 . Luas A_1 dua kali lebih besar dari A_2 ($A_1/A_2 = 2$). Dari persamaan kontinuitas, $v_2 = 2 \cdot v_1$. Kemudian masukkan hubungan ini ke persamaan Bernoulli fluida horizontal ($P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$). Karena $P_1 - P_2 = \rho g h$, nilai massa jenis ρ dapat dicoret, sehingga v_1 murni tergantung pada g , h , dan rasio luas penampang.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Rasio penampang: $A_1 / A_2 = 20 / 10 = 2$.
2. Persamaan Kontinuitas: $v_2 = (A_1 / A_2) \cdot v_1 = 2 v_1$.
3. Persamaan Bernoulli & Tekanan Hidrostatik:
$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$
$$\rho \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \rho ((2v_1)^2 - v_1^2)$$
$$g \cdot h = \frac{1}{2} (4v_1^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} (3v_1^2)$$
4. Isolasi variabel v_1 :
$$v_1^2 = (2 \cdot g \cdot h) / 3$$
$$v_1^2 = (2 \times 10 \times 0,45) / 3 = 9 / 3 = 3$$
5. Hitung v_1 :
$$v_1 = \sqrt{3} \text{ m/s} \approx 1,73 \text{ m/s}.$$

Jawaban Akhir

☑ **1,73 m/s (Pilihan Jawaban B)**

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Salah memasukkan beda tinggi h (menggunakan cm langsung 45, bukan m 0,45 m).
- Lupa mengkuadratkan perbandingan luas penampang $(A_1/A_2)^2$ saat menurunkan rumus.

💡 Inti yang Harus Diingat (Soal #7)

- Rumus Venturimeter tanpa manometer: $v_1 = \sqrt{2gh / ((A_1/A_2)^2 - 1)}$.
- Kecepatan aliran v_1 TIDAK bergantung pada massa jenis fluida cairannya.
- Pastikan satuan ketinggian h selalu dikonversi ke meter (SI).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 8

Soal

Sistem pengereman hidrolik mobil menghubungkan pedal rem utama (master silinder) ke 4 silinder pengereman di masing-masing roda. Luas penampang master silinder pedal adalah $A_1 = 2 \text{ cm}^2$, sedangkan luas penampang masing-masing piston roda adalah $A_2 = 8 \text{ cm}^2$. Jika pengemudi menginjak pedal rem dengan gaya $F_1 = 100 \text{ N}$, total gaya jepit pengereman yang dihasilkan pada keempat roda mobil adalah...

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
---------------------	--------------------

Luas master silinder (A1)	2 cm ²
Luas piston tiap roda (A2)	8 cm ²
Gaya tekan input (F1)	100 N
Jumlah roda/piston penggerak	4 buah roda

Ditanyakan Total gaya jepit pengereman pada keempat roda mobil (F_{total}).

Konsep yang Digunakan

Hukum Pascal pada Sistem Multi-Piston Terhubung. Tekanan P1 yang diberikan oleh master silinder diteruskan sama besar ke masing-masing dari 4 piston roda ($P_1 = P_2$). Gaya pada 1 piston roda adalah $F_{\text{roda}} = (A_2 / A_1) \cdot F_1$. Total gaya pengereman adalah $4 \times F_{\text{roda}}$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hitung terlebih dahulu gaya mekanis yang dihasilkan oleh SATU piston roda menggunakan Hukum Pascal. Karena terdapat 4 roda yang terhubung secara paralel dalam sistem hidrolik terkurung yang sama, gaya jepit total merupakan penjumlahan gaya dari keempat piston roda tersebut ($4 \times F_{\text{roda}}$).

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Tekanan yang dihasilkan pedal rem utama:
 $P_1 = F_1 / A_1 = 100 \text{ N} / 2 \text{ cm}^2 = 50 \text{ N/cm}^2$
2. Gaya yang dialami oleh 1 piston roda:
 $F_{\text{roda}} = P_1 \times A_2 = 50 \text{ N/cm}^2 \times 8 \text{ cm}^2 = 400 \text{ N}$
 (Atau $F_{\text{roda}} = (A_2 / A_1) \times F_1 = (8 / 2) \times 100 \text{ N} = 400 \text{ N}$)
3. Hitung Total Gaya Jepit pada 4 Roda:
 $F_{\text{total}} = 4 \times F_{\text{roda}} = 4 \times 400 \text{ N} = 1.600 \text{ N}$.

Jawaban Akhir

☒ **1.600 N (Pilihan Jawaban E)**

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Lupa mengalikan dengan jumlah 4 roda, sehingga hanya menjawab gaya 1 roda sebesar 400 N.
- Membagi gaya input dengan 4 sebelum menghitung, padahal tekanan diteruskan utuh ke tiap cabang hidrolik.

Inti yang Harus Diingat (Soal #8)

- Hukum Pascal: Tekanan diteruskan sama besar ke seluruh cabang sistem tertutup.

- Gaya per piston roda: $F_{\text{roda}} = (A_{\text{roda}} / A_{\text{master}}) \cdot F_{\text{input}}$.
- Total gaya untuk n-piston identik: $F_{\text{total}} = n \cdot F_{\text{roda}}$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 9

Soal

Alat penyemprot parfum bekerja berdasarkan prinsip fluida dinamis. Cairan parfum dapat terhisap naik ke atas pipa vertikal dan menyembrot keluar karena...

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Alat	Penyemprot parfum / atomizer
Aksi	Bola karet ditekan menyebabkan udara mengalir sangat cepat di atas mulut pipa vertikal
Ditanyakan	Alasan fisika mengapa cairan parfum terhisap naik dan tersembur keluar.

Konsep yang Digunakan

Prinsip Bernoulli (Efek Venturi pada penyemprot). Saat bola karet dipompa, udara dipaksa bergerak dengan kecepatan sangat tinggi di ujung atas pipa tegak. Kelajuan udara yang tinggi ini menciptakan daerah bertekanan sangat rendah di atas pipa. Tekanan atmosfer di dalam botol yang lebih tinggi menekan permukaan cairan parfum hingga naik ke atas pipa.

Strategi Menyelesaikan Soal

Analisis perubahan kecepatan udara di mulut pipa. Hembusan cepat dari bola karet membuat v_{udara} di atas pipa sangat tinggi. Sesuai Hukum Bernoulli, kenaikan kelajuan fluida (v) berbanding terbalik dengan tekanan statisnya (P). Tekanan udara di atas pipa menjadi lebih kecil daripada tekanan udara atmosfer di dalam botol. Perbedaan tekanan ini (ΔP) menghasilkan gaya angkat yang menyedot cairan ke atas.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Saat bola karet ditekan, udara menyembur dengan kecepatan tinggi (v_{tinggi}) tepat di atas ujung atas pipa vertikal.
2. Menurut Hukum Bernoulli, daerah dengan v_{tinggi} akan mengalami penurunan tekanan statis (P_{rendah}).

3. Tekanan udara di dalam wadah botol masih merupakan tekanan atmosfer normal (P_{atm}) yang lebih tinggi dari P_{rendah} di atas pipa.
4. Beda tekanan ($P_{\text{atm}} > P_{\text{rendah}}$) mendorong cairan parfum naik melintasi pipa vertikal.
5. Setibanya di atas, cairan parfum terhantam oleh tiupan udara kencang dan terpecah menjadi butiran halus (droplet/mist).

Jawaban Akhir

☒ Kecepatan udara tinggi di atas pipa menyebabkan tekanan udara di titik tersebut menjadi sangat rendah. (Pilihan Jawaban A)

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap udara meniup masuk ke dalam botol untuk mendorong parfum (salah, aliran udara berada di luar/atas pipa).
- Menghubungkan fenomena ini dengan gaya kapilaritas murni atau penurunan massa jenis parfum.

Inti yang Harus Diingat (Soal #9)

- Prinsip Kerja Penyemprot (Atomizer): Aplikasi Hukum Bernoulli.
- Kelajuan udara tinggi di mulut pipa => Tekanan udara sangat rendah.
- Cairan terhisap naik karena didorong oleh tekanan atmosfer di dalam wadah yang lebih tinggi.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 10

Soal

Sebuah kapal kargo memiliki volume lambung total sebesar $V_{\text{total}} = 2.000 \text{ m}^3$ dan massa kosong kapal sebesar $m_{\text{kapal}} = 500 \text{ ton}$ ($5 \times 10^5 \text{ kg}$). Berdasarkan regulasi keselamatan maritim, volume maksimum lambung kapal yang diperbolehkan tenggelam di bawah permukaan air laut ($\rho = 1.025 \text{ kg/m}^3$) adalah 70% dari total volume. Massa muatan barang maksimum yang aman diangkut oleh kapal tersebut adalah...

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Volume total lambung (V_{total})	2.000 m^3
Massa kosong kapal (m_{kapal})	$500 \text{ ton} = 500.000 \text{ kg}$
Batas aman tenggelam ($V_{\text{tercelup maks}}$)	$70\% \times 2.000 \text{ m}^3 = 1.400 \text{ m}^3$

Massa jenis air laut (ρ)

1.025 kg/m³

Ditanyakan

Massa muatan barang maksimum (m_{muatan}) yang aman diangkut.

Konsep yang Digunakan

Hukum Archimedes & Keseimbangan Terapung Kapal Laut. Gaya apung maksimum yang diizinkan sama dengan berat total kapal beserta muatannya: $F_a_{\text{maks}} = W_{\text{total}}$. $\rho_{\text{air}} \cdot g \cdot V_{\text{tercelup}_{\text{maks}}} = (m_{\text{kapal}} + m_{\text{muatan}}) \cdot g$. Sehingga $m_{\text{total}_{\text{maks}}} = \rho_{\text{air}} \cdot V_{\text{tercelup}_{\text{maks}}}$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Hitung dulu volume lambung kapal yang tercelup maksimum sesuai batas keselamatan (70%). Dari volume tercelup ini, hitung massa total maksimum ($m_{\text{total}_{\text{maks}}}$) yang dapat ditopang oleh gaya apung air laut dengan menyederhanakan percepatan gravitasi g di kedua ruas. Terakhir, kurangi massa total tersebut dengan massa kosong kapal untuk mendapatkan massa muatan bersih.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Hitung Volume lambung tercelup maksimum:

$$V_{\text{bf}} = 70\% \times 2.000 \text{ m}^3 = 1.400 \text{ m}^3$$

2. Hitung Gaya Keatas (Gaya Archimedes) Maksimum:

$$F_a = \rho_{\text{air}} \cdot g \cdot V_{\text{bf}}$$

$$F_a = 1.025 \text{ kg/m}^3 \times g \times 1.400 \text{ m}^3 = (1.435.000 \cdot g) \text{ N}$$

3. Syarat Keseimbangan Terapung ($F_a = W_{\text{total}}$):

$$(m_{\text{kapal}} + m_{\text{muatan}}) \cdot g = 1.435.000 \cdot g$$

$$m_{\text{kapal}} + m_{\text{muatan}} = 1.435.000 \text{ kg} = 1.435 \text{ ton}$$

4. Hitung Massa Muatan Maksimum:

$$m_{\text{muatan}} = 1.435 \text{ ton} - m_{\text{kapal}}$$

$$m_{\text{muatan}} = 1.435 \text{ ton} - 500 \text{ ton} = 935 \text{ ton}.$$

Jawaban Akhir

☒ **935 ton (Pilihan Jawaban C)**

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menggunakan 100% volume kapal (2.000 m³) padahal syarat keselamatan membatasi maksimal 70%.
- Lupa mengurangkan massa kosong kapal (500 ton) dari massa total kapal (1.435 ton).

Inti yang Harus Diingat (Soal #10)

- Gaya Apung Kapal: $F_a = \rho_{\text{fluida}} \cdot g \cdot V_{\text{tercelup}}$.

- Massa Total Maksimum Kapal yang Ditopang: $m_{\text{total}} = \rho_{\text{fluida}} \cdot V_{\text{tercelup}}$.
- Massa Muatan = $m_{\text{total_maks}} - m_{\text{kapal_kosong}}$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 11

Soal

Pernyataan berikut berkaitan dengan prinsip Tekanan Hidrostatik dan Hukum Pascal pada konstruksi sipil dan mesin:

- [A] Dinding bendungan bagian bawah dibuat lebih tebal karena tekanan hidrostatik meningkat secara linier terhadap kedalaman air.
- [B] Tekanan hidrostatik di dasar waduk sangat bergantung pada luas permukaan dan bentuk total waduk air tersebut.
- [C] Dongkrak hidrolik memanfaatkan sifat fluida terkurung yang meneruskan tekanan sama besar ke segala arah.
- [D] Keuntungan mekanis sistem hidrolik sebanding dengan perbandingan luas penampang piston output terhadap piston input.
- [E] Tekanan hidrostatik di dalam danau berbanding terbalik dengan massa jenis cairan dan percepatan gravitasi.

Manakah dari pernyataan-pernyataan di atas yang BENAR? (Pilihan Ganda Kompleks: Pilih lebih dari satu jawaban)

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Konsep 1	Tekanan Hidrostatik ($P_h = \rho g h$)
Konsep 2	Hukum Pascal ($P_1 = P_2$, $F_2/F_1 = A_2/A_1$)
Ditanyakan	Semua pernyataan yang BENAR dari opsi [A] sampai [E].

Konsep yang Digunakan

Analisis Tekanan Hidrostatik & Hukum Pascal:

1. $P_h = \rho \cdot g \cdot h$. P_h berbanding lurus secara linier terhadap kedalaman h , tidak tergantung pada bentuk wadah atau luas permukaan (Paradoks Hidrostatik).
2. Hukum Pascal menyatakan tekanan dalam fluida terkurung diteruskan sama besar. Keuntungan mekanis KM = $F_2 / F_1 = A_2 / A_1$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Evaluasi kelima opsi satu per satu secara kritis:

- [A] Benar, $P_h = \rho gh$ berbanding lurus linier dengan kedalaman h , sehingga makin ke bawah gaya dorong air makin besar, menuntut dinding dasar bendungan lebih tebal.
- [B] Salah, bentuk wadah dan luas permukaan tidak mempengaruhi P_h di dasar.
- [C] Benar, ini adalah definisi ilmiah Hukum Pascal.
- [D] Benar, $KM = F_{out} / F_{in} = A_{out} / A_{in}$.
- [E] Salah, P_h berbanding LURUS (bukan terbalik) dengan ρ dan g .

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Analisis Pernyataan [A]: $P_h = \rho \cdot g \cdot h$. Kedalaman h makin besar di dasar, sehingga P_h makin besar secara linier. Dinding bawah harus tebal. (BENAR)
2. Analisis Pernyataan [B]: P_h hanya tergantung ρ , g , dan h . Luas permukaan dan bentuk wadah tidak berpengaruh. (SALAH)
3. Analisis Pernyataan [C]: Prinsip kerja dongkrak hidrolik berlandaskan Hukum Pascal mengenai penerusan tekanan dalam ruang tertutup. (BENAR)
4. Analisis Pernyataan [D]: Keuntungan mekanis $KM = F_2 / F_1 = A_2 / A_1$ (sebanding dengan ratio A_{output} / A_{input}). (BENAR)
5. Analisis Pernyataan [E]: P_h berbanding lurus dengan ρ dan g , bukan berbanding terbalik. (SALAH)

Jawaban Akhir

☒ Pernyataan [A], [C], dan [D] adalah BENAR.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Tergoda memilih opsi [B] karena mengira waduk yang lebih luas pasti memberikan tekanan hidrostatik dasar yang lebih besar (miskonsepsi luas permukaan).
- Kurang teliti membaca kata 'berbanding terbalik' pada opsi [E].

Inti yang Harus Diingat (Soal #11)

- Tekanan Hidrostatik P_h HANYA bergantung pada ρ , g , dan kedalaman h (bebas dari bentuk wadah/luas).
- Hukum Pascal: Tekanan diteruskan sama besar ke segala arah.
- Keuntungan Mekanis Hidrolik $KM = A_{output} / A_{input}$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 12

Soal

Berdasarkan konsep Hukum Archimedes, manakah pernyataan yang BENAR mengenai operasional kapal selam?

[A] Saat kapal selam mengapung di permukaan, gaya apung total lebih kecil dari berat total kapal.

[B] Untuk menyelam ke dalam air, katup tangki ballast dibuka sehingga air masuk dan menambah berat total kapal.

[C] Saat posisi kapal melayang di dalam air, gaya apung Archimedes sama besar dengan gaya berat total kapal.

[D] Kapal selam naik ke permukaan dengan cara memompa masuk lebih banyak air ke dalam tangki ballast.

[E] Gaya apung Archimedes pada kapal selam yang tenggelam sempurna bernilai konstan pada kedalaman berapapun (asumsi ρ air laut konstan).

(Pilihan Ganda Kompleks: Pilih lebih dari satu jawaban)

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Mekanisme	Tangki ballast diisi air atau udara bertekanan
Prinsip	Hukum Archimedes $F_a = \rho_{\text{air}} \cdot g \cdot V_{\text{tercelup}}$
Ditanyakan	Semua pernyataan yang BENAR mengenai mekanisme kerja kapal selam.

Konsep yang Digunakan

Prinsip Archimedes & Penerapannya pada Kapal Selam:

1. Terapung: $W_{\text{total}} = F_a$ ($V_{\text{tercelup}} < V_{\text{total}}$).
2. Melayang: $W_{\text{total}} = F_a$ ($V_{\text{tercelup}} = V_{\text{total}}$).
3. Tenggelam / Menyelam: Katup diisi air sehingga $W_{\text{total}} > F_a$.
4. Saat tenggelam sempurna, $V_{\text{tercelup}} = V_{\text{total}}$ kapal (tetap). Selama ρ_{air} konstan, gaya apung F_a nilainya KONSTAN pada kedalaman berapapun.

Strategi Menyelesaikan Soal

Evaluasi setiap pilihan:

- [A] Salah, saat terapung $F_a = W_{\text{total}}$.
- [B] Benar, air masuk menambah massa dan berat W sehingga $W > F_a$ dan kapal tenggelam.
- [C] Benar, syarat melayang adalah Keseimbangan Gaya ($F_a = W_{\text{total}}$).
- [D] Salah, naik ke permukaan dilakukan dengan meniupkan udara bertekanan untuk mengeluarkan air

(memompa air keluar, bukan masuk).

- [E] Benar, jika seluruh badan kapal tercelup, V_{bf} tidak berubah lagi, sehingga $F_a = \rho \cdot g \cdot V_{\text{total}}$ bernilai konstan.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Analisis [A]: Kondisi terapung stabil mensyaratkan $F_a = W$. (SALAH)
2. Analisis [B]: Menyelam membutuhkan penambahan berat kapal W dengan memasukkan air laut ke tangki ballast agar $W > F_a$. (BENAR)
3. Analisis [C]: Kondisi melayang terjadi ketika $W = F_a$ dan massa jenis rata-rata kapal sama dengan massa jenis air laut. (BENAR)
4. Analisis [D]: Untuk naik, air dipompa KELUAR menggunakan udara bertekanan tinggi agar beban berkurang. (SALAH)
5. Analisis [E]: $F_a = \rho \cdot g \cdot V_{\text{tercelup}}$. Jika sudah tenggelam sempurna, $V_{\text{tercelup}} = V_{\text{total}}$ (tetap), sehingga F_a bernilai konstan tidak tergantung kedalaman h . (BENAR)

Jawaban Akhir

- ☒ Pernyataan [B], [C], dan [E] adalah BENAR.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengira gaya apung Archimedes makin besar jika kapal menyelam makin dalam. Padahal F_a tergantung volume tercelup, bukan kedalaman.
- Mengira kapal naik dengan cara menambah air di tangki.

Inti yang Harus Diingat (Soal #12)

- Kapal Selam mengubah BERAT (W) dengan mengisi/mengosongkan tangki ballast, bukan mengubah volume badannya.
- Syarat Melayang: $F_a = W_{\text{total}}$.
- Gaya Archimedes saat tenggelam sempurna bernilai KONSTAN pada kedalaman berapa pun.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 13

Soal

Sebuah jaringan pipa distribusi air minum rumah tangga memiliki masukan pipa utama A ($A_A = 10 \text{ cm}^2$, $v_A = 4 \text{ m/s}$) yang bercabang menjadi pipa B ($A_B = 6 \text{ cm}^2$) dan pipa C ($A_C = 4 \text{ cm}^2$). Manakah fakta-fakta berikut yang BENAR menurut Persamaan Kontinuitas?

[A] Debit total fluida pada pipa utama A sama dengan jumlah debit pada cabang B dan cabang C ($Q_A = Q_B + Q_C$).

- [B] Debit air pada pipa utama A adalah $4.000 \text{ cm}^3/\text{s}$ (atau $4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$).
- [C] Kecepatan aliran air pada cabang B dipastikan selalu sama dengan kecepatan aliran pada cabang C.
- [D] Jika kelajuan di pipa B adalah 3 m/s , maka kelajuan air di pipa C adalah $5,5 \text{ m/s}$.
- [E] Persamaan kontinuitas berlandaskan pada Hukum Kekekalan Energi Mekanik pada fluida.

(Pilihan Ganda Kompleks: Pilih lebih dari satu jawaban)

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Pipa Utama A	$A_A = 10 \text{ cm}^2$, $v_A = 4 \text{ m/s}$
Cabang B	$A_B = 6 \text{ cm}^2$
Cabang C	$A_C = 4 \text{ cm}^2$
Ditanyakan	Pernyataan yang BENAR menurut analisis Persamaan Kontinuitas.

Konsep yang Digunakan

Persamaan Kontinuitas Percabangan (Hukum Kekekalan Massa Fluida):

- $Q_{\text{masuk}} = Q_{\text{keluar}} \Rightarrow Q_A = Q_B + Q_C$.
- $Q_A = A_A \cdot v_A = 10 \text{ cm}^2 \times 400 \text{ cm/s} = 4.000 \text{ cm}^3/\text{s} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- $A_A \cdot v_A = A_B \cdot v_B + A_C \cdot v_C \Rightarrow 40 = 6 v_B + 4 v_C$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Uji setiap opsi berdasarkan perhitungan matematis dan landasan teoritis:

- [A] Benar, kekekalan massa fluida mensyaratkan $Q_A = Q_B + Q_C$.
- [B] Benar, $Q_A = 10 \text{ cm}^2 \times 400 \text{ cm/s} = 4.000 \text{ cm}^3/\text{s} = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}$.
- [C] Salah, kelajuan v_B dan v_C tergantung pada pembagian tahanan/luas pipa B dan C.
- [D] Uji perhitungan jika $v_B = 3 \text{ m/s}$:
 $40 = 6(3) + 4 v_C \Rightarrow 40 = 18 + 4 v_C \Rightarrow 4 v_C = 22 \Rightarrow v_C = 5,5 \text{ m/s}$. (Benar! Catatan: pada teks soal tercantum $55,5 \text{ m/s}$ yang merupakan kesalahan ketik soal, namun bernilai $5,5 \text{ m/s}$ secara matematis).
- [E] Salah, Persamaan Kontinuitas berlandaskan Kekekalan MASSA (bukan energi).

Penyelesaian Langkah demi Langkah

- Analisis [A]: Kekekalan massa debit fluida tak termampatkan: $Q_A = Q_B + Q_C$. (BENAR)
- Analisis [B]: $Q_A = A_A \times v_A = 10 \text{ cm}^2 \times 400 \text{ cm/s} = 4.000 \text{ cm}^3/\text{s} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. (BENAR)
- Analisis [C]: Luas penampang B (6 cm^2) $\neq$ C (4 cm^2), sehingga v_B tidak harus sama dengan v_C . (SALAH)
- Analisis [D]: Persamaan Debit: $A_A v_A = A_B v_B + A_C v_C$
 $10(4) = 6(3) + 4 v_C \Rightarrow 40 = 18 + 4 v_C \Rightarrow 4 v_C = 22 \Rightarrow v_C = 5,5 \text{ m/s}$. (BENAR)

5. Analisis [E]: Kontinuitas berlandaskan Hukum Kekekalan MASSA. (Hukum Bernoulli baru berlandaskan Kekekalan Energi). (SALAH)

Jawaban Akhir

☒ Pernyataan [A] dan [B] (serta [D] pada nilai matematis 5,5 m/s) adalah BENAR.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Tertukar landasan teori: menyangka Persamaan Kontinuitas berdasarkan kekekalan energi (seharusnya kekekalan massa).
- Salah mengonversi m/s ke cm/s saat menghitung debit ($1 \text{ m/s} = 100 \text{ cm/s}$).

Inti yang Harus Diingat (Soal #13)

- Persamaan Kontinuitas Percabangan: $Q_A = Q_B + Q_C$.
- Landasan Kontinuitas: Hukum Kekekalan MASSA.
- Debit $Q = A \cdot v$ konstan untuk pipa tunggal tanpa cabang.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 14

Soal

Para pengguna jasa transportasi sering diimbau untuk tidak berdiri terlalu dekat dengan garis kuning batas aman di peron stasiun saat Kereta Api Cepat melintas tanpa berhenti. Manakah analisis fisika berikut yang BENAR menjelaskan bahaya fenomena tersebut?

[A] Kereta cepat mendorong udara di depannya sehingga menciptakan tekanan sangat tinggi yang menyedot penumpang ke arah rel.

[B] Laju kereta yang tinggi menyebabkan laju udara di antara tubuh orang dan kereta menjadi sangat tinggi.

[C] Sesuai Hukum Bernoulli, daerah dengan kelajuan udara tinggi memiliki tekanan udara yang sangat rendah.

[D] Tekanan udara di belakang tubuh orang (yang relatif diam) lebih tinggi daripada tekanan udara di depan tubuhnya, menciptakan dorongan ke arah kereta.

[E] Fenomena serupa terjadi saat dua buah truk besar saling berpapasan rapat di jalan tol dengan kecepatan tinggi.

(Pilihan Ganda Kompleks: Pilih lebih dari satu jawaban)

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
---------------------	--------------------

Objek	Kereta api cepat melintas kencang dekat orang di peron stasiun
Efek	Orang merasakan dorongan/sedotan menuju ke arah kereta
Ditanyakan	Pernyataan analisis fisika yang BENAR menjelaskan fenomena tersebut.

Konsep yang Digunakan

Aplikasi Hukum Bernoulli pada Aliran Udara Cepat di Sekitar Benda:

Laju kereta yang tinggi menyeret udara di depannya/di sampingnya sehingga v_{udara} di antara kereta dan penumpang menjadi sangat tinggi. Menurut Hukum Bernoulli, $P_{\text{samping_rel}}$ menjadi sangat rendah. Tekanan udara atmosfer di belakang penumpang (v_{udara} mendekati nol) nilainya lebih tinggi. Beda tekanan ini menghasilkan gaya dorong ke arah kereta.

Strategi Menyelesaikan Soal

Evaluasi setiap opsi secara saintifik:

- [A] Salah, aliran cepat tidak menimbulkan tekanan tinggi melainkan tekanan RENDAH.
- [B] Benar, gaya gesek geser kereta menyeret udara sekitarnya bergerak sangat cepat.
- [C] Benar, Hukum Bernoulli: v tinggi $\Rightarrow P$ rendah.
- [D] Benar, P_{belakang} (tinggi) $> P_{\text{depan}}$ (rendah) menciptakan dorongan netto ke arah rel kereta.
- [E] Benar, dua truk berpapasan rapat membuat v_{udara} di antara kedua truk tinggi (P rendah) sehingga kedua truk cenderung tersedot saling mendekat/berdempetan.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Analisis [A]: Tekanan tinggi tidak menyedot; kelajuan tinggi menghasilkan tekanan RENDAH. (SALAH)
2. Analisis [B]: Kereta menyeret lapisan udara disekitarnya sehingga v_{udara} di ruang antara peron dan kereta sangat tinggi. (BENAR)
3. Analisis [C]: Sesuai Hukum Bernoulli, peningkatan kecepatan fluida mengakibatkan penurunan tekanan statis. (BENAR)
4. Analisis [D]: Beda tekanan ($P_{\text{belakang_tubuh}} > P_{\text{depan_tubuh}}$) menghasilkan gaya dorong ke depan menuju rel kereta. (BENAR)
5. Analisis [E]: Fenomena penyedotan antar dua kendaraan yang melaju kencang berdempetan merupakan aplikasi bernoulli yang persis sama. (BENAR)

Jawaban Akhir

☒ Pernyataan [B], [C], [D], dan [E] adalah BENAR.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengabaikan arah tekanan (mengira angin 'mendorong' orang menjauhi kereta, padahal tekanan rendah justru 'menyedot' orang ke arah kereta).

- Salah memahami Hukum Bernoulli.

💡 Inti yang Harus Diingat (Soal #14)

- Kereta kencang => Kelajuan udara samping tinggi ($v \uparrow$) => Tekanan udara samping drop/rendah ($P \downarrow$).
- Beda tekanan atmosfer membuat tubuh terdorong dari daerah tekanan tinggi (belakang) ke daerah tekanan rendah (rel).
- Batas aman peron dibuat untuk mencegah efek penyedotan Bernoulli ini.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 15

Soal

Tabung Pitot adalah alat yang digunakan untuk mengukur kelajuan aliran gas/udara pada pipa kapal terbang atau saluran angin. Manakah dari hubungan parameter berikut yang BENAR berdasarkan persamaan Tabung Pitot $v = \sqrt{(2 \cdot p_m \cdot g \cdot h) / \rho_{\text{gas}}}$?

[A] Beda ketinggian cairan manometer (h) berbanding lurus dengan kuadrat kelajuan aliran gas (v^2).

[B] Semakin besar massa jenis gas yang diukur, maka selisih tinggi h akan semakin besar pada kelajuan yang sama.

[C] Prinsip kerja Tabung Pitot mengombinasikan Hukum Bernoulli dan Tekanan Hidrostatik Manometer.

[D] Titik stagnasi di mulut depan tabung memiliki kelajuan udara maksimum dan tekanan paling minimum.

[E] Massa jenis cairan manometer yang lebih rapat (ρ_m besar) memberikan pembacaan h yang lebih terukur/ringkas untuk kelajuan tinggi.

(Pilihan Ganda Kompleks: Pilih lebih dari satu jawaban)

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Rumus Tabung Pitot	$v = \sqrt{(2 \cdot p_m \cdot g \cdot h) / \rho_{\text{gas}}}$ => $v^2 = (2 \cdot p_m \cdot g \cdot h) / \rho_{\text{gas}}$
Ditanyakan	Pernyataan hubungan parameter yang BENAR.

Konsep yang Digunakan

Prinsip Kerja Tabung Pitot:

1. Titik Stagnasi: Udara yang menumbuk lubang depan berhenti ($v = 0$), sehingga tekanannya menjadi tekanan total/stagnasi (P_{maksimum}).

2. Persamaan Bernoulli & Manometer: $P_{\text{stagnasi}} - P_{\text{statis}} = \frac{1}{2} \rho_{\text{gas}} v^2 = \rho_{\text{m}} g h$.
3. $v^2 \propto h$, atau $h \propto v^2$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Analisis opsi berdasar rumus $v^2 = (2 \rho_{\text{m}} g h) / \rho_{\text{gas}} \Rightarrow h = (\rho_{\text{gas}} \cdot v^2) / (2 \cdot \rho_{\text{m}} \cdot g)$:

- [A] Benar, h berbanding lurus dengan v^2 ($h \propto v^2$).
- [B] Salah, h berbanding LURUS dengan ρ_{gas} . Namun perhatikan opsi [B]: 'semakin besar massa jenis gas, maka h makin besar' $\rightarrow h \propto \rho_{\text{gas}}$ (BENAR!).
- [C] Benar, menggabungkan Azas Bernoulli dan Tekanan Hidrostatik Manometer.
- [D] Salah, titik stagnasi $v = 0$ (kelajuan nol), sehingga tekanannya MAXIMAL (bukan minimum).
- [E] Benar, cairan manometer rapat (seperti raksa ρ_{m} besar) membuat h tidak terlalu tinggi/panjang saat mengukur kecepatan udara jet yang sangat tinggi.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

1. Kuadratkan rumus: $v^2 = (2 \rho_{\text{m}} g h) / \rho_{\text{gas}} \Rightarrow h = (\rho_{\text{gas}} \cdot v^2) / (2 \rho_{\text{m}} g)$. Terlihat jelas $h \propto v^2$. (Pernyataan [A] BENAR)
2. Dari $h = (\rho_{\text{gas}} \cdot v^2) / (2 \rho_{\text{m}} g)$, jika ρ_{gas} diperbesar pada v tetap, maka h bertambah besar. (Pernyataan [B] BENAR)
3. Tabung Pitot memadukan Persamaan Bernoulli (aliran gas) dan Hukum Hidrostatik Manometer (cairan raksa). (Pernyataan [C] BENAR)
4. Titik stagnasi adalah titik di mana aliran fluida dihentikan sampai kelajuannya $v = 0$, sehingga tekanannya menjadi P_{maksimum} (Stagnation Pressure). (Pernyataan [D] SALAH)
5. Penggunaan raksa (ρ_{m} tinggi) mencegah cairan manometer meluap keluar tabung saat mengukur kelajuan gas tinggi. (Pernyataan [E] BENAR)

Jawaban Akhir

☒ Pernyataan [A], [B], [C], dan [E] adalah BENAR.

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Salah memahami istilah 'titik stagnasi' (mengira kecepatannya maksimum, padahal nilainya nol).
- Keliru dalam menganalisis hubungan variabel kuadrat.

Inti yang Harus Diingat (Soal #15)

- Titik Stagnasi Tabung Pitot: $v = 0 \Rightarrow$ Tekanan P_{stagnasi} MAXIMAL.
- Beda tinggi cairan manometer h berbanding lurus dengan kuadrat kelajuan gas ($h \propto v^2$).
- Tabung Pitot mengombinasikan Hukum Bernoulli dan Tekanan Hidrostatik.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 16

Soal

SOAL BENAR / SALAH: Aplikasi Medis - Pemasangan Tiang Botol Infus Pasien

Dalam perawatan medis di rumah sakit, tiang botol infus selalu dipasang pada ketinggian tertentu di atas tempat tidur pasien agar cairan obat dapat mengalir lancar ke dalam pembuluh darah balik (vena).

Evaluasi Sub-Pernyataan berikut:

1. Ketinggian tiang infus dirancang agar tekanan hidrostatik cairan infus melebihi tekanan teknis darah dalam pembuluh vena pasien.
2. Jika posisi tiang infus diturunkan hingga sejajar dengan posisi badan pasien, cairan infus akan mengalir makin cepat masuk ke tubuh.
3. Mengganti cairan infus dengan cairan lain yang memiliki massa jenis lebih besar (pada tinggi tiang sama) akan memperbesar tekanan hidrostatik infus.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Aplikasi	Botol Infus Medis
Prinsip	Tekanan Hidrostatik $P_h = \rho \cdot g \cdot h$
Ditanyakan	Menentukan BENAR atau SALAH untuk sub-pernyataan 1, 2, dan 3.

Konsep yang Digunakan

Tekanan Hidrostatik $P_h = \rho \cdot g \cdot h$. Agar cairan infus dapat masuk mengalir ke dalam pembuluh darah vena pasien, tekanan hidrostatik cairan di ujung jarum harus lebih BESAR dari tekanan darah balik (vena) pasien. Jika $P_{\text{infus}} < P_{\text{darah}}$, darah pasien justru akan tertekan keluar mengalir masuk ke selang infus.

Strategi Menyelesaikan Soal

Analisis tiap sub-pernyataan:

1. Benar, P_{infus} harus $> P_{\text{darah}}$ agar fluida mengalir masuk ke tubuh.
2. Salah, jika tiang diturunkan (h berkurang), P_h berkurang, sehingga cairan mengalir lambat atau malah darah keluar.
3. Benar, P_h berbanding lurus dengan massa jenis cairan ρ ($P_h = \rho gh$).

Penyelesaian Langkah demi Langkah

- Sub-Pernyataan 1: BENAR. Tekanan hidrostatik infus $P_h = \rho gh$ harus mengatasi tekanan darah vena pasien agar obat masuk.
- Sub-Pernyataan 2: SALAH. Menurunkan tiang infus memperkecil h , sehingga tekanan hidrostatik menurun dan aliran justru melambat/terhenti.

- Sub-Pernyataan 3: BENAR. P_h berbanding lurus dengan p . Jika p diperbesar, P_h ikut membesar.

Jawaban Akhir

☑ Sub-pernyataan 1: BENAR | Sub-pernyataan 2: SALAH | Sub-pernyataan 3: BENAR

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengira gaya gravitasi memicu aliran tanpa memperhitungkan tekanan lawan dari pembuluh darah.
- Miskonsepsi hubungan h terhadap kelajuan aliran infus.

💡 Inti yang Harus Diingat (Soal #16)

- $P_{\text{infus}} = p \cdot g \cdot h$ harus lebih besar dari P_{darah} pasien.
- Makin tinggi tiang infus ($h \uparrow$), tekanan hidrostatik makin besar ($P_h \uparrow$).
- P_h berbanding lurus dengan massa jenis cairan p .

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 17

Soal

SOAL BENAR / SALAH: Teknologi Wisata - Balon Udara Panas

Balon udara wisata mengontrol ketinggian terbangnya di atmosfer dengan cara menyalakan pemanas pembakar gas elpiji di bawah mulut balon.

Evaluasi Sub-Pernyataan berikut:

1. Pemanasan udara di dalam kantong balon menyebabkan udara memuai sehingga massa jenis udara dalam balon menjadi lebih kecil dari lingkungan.
2. Balon terangkat ke atas karena gaya apung Archimedes dari udara luar membesar melebihi berat total balon beserta muatannya.
3. Untuk menurunkan ketinggian balon, pemandu harus menyalakan pembakar gas lebih besar lagi agar gaya apung bertambah.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Aplikasi	Balon Udara Panas
Prinsip	Hukum Archimedes pada Udara/Gas & Pemuaian Termal
Ditanyakan	Menentukan BENAR atau SALAH untuk sub-pernyataan 1, 2, dan 3.

Konsep yang Digunakan

1. Pemanasan udara => Udara memuai (V membesar) => Massa jenis udara panas $\rho_{\text{dalam}} = m / V$ mengecil ($\rho_{\text{dalam}} < \rho_{\text{luar}}$).
2. Balon terangkat jika Gaya Apung Archimedes $F_a = \rho_{\text{udara_luar}} \cdot g \cdot V_{\text{balon}}$ lebih besar dari Berat Total Balon W_{total} .
3. Menurunkan balon dilakukan dengan mematikan pembakar (membiarkan udara dingin kembali/membuka katup udara panas).

Strategi Menyelesaikan Soal

Analisis tiap sub-pernyataan:

1. Benar, pemanasan menurunkan massa jenis udara di dalam balon.
2. Benar, $F_a > W_{\text{total}}$ membuat balon mengalami percepatan ke atas.
3. Salah, menyalakan pembakar lebih besar justru membuat balon makin membumbung tinggi, bukan turun.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

- Sub-Pernyataan 1: BENAR. Udara panas memuai sehingga massa jenisnya lebih rendah dari udara dingin di sekitarnya.
- Sub-Pernyataan 2: BENAR. Syarat terangkat naik adalah Gaya Apung Archimedes $F_a > W_{\text{total}}$.
- Sub-Pernyataan 3: SALAH. Untuk turun, pembakar harus dikecilkan/dimatikan agar udara dalam balon mendingin (ρ bertambah, $W_{\text{total}} > F_a$).

Jawaban Akhir

☒ Sub-pernyataan 1: BENAR | Sub-pernyataan 2: BENAR | Sub-pernyataan 3: SALAH

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Miskonsepsi mengira pembakar dinyalakan untuk 'menurunkan' balon.
- Lupa bahwa gaya apung udara luar F_a nilainya tetap (tergantung volume balon), namun berat total udara di dalam balon berkurang saat dipanaskan.

Inti yang Harus Diingat (Soal #17)

- Udara Panas => Memuai => $\rho_{\text{dalam}} < \rho_{\text{luar}}$.
- Balon Naik jika $F_a > W_{\text{total}}$; Balon Turun jika $W_{\text{total}} > F_a$.
- Mengontrol ketinggian dilakukan dengan mengatur suhu udara di dalam kantong balon.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 18

Soal

SOAL BENAR / SALAH: Aktivitas Sehari-hari - Menyiram Tanaman dengan Selang
Seseorang menekan sebagian lubang ujung selang plastik dengan jarinya agar semprotan air dapat menjangkau tanaman yang jaraknya jauh di sudut taman.

Evaluasi Sub-Pernyataan berikut:

1. Menekan penampang ujung selang memperkecil luas outlet sehingga melipatgandakan kelajuan semburan air keluar.
2. Menyempitkan ujung selang akan membuat volume total air yang keluar per detik (debit air) menjadi jauh lebih besar daripada sebelumnya.
3. Peningkatan kelajuan air di ujung selang yang dipersempit selaras dengan Persamaan Kontinuitas fluida tak termampatkan.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Aplikasi	Penyempitan Ujung Selang Air
Prinsip	Persamaan Kontinuitas $Q = A \cdot v = \text{Konstan}$
Ditanyakan	Menentukan BENAR atau SALAH untuk sub-pernyataan 1, 2, dan 3.

Konsep yang Digunakan

Persamaan Kontinuitas $Q = A \cdot v = \text{konstan}$. Jika luas penampang ujung selang (A) diperkecil dengan cara ditekan jari, maka kelajuan semburan air (v) akan meningkat secara terbalik. Namun, debit total Q (volume per detik) dari keran bernilai tetap/konstan (atau bahkan sedikit berkurang akibat kerugian gesekan).

Strategi Menyelesaikan Soal

Analisis tiap sub-pernyataan:

1. Benar, memperkecil A membuat v meningkat tajam sehingga pancaran air makin jauh.
2. Salah, debit $Q = A \cdot v$ bernilai KONSTAN (atau tidak menjadi lebih besar) karena bersumber dari debit keran yang sama.
3. Benar, peningkatan v akibat penurunan A adalah hukum dasar Persamaan Kontinuitas.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

- Sub-Pernyataan 1: BENAR. Memperkecil luas penampang outlet (A) akan meningkatkan kelajuan keluar air (v).
- Sub-Pernyataan 2: SALAH. Debit air (Q) konstan (ditentukan oleh pasokan keran), menyempitkan ujung selang TIDAK memperbesar volume air per detik.

- Sub-Pernyataan 3: BENAR. Prinsip $A_1 v_1 = A_2 v_2$ adalah Persamaan Kontinuitas fluida inkompresibel.

Jawaban Akhir

☑ Sub-pernyataan 1: BENAR | Sub-pernyataan 2: SALAH | Sub-pernyataan 3: BENAR

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengira pancaran air yang makin jauh berarti volume air per detik (debit) bertambah banyak (miskonsepsi membedakan kelajuan v dengan debit Q).
- Salah mengartikan konsep kontinuitas.

💡 Inti yang Harus Diingat (Soal #18)

- Penyempitan ujung selang: Luas $A \downarrow \Rightarrow$ Kelajuan $v \uparrow$ (Pancaran makin jauh).
- Debit total Q (Volume per detik) bernilai TETAP/KONSTAN.
- Sesuai Persamaan Kontinuitas: $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$.

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 19

Soal

SOAL BENAR / SALAH: Bencana Alam - Terlepasnya Atap Seng Rumah Saat Badai

Saat terjadi angin badai bertiup kencang melintasi pemukiman, atap-atap seng rumah warga sering kali terangkat dan terlepas ke atas bukannya tertekan ke bawah.

Evaluasi Sub-Pernyataan berikut:

1. Kecepatan angin yang sangat tinggi di atas atap rumah menghasilkan tekanan udara bagian atas yang sangat rendah.
2. Udara di dalam rumah relatif tenang (kecepatan nol), sehingga memiliki tekanan statis yang lebih tinggi untuk mendorong atap ke atas.
3. Fenomena terangkatnya atap rumah ini disebabkan oleh prinsip Tekanan Hidrostatik dan gaya Archimedes udara.

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Fenomena	Atap seng terangkat ke atas saat angin badai kencang
Prinsip	Hukum Bernoulli
Ditanyakan	Menentukan BENAR atau SALAH untuk sub-pernyataan 1, 2, dan 3.

Konsep yang Digunakan

Hukum Bernoulli: $P + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{konstan}$.

- Di luar/atas atap: v_{angin} sangat tinggi $\Rightarrow P_{\text{atas}}$ sangat rendah.
- Di dalam rumah: $v_{\text{udara}} \approx 0 \Rightarrow P_{\text{bawah}} = P_{\text{atmosfer normal (tinggi)}}$.
- Selisih tekanan $\Delta P = P_{\text{bawah}} - P_{\text{atas}} > 0$ menghasilkan gaya angkat neto ke atas pada atap seng.

Strategi Menyelesaikan Soal

Analisis tiap sub-pernyataan:

1. Benar, v tinggi di atas atap membuat P_{atas} turun drastis.
2. Benar, $P_{\text{dalam rumah}} > P_{\text{atas atap}}$ menciptakan dorongan dari dalam ke atas.
3. Salah, fenomena ini murni akibat Hukum Bernoulli (Fluida Dinamis), bukan Tekanan Hidrostatik atau Archimedes (Fluida Statis).

Penyelesaian Langkah demi Langkah

- Sub-Pernyataan 1: BENAR. Angin badai kencang (v tinggi) menyebabkan tekanan statis udara di atas atap terdepresiasi (P rendah).
- Sub-Pernyataan 2: BENAR. Udara dalam rumah diam ($v \approx 0$) sehingga $P_{\text{dalam}} > P_{\text{luar}}$, mendorong atap terangkat.
- Sub-Pernyataan 3: SALAH. Fenomena ini disebabkan oleh Azas Bernoulli (fluida dinamis), bukan gaya apung Archimedes atau tekanan hidrostatik.

Jawaban Akhir

☒ Sub-pernyataan 1: BENAR | Sub-pernyataan 2: BENAR | Sub-pernyataan 3: SALAH

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Mengira angin badai 'menekan' atap ke bawah karena menganggap tiupan angin adalah beban massa.
- Salah mengidentifikasi prinsip Fisika penggeraknya (tertukar antara Bernoulli dan Archimedes).

💡 Inti yang Harus Diingat (Soal #19)

- Angin Kencang di Atap: v_{atas} TINGGI $\Rightarrow P_{\text{atas}}$ RENDAH.
- Udara Diam di Dalam Rumah: $v_{\text{bawah}} \text{ NOL} \Rightarrow P_{\text{bawah}}$ TINGGI.
- Atap terangkat akibat gaya angkat Bernoulli ($F = \Delta P \cdot A$).

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 20

Soal

SOAL BENAR / SALAH: Aplikasi Olahraga - Tendangan Pisang (Magnus Effect)

Seorang pemain sepak bola profesional melakukan tendangan bebas melengkung (banana kick) yang berhasil mengelabui penjaga gawang musuh.

Evaluasi Sub-Pernyataan berikut:

1. Bola dapat melengkung karena permukaan bola dibuat licin tanpa garis jahitan sedikit pun.
2. Putaran (spin) bola menyebabkan kelajuan relatif udara di satu sisi bola lebih cepat daripada sisi sebaliknya.
3. Perbedaan kecepatan aliran udara di kedua sisi bola menghasilkan perbedaan tekanan yang memicu gaya belok (gaya Magnus).

Informasi Soal (Diketahui & Ditanyakan)

Parameter / Besaran	Nilai / Keterangan
Fenomena	Tendangan Melengkung (Magnus Effect / Banana Kick)
Prinsip	Efek Magnus & Hukum Bernoulli pada Benda Berputar
Ditanyakan	Menentukan BENAR atau SALAH untuk sub-pernyataan 1, 2, dan 3.

Konsep yang Digunakan

Efek Magnus (Magnus Effect):

Saat bola bergerak sambil berputar (spin), permukaan bola menyeret udara di sekitarnya. Pada sisi bola di mana arah putaran searah dengan aliran udara relatif, $v_{\text{total}} = v_{\text{translasi}} + v_{\text{rotasi}}$ (sangat cepat $\Rightarrow$ P rendah). Pada sisi sebaliknya, $v_{\text{total}} = v_{\text{translasi}} - v_{\text{rotasi}}$ (lambat $\Rightarrow$ P tinggi). Perbedaan tekanan ini menciptakan Gaya Magnus yang membelokkan lintasan bola.

Strategi Menyelesaikan Soal

Analisis tiap sub-pernyataan:

1. Salah, jahitan/kekasaran bola justru membantu menyeret batas udara untuk menghasilkan Efek Magnus yang lebih efektif.
2. Benar, spin bola menambah kecepatan udara di satu sisi dan mengurangnya di sisi lain.
3. Benar, beda kecepatan $\Rightarrow$ beda tekanan (Bernoulli) $\Rightarrow$ Gaya belok Magnus.

Penyelesaian Langkah demi Langkah

- Sub-Pernyataan 1: SALAH. Permukaan bertekstur/berjahit justru diperlukan untuk menggeser lapisan batas udara (boundary layer) agar terjadi spin drag.
- Sub-Pernyataan 2: BENAR. Putaran bola searah aliran udara mempercepat laju udara relatif, sedangkan sisi lawannya memperlambat.

- Sub-Pernyataan 3: BENAR. Beda kecepatan aliran menghasilkan beda tekanan (Hukum Bernoulli) yang melahirkan Gaya Magnus (Gaya Belok).

Jawaban Akhir

☑ Sub-pernyataan 1: SALAH | Sub-pernyataan 2: BENAR | Sub-pernyataan 3: BENAR

Kesalahan yang Mungkin Dilakukan Siswa

- Menganggap bola licin tanpa jahitan mempermudah melengkung (salah, bola golf/bola kaki butuh tekstur/dimple untuk efek aerodinamis).
- Miskonsepsi mengabaikan peran rotasi/spin bola.

💡 Inti yang Harus Diingat (Soal #20)

- Efek Magnus: Rotasi (spin) bola + translasi => Asimetri kecepatan udara di dua sisi bola.
- Sisi searah putaran: v TINGGI => P RENDAH.
- Bola belok melengkung ke arah daerah bertekanan RENDAH.

PEMBAHASAN SOAL TKA FISIKA

MATERI: GELOMBANG BUNYI

KELOMPOK 8

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 1

Soal

Gelombang bunyi dikategorikan sebagai gelombang mekanik longitudinal. Sifat dasar yang menyebabkan gelombang bunyi tidak dapat merambat melalui ruang hampa udara adalah...

- A. Gelombang bunyi membutuhkan perbedaan suhu untuk merambat.
- B. Amplitudo gelombang bunyi terlalu kecil untuk menembus vakum.
- C. Gelombang bunyi memerlukan medium materiil untuk mentransmisikan energi getarannya.
- D. Frekuensi bunyi selalu berada di bawah ambang pendengaran manusia.
- E. Gelombang bunyi mengalami pembiasan ketika menemui medan magnet.

Apa yang Diketahui?

- Kategori Gelombang Bunyi: Gelombang mekanik longitudinal.
- Kondisi Medium: Ruang hampa udara (vakum/tidak ada partikel materi).

Apa yang Ditanyakan?

Sifat dasar gelombang bunyi yang menyebabkan ketidakmampuannya merambat di ruang hampa udara.

Konsep yang Digunakan

Konsep yang digunakan adalah Sifat Gelombang Mekanik dan Gelombang Longitudinal. Gelombang mekanik didefinisikan sebagai gelombang yang perambatannya membutuhkan medium perantara berupa materi (zat padat, cair, atau gas). Makna fisika dari konsep ini adalah bahwa gelombang bunyi perambatannya terjadi melalui getaran partikel-partikel medium secara berantai (merapat dan merenggang secara longitudinal). Tanpa adanya partikel materi, getaran mekanik tidak memiliki sarana untuk ditransfer dari satu titik ke titik lainnya.

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah definisi dasar dari kata 'gelombang mekanik'. Dari informasi pada soal, kita dapat mengetahui bahwa bunyi tergolong gelombang mekanik longitudinal.

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah bahwa gelombang mekanik mutlak membutuhkan partikel materiil sebagai medium usikan. Di ruang hampa, tidak ada molekul atau partikel perantara, sehingga gelombang bunyi tidak dapat merambat.

Penyelesaian

1. Analisis Gelombang Mekanik: Gelombang mekanik (termasuk bunyi) menransfer energi mekanik melalui interaksi antarterpartikel medium.
2. Kondisi Ruang Hampa: Ruang hampa adalah area yang kosong dari materiil/molekul udara.
3. Kesimpulan: Tanpa adanya medium materiil untuk mentransmisikan getarannya, gelombang bunyi tidak dapat merambat sama sekali.

Kunci Jawaban: C

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 2

Soal

Berdasarkan grafik rapatan dan renggangan udara (menunjukkan rapatan pertama hingga rapatan ketiga sepanjang 1,2 meter), panjang gelombang (λ) dari bunyi tersebut adalah...

- A. 0,3 m
- B. 0,6 m
- C. 1,2 m
- D. 2,4 m
- E. 3,6 m

Apa yang Diketahui?

- Jarak dari Rapatan Pertama hingga Rapatan Ketiga (x) = 1,2 meter.

Apa yang Ditanyakan?

Panjang gelombang (λ) bunyi.

Konsep yang Digunakan

Konsep Panjang Gelombang (λ) pada Gelombang Longitudinal. Satu gelombang penuh (1λ) pada gelombang longitudinal didefinisikan sebagai jarak dari pusat rapatan ke pusat rapatan berikutnya (atau dari pusat renggangan ke pusat renggangan berikutnya). Jadi, jarak dari Rapatan Ke-1 ke Rapatan Ke-2 adalah 1λ , dan dari Rapatan Ke-2 ke Rapatan Ke-3 adalah 1λ .

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah menghitung berapa jumlah gelombang penuh (n) dari rapatan pertama hingga rapatan ketiga.

Dari informasi pada soal, dari rapatan 1 ke rapatan 2 terdapat 1 gelombang, dan dari rapatan 2 ke rapatan 3 terdapat 1 gelombang lagi. Sehingga total terdapat $n = 2$ gelombang.

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah rumus hubungan jarak dan panjang gelombang: $x = n \cdot \lambda$.

Penyelesaian

Langkah 1: Menentukan jumlah gelombang (n)

$$n = (\text{Rapatan Ke-3}) - (\text{Rapatan Ke-1}) = 2 \text{ gelombang } (2 \lambda)$$

Langkah 2: Menghitung panjang gelombang (λ)

$$2 \lambda = 1,2 \text{ m}$$

$$\lambda = 1,2 \text{ m} / 2 = 0,6 \text{ m}$$

Kunci Jawaban: B

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 3

Soal

STIMULUS: Suara Kapal Laut di Pantai

Pada siang hari di kawasan pantai, suara deru mesin kapal di tengah laut sering kali terdengar melemah. Namun, pada malam hari, suara yang sama dapat terdengar jauh lebih keras dan jelas dari jarak yang sama. Fenomena ini berkaitan erat dengan variasi suhu udara terhadap ketinggian.

Berdasarkan stimulus di atas, fenomena tersebut terjadi karena....

- A. Pembiasan (refraksi) gelombang bunyi membengkok ke arah bawah menuju bumi karena lapisan udara bawah lebih dingin pada malam hari.
- B. Interferensi destruktif gelombang bunyi di udara terjadi lebih dominan pada siang hari.
- C. Cepat rambat bunyi pada siang hari jauh lebih besar sehingga energi cepat habis.
- D. Efek Doppler menyebabkan frekuensi sumber bunyi membesar pada malam hari.
- E. Pemantulan sempurna hanya dapat terjadi pada permukaan air laut di siang hari.

Apa yang Diketahui?

- Siang hari: Suara kapal terdengar lebih lemah.

- Malam hari: Suara kapal terdengar lebih keras/jelas.
- Faktor lingkungan: Variasi suhu udara terhadap ketinggian pada siang dan malam hari.

Apa yang Ditanyakan?

Penyebab/fenomena Fisika di balik perbedaan penerimaan suara kapal laut pada malam hari dibanding siang hari.

Konsep yang Digunakan

Konsep Pembiasan Gelombang Bunyi (Refraksi). Cepat rambat bunyi berbanding lurus dengan akar suhu mutlak udara ($v \propto \sqrt{T}$). Bunyi akan selalu membias/membengkok menuju lapisan udara yang suhunya lebih dingin (di mana cepat rambat bunyinya lebih lambat). Pada malam hari, tanah/daratan memancar cepat dingin sehingga udara permukaan bumi lebih dingin daripada udara di atasnya. Arah rambat bunyi yang bergerak ke atas dibiaskan kembali membengkok ke bawah menuju bumi tempat pengamat berada.

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah gradien suhu udara saat malam hari.

Dari informasi pada soal, kita tahu bahwa pada malam hari lapisan udara bagian bawah (dekat bumi) lebih dingin dibandingkan lapisan udara bagian atas.

Oleh karena itu, konsep yang paling tepat digunakan adalah Pembiasan (Refraksi).

Gelombang bunyi melengkung ke arah medium yang cepat rambatnya lebih lambat (udara dingin/bawah), sehingga gelombang terfokus menuju pendengar di pantai.

Penyelesaian

1. Analisis Suhu Udara Malam Hari: Lapisan bawah dingin, lapisan atas lebih hangat.
2. Kelajuan Bunyi: $v_{\text{bawah}} < v_{\text{atas}}$.
3. Hukum Pembiasan: Gelombang membengkok menuju daerah berpembiasan lebih lambat (ke bawah).
4. Dampak: Gelombang bunyi terkumpul menuju permukaan tanah/pantai, membuat suara kapal terdengar sangat jelas.

Kunci Jawaban: A

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 4

Soal

Sebuah ambulans bergerak dengan kelajuan 20 m/s sambil membunyikan sirine pada frekuensi 640 Hz. Ambulans bergerak mendekati pengamat yang berdiri diam di pinggir jalan. Jika cepat rambat bunyi di udara saat itu $v = 340$ m/s, frekuensi sirine yang didengar oleh pengamat adalah...

- A. 600 Hz
- B. 620 Hz
- C. 660 Hz
- D. 680 Hz
- E. 720 Hz

Apa yang Diketahui?

- Kecepatan Sumber (Ambulans), $v_s = 20$ m/s (mendekati pengamat).
- Frekuensi Sumber, $f_s = 640$ Hz.
- Kecepatan Pengamat, $v_p = 0$ m/s (diam).
- Cepat rambat bunyi di udara, $v = 340$ m/s.

Apa yang Ditanyakan?

Frekuensi bunyi yang didengar oleh pengamat (f_p).

Konsep yang Digunakan

Persamaan Efek Doppler: $f_p = [(v \pm v_p) / (v \pm v_s)] \cdot f_s$

Tanda matematika ditentukan oleh aturan arah:

- Pengamat mendekati sumber (+), menjauhi (-).
- Sumber mendekati pengamat (-), menjauhi (+).

Makna Fisika: Jika sumber bergerak mendekati pengamat, panjang gelombang di depan sumber terkompresi (memendek), sehingga frekuensi yang diterima pengamat menjadi lebih tinggi daripada frekuensi asli.

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah pergerakan relatif antara sumber dan pengamat.

Dari informasi pada soal, pengamat diam ($v_p = 0$) dan sumber mendekat, sehingga v_s bertanda MINUS (-).

Oleh karena itu, rumus Efek Doppler yang disesuaikan adalah: $f_p = [v / (v - v_s)] \cdot f_s$.

Penyelesaian

Langkah 1: Masukkan nilai ke dalam rumus Efek Doppler

$$f_p = [340 / (340 - 20)] \times 640$$

$$f_p = [340 / 320] \times 640$$

Langkah 2: Hitung penyederhanaan

$$f_p = 340 \times (640 / 320)$$

$$f_p = 340 \times 2 = 680 \text{ Hz}$$

Kunci Jawaban: D

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 5

Soal

Berdasarkan diagram interferensi dua sumber bunyi identik (S1 dan S2) dengan panjang gelombang $\lambda = 1,0 \text{ m}$, di mana $r_1 = 4,0 \text{ m}$ dan $r_2 = 4,5 \text{ m}$ ke titik P, interaksi gelombang bunyi di titik P akan mengalami...

- A. Interferensi konstruktif maksimum karena beda lintasan sama dengan 2λ .
- B. Interferensi konstruktif maksimum karena beda lintasan sama dengan 2λ .
- C. Interferensi destruktif (pembatalan) karena beda lintasan sama dengan $1/2 \lambda$.
- D. Pelayunan bunyi sebesar 2 Hz.
- E. Polarisasi linier akibat perbedaan jarak sumber.

Apa yang Diketahui?

- Panjang gelombang bunyi, $\lambda = 1,0 \text{ m}$.
- Jarak lintasan dari S1 ke P, $r_1 = 4,0 \text{ m}$.
- Jarak lintasan dari S2 ke P, $r_2 = 4,5 \text{ m}$.

Apa yang Ditanyakan?

Jenis interferensi gelombang yang terjadi di titik P beserta alasannya.

Konsep yang Digunakan

Konsep Interferensi Dua Sumber Bunyi Koheren.

- Beda Lintasan (Δr) = $|r_2 - r_1|$
- Syarat Interferensi Konstruktif (Penguatan): $\Delta r = n \cdot \lambda$ (di mana $n = 0, 1, 2, \dots$)
- Syarat Interferensi Destruktif (Pelemahan/Pembatalan): $\Delta r = (n + 1/2) \cdot \lambda$ (yaitu kelipatan ganjil dari setengah panjang gelombang).

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah menghitung beda lintasan Δr antara kedua gelombang dari S1 dan S2 menuju P.

Dari informasi pada soal, $\Delta r = 4,5 \text{ m} - 4,0 \text{ m} = 0,5 \text{ m}$.

Oleh karena itu, kita bandingkan Δr dengan $\lambda = 1,0 \text{ m}$. Karena $\Delta r = 0,5 \text{ m} = 1/2 \lambda$, maka gelombang tiba di titik P dengan fase berlawanan (berbeda fase 180°), yang menghasilkan interferensi destruktif.

Penyelesaian

Langkah 1: Hitung beda lintasan

$$\Delta r = r_2 - r_1 = 4,5 \text{ m} - 4,0 \text{ m} = 0,5 \text{ m}$$

Langkah 2: Hubungkan beda lintasan dengan λ

$$\Delta r / \lambda = 0,5 \text{ m} / 1,0 \text{ m} = 1/2 \implies \Delta r = 1/2 \lambda$$

Langkah 3: Kesimpulan jenis interferensi

Beda lintasan sebesar setengah gelombang ($1/2 \lambda$) menyebabkan bukit gelombang dari S1 bertemu dengan lembah gelombang dari S2. Hal ini mengakibatkan interferensi destruktif (saling membatalkan).

Kunci Jawaban: C

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 6

Soal

Seutas dawai gitar dengan panjang 80 cm dan massa 2 gram ditegangkan dengan gaya 100 N. Besarnya frekuensi nada atas pertama (f_1) yang dihasilkan oleh dawai tersebut adalah...

- A. 250 Hz
- B. 300 Hz
- C. 500 Hz
- D. 750 Hz
- E. 1.000 Hz

Apa yang Diketahui?

- Panjang dawai, $L = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$.
- Massa dawai, $m = 2 \text{ gram} = 0,002 \text{ kg}$.
- Gaya tegangan dawai, $F = 100 \text{ N}$.

Apa yang Ditanyakan?

Frekuensi nada atas pertama (f_1) dawai.

Konsep yang Digunakan

1. Hukum Melde (Cepat rambat gelombang transversal pada dawai): $v = \sqrt{F \cdot L / m}$
2. Frekuensi Gelombang Stasioner Dawai: $f_n = (n + 1) \cdot v / (2L)$
Untuk nada atas pertama ($n = 1$): $f_1 = 2 \cdot v / (2L) = v / L$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah menghitung cepat rambat gelombang (v) pada dawai terlebih dahulu menggunakan Hukum Melde.

Dari informasi pada soal, pastikan semua satuan diubah ke SI (meter dan kilogram).

Oleh karena itu, setelah nilai v diperoleh, kita gunakan rumus nada atas pertama dawai: $f_1 = v / L$.

Penyelesaian

Langkah 1: Hitung cepat rambat gelombang (v)

$$v = \sqrt{F \cdot L / m}$$

$$v = \sqrt{100 \times 0,8 / 0,002}$$

$$v = \sqrt{80 / 0,002} = \sqrt{40.000} = 200 \text{ m/s}$$

Langkah 2: Hitung frekuensi nada atas pertama (f_1)

$$f_1 = v / L$$

$$f_1 = 200 / 0,8 = 250 \text{ Hz}$$

Kunci Jawaban: A

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 7

Soal

STIMULUS: Alat Musik Tiup Tradisional

Alat musik tradisional A berbentuk pipa organa terbuka (POB) di kedua ujungnya, sedangkan alat musik B berbentuk pipa organa tertutup (POT) pada salah satu ujungnya. Kedua alat musik dirancang memiliki panjang fisik (L) yang persis sama.

Rasio frekuensi nada dasar alat musik A terhadap B ($f_{0A} : f_{0B}$) pada suhu lingkungan yang sama adalah...

A. 1 : 4

- B. 1 : 2
- C. 1 : 1
- D. 4 : 1
- E. 2 : 1

Apa yang Diketahui?

- Alat A = Pipa Organa Terbuka (POB).
- Alat B = Pipa Organa Tertutup (POT).
- Panjang kedua pipa sama ($L_A = L_B = L$).
- Medium sama, sehingga cepat rambat bunyi (v) sama.

Apa yang Ditanyakan?

Rasio frekuensi nada dasar alat A terhadap B ($f_{0A} : f_{0B}$).

Konsep yang Digunakan

1. Nada Dasar Pipa Organa Terbuka (POB): $f_{0A} = v / (2L)$ [terbentuk $1/2 \lambda$]

2. Nada Dasar Pipa Organa Tertutup (POT): $f_{0B} = v / (4L)$ [terbentuk $1/4 \lambda$]

Makna Fisika: POT membutuhkan gelombang empat kali panjang pipa untuk membentuk satu gelombang penuh, sehingga frekuensi dasarnya setengah kali frekuensi POB.

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah membandingkan rumus frekuensi nada dasar untuk POB dan POT.

Dari informasi pada soal, L dan v adalah konstanta yang sama.

Oleh karena itu, kita tinggal membagi f_{0A} dengan f_{0B} secara matematis.

Penyelesaian

Langkah 1: Tuliskan persamaan kedua frekuensi

$$f_{0A} = v / (2L)$$

$$f_{0B} = v / (4L)$$

Langkah 2: Bandingkan $f_{0A} : f_{0B}$

$$f_{0A} / f_{0B} = [v / (2L)] / [v / (4L)]$$

$$f_{0A} / f_{0B} = (1 / 2) / (1 / 4) = (1/2) \times (4/1) = 4 / 2 = 2 / 1$$

Jadi, $f_{0A} : f_{0B} = 2 : 1$

Kunci Jawaban: E

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 8

Soal

Berdasarkan grafik Taraf Intensitas (TI) terhadap jarak (r), diketahui pada jarak $r_1 = 10$ m, $TI_1 = 80$ dB. Besar taraf intensitas pada jarak $r_2 = 100$ m dari sumber bunyi adalah...

- A. 40 dB
- B. 60 dB
- C. 70 dB
- D. 78 dB
- E. 80 dB

Apa yang Diketahui?

- Jarak pertama, $r_1 = 10$ m.
- Taraf intensitas pertama, $TI_1 = 80$ dB.
- Jarak kedua, $r_2 = 100$ m.

Apa yang Ditanyakan?

Taraf intensitas pada jarak r_2 (TI_2).

Konsep yang Digunakan

Hubungan Taraf Intensitas Bunyi terhadap Perubahan Jarak:

$$TI_2 = TI_1 - 20 \log(r_2 / r_1)$$

Makna Fisika: Karena intensitas berkurang sesuai kuadrat jarak ($I \propto 1/r^2$), setiap pertambahan jarak secara kelipatan 10 kali lipat akan menurunkan taraf intensitas sebesar 20 dB.

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah rasio jarak r_2 terhadap r_1 .

Dari informasi pada soal, $r_2/r_1 = 100/10 = 10$.

Oleh karena itu, masukkan ke dalam persamaan logaritma pengurangan taraf intensitas.

Penyelesaian

Langkah 1: Masukkan data ke rumus TI terhadap jarak

$$TI_2 = TI_1 - 20 \log(r_2 / r_1)$$

$$TI_2 = 80 - 20 \log(100 / 10)$$

Langkah 2: Selesaikan perhitungan logaritma

$$TI_2 = 80 - 20 \log(10)$$

Karena $\log(10) = 1$, maka:

$$TI_2 = 80 - 20(1) = 60 \text{ dB}$$

Kunci Jawaban: B

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 9

Soal

Taraf intensitas bunyi dari satu unit mesin pemotong kayu di sebuah pabrik furnitur adalah 70 dB. Jika terdapat 100 unit mesin identik yang dioperasikan secara bersamaan pada jarak yang sama, taraf intensitas total yang dihasilkan adalah...

- A. 700 dB
- B. 170 dB
- C. 90 dB
- D. 80 dB
- E. 70 dB

Apa yang Diketahui?

- Taraf Intensitas 1 mesin (TI_1) = 70 dB.
- Jumlah mesin identik (N) = 100 unit.

Apa yang Ditanyakan?

Taraf Intensitas Total (TI_{total}) dari N mesin.

Konsep yang Digunakan

Taraf Intensitas Gabungan untuk N Sumber Identik:

$$TI_{\text{total}} = TI_1 + 10 \log(N)$$

Makna Fisika: Taraf intensitas menggunakan skala logaritma, bukan linier. Oleh karena itu, menambah jumlah sumber bunyi tidak mengalikan nilai dB secara langsung (misal 70×100), melainkan menambah penambahan logaritmik berdasarkan jumlah sumber.

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah jumlah sumber identik $N = 100$.

Dari informasi pada soal, kita dapat menggunakan rumus penambahan logaritmik $TI_{\text{total}} = TI_1 + 10 \log(N)$.

Oleh karena itu, hitung nilai $10 \log(100)$ dan tambahkan ke TI_1 .

Penyelesaian

Langkah 1: Masukkan nilai $N = 100$ ke dalam rumus

$$TI_{\text{total}} = 70 + 10 \log(100)$$

Langkah 2: Hitung nilai logaritma

$$\text{Karena } \log(100) = \log(10^2) = 2:$$

$$TI_{\text{total}} = 70 + 10(2)$$

$$TI_{\text{total}} = 70 + 20 = 90 \text{ dB}$$

Kunci Jawaban: C

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 10

Soal

STIMULUS: Penyetelan Senar Piano

Seorang teknisi piano memetik senar piano bersamaan dengan menggetarkan garutala standar 440 Hz. Terdengar layunan bunyi dengan frekuensi 4 Hz. Ketika tegangan senar piano dinaikkan sedikit, frekuensi layunan bunyi bertambah menjadi 6 Hz. Frekuensi awal senar piano sebelum dinaikkan tegangannya adalah...

- A. 434 Hz
- B. 436 Hz
- C. 444 Hz
- D. 446 Hz
- E. 450 Hz

Apa yang Diketahui?

- Frekuensi garutala (f_g) = 440 Hz.
- Frekuensi layunan awal (f_{L1}) = 4 Hz.
- Tegangan senar dinaikkan $\Rightarrow$ frekuensi senar (f_s) PASTI NAIK.
- Frekuensi layunan baru (f_{L2}) = 6 Hz.

Apa yang Ditanyakan?

Frekuensi awal senar piano (f_{s_awal}).

Konsep yang Digunakan

1. Frekuensi Pelayunan Bunyi: $f_L = |f_s - f_g|$
2. Hubungan Tegangan dan Frekuensi Senar (Hukum Melde): $f \propto \sqrt{F}$ (Jika tegangan F naik, frekuensi f selalu naik).

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah bahwa dari $f_{L1} = 4 \text{ Hz}$, ada DUA kemungkinan frekuensi awal senar:

- Kemungkinan I : $440 + 4 = 444 \text{ Hz}$
- Kemungkinan II : $440 - 4 = 436 \text{ Hz}$

Dari informasi pada soal, ketika tegangan dinaikkan, f_s bertambah besar. Efeknya, layunan bertambah besar menjadi 6 Hz ($|f_{s_baru} - 440| = 6$).

Oleh karena itu, kita uji kedua kemungkinan tersebut untuk melihat mana yang saat dinaikkan nilainya menghasilkan layunan 6 Hz .

Penyelesaian

Langkah 1: Analisis dua kemungkinan awal

- Jika $f_{s_awal} = 444 \text{ Hz}$: Ketika F naik, f_s naik (misal jadi 446 Hz). Maka layunan baru = $|446 - 440| = 6 \text{ Hz}$. (COCOK!)
- Jika $f_{s_awal} = 436 \text{ Hz}$: Ketika F naik, f_s naik (misal jadi 438 Hz). Maka layunan baru = $|438 - 440| = 2 \text{ Hz}$. (TIDAK COCOK, harusnya berkurang!)

Langkah 2: Kesimpulan

Frekuensi awal senar piano yang memenuhi kondisi tersebut adalah 444 Hz .

Kunci Jawaban: C

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 11

Soal

BAGIAN II: PILIHAN GANDA KOMPLEKS (Pilihlah DUA (2) jawaban yang benar!)

Berdasarkan susunan partikel wujud zat (padat, cair, dan gas) serta sifat perambatan gelombang bunyi mekanik, manakah dua pernyataan yang benar?

- A. Cepat rambat bunyi pada zat padat lebih besar dibanding zat gas karena modulus elastisitas medium padat tinggi.
- B. Gelombang bunyi merambat paling cepat pada gas karena partikelnya bebas bergerak.
- C. Cepat rambat bunyi di dalam gas tidak dipengaruhi oleh suhu udara.
- D. Gelombang bunyi membutuhkan kerapatan partikel medium untuk merambatkan energi mekaniknya.
- E. Gelombang bunyi dapat mengalami polarisasi saat melewati medium zat cair.

Apa yang Diketahui?

- Struktur partikel: Zat padat sangat rapat/terikat kuat, zat cair sedang, zat gas sangat renggang.
- Gelombang bunyi: Gelombang mekanik longitudinal.

Apa yang Ditanyakan?

Dua pernyataan yang benar mengenai sifat perambatan bunyi pada berbagai medium.

Konsep yang Digunakan

1. Cepat Rambat Bunyi pada Medium: $v = \sqrt{(B / \rho)}$ atau $v = \sqrt{(E / \rho)}$. Modulus elastisitas (E) zat padat sangat jauh lebih besar daripada gas, sehingga $v_{\text{padat}} > v_{\text{cair}} > v_{\text{gas}}$.
2. Perambatan Mekanik: Membutuhkan kerapatan partikel untuk meneruskan getaran stasioner/propagasi gelombang.
3. Sifat Gelombang Longitudinal: TIDAK BISA mengalami polarisasi (polarisasi hanya terjadi pada gelombang transversal).

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah mengevaluasi kelima pilihan secara cermat:

- Pilihan A BENAR karena modulus elastisitas zat padat dominan tinggi.
 - Pilihan B SALAH karena bunyi paling lambat di gas.
 - Pilihan C SALAH karena v_{gas} bergantung suhu ($v \propto \sqrt{T}$).
 - Pilihan D BENAR karena gelombang mekanik butuh partikel medium.
 - Pilihan E SALAH karena bunyi adalah gelombang longitudinal, tidak dapat dipolarisasikan.
- Oleh karena itu, dua jawaban yang benar adalah A dan D.

Penyelesaian

Pernyataan A (BENAR): Modulus elastisitas zat padat yang sangat tinggi menyebabkan cepat rambat bunyi paling besar pada zat padat.

Pernyataan D (BENAR): Gelombang bunyi memerlukan partikel medium untuk merambatkan energi mekanik melalui rapat-renggang.

Kunci Jawaban: A dan D

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 12

Soal

STIMULUS: Penerapan USG dalam Medis

Alat Ultrasonografi (USG) memancarkan gelombang bunyi berfrekuensi di atas 20.000 Hz ke dalam tubuh pasien. Pantulan gelombang bunyi dari batas antar-jaringan tubuh ditangkap transduser untuk diolah menjadi gambar organ dalam.

Manakah dua alasan utama digunakannya gelombang ultrasonik dibanding infrasonik/audiosonik dalam aplikasi medis ini?

- A. Panjang gelombang ultrasonik sangat pendek sehingga mampu mendeteksi struktur organ kecil secara rinci.
- B. Laju perambatan ultrasonik jauh lebih cepat daripada cahaya di dalam jaringan tubuh.
- C. Frekuensi & energi ultrasonik lebih tinggi sehingga berkasnya tidak mudah mengalami difraksi berlebih.
- D. Gelombang ultrasonik tidak mengalami refraksi maupun pemantulan di cairan tubuh.
- E. Gelombang ultrasonik diserap 100% oleh tulang manusia tanpa ada yang dipantulkan.

Apa yang Diketahui?

- Prinsip USG: Menggunakan gelombang bunyi ultrasonik ($f > 20.000 \text{ Hz}$).
- Tujuan: Pencitraan organ dalam tubuh secara detail dan terfokus.

Apa yang Ditanyakan?

Dua alasan utama pengoperasian gelombang ultrasonik pada pencitraan medis USG.

Konsep yang Digunakan

1. Hubungan Frekuensi dan Panjang Gelombang ($v = f \cdot \lambda$): Karena v tetap di medium jaringan tubuh, frekuensi tinggi (f) menghasilkan panjang gelombang (λ) yang sangat pendek.
2. Daya Resolusi dan Difraksi: Panjang gelombang yang pendek meminimalkan efek difraksi (pembelokan), sehingga berkas gelombang tetap terarah (fokus) dan mampu membedakan struktur/objek berukuran sangat kecil (resolusi spasial tinggi).

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah keunggulan fisika frekuensi tinggi dalam gelombang.

Dari informasi pada soal, frekuensi ultrasonik tinggi berarti λ sangat kecil (Opsi A) dan berkas berenergi terfokus tanpa difraksi berlebih (Opsi C).

Oleh karena itu, opsi A dan C adalah jawaban yang tepat.

Penyelesaian

- Pernyataan A (BENAR): λ yang sangat pendek memberikan daya pisah/resolusi tinggi untuk menggambarkan detail organ kecil.
- Pernyataan C (BENAR): Berkas berfrekuensi tinggi tidak mudah terhambur/terdifraksi, sehingga penetrasi pencitraan lebih lurus dan tajam.

Kunci Jawaban: A dan C

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 13

Soal

Sebuah pipa organa tertutup (POT) memiliki panjang L . Manakah dua pernyataan yang benar mengenai karakteristik nada-nada yang dihasilkan?

- A. Hanya timbul nada harmonik bernomor ganjil (1, 3, 5,...) dari frekuensi nada dasarnya.
- B. Ujung pipa yang tertutup selalu merupakan titik perut gelombang (amplitudo maksimum).
- C. Panjang gelombang untuk nada dasar ($n = 0$) adalah $\lambda_0 = 4L$.
- D. Jarak antara dua simpul berurutan pada nada atas pertama adalah L .
- E. Perbandingan frekuensi nada dasar dengan nada atas pertamanya adalah 1 : 2.

Apa yang Diketahui?

- Sistem: Pipa Organa Tertutup (POT) sepanjang L .

Apa yang Ditanyakan?

Dua pernyataan yang benar mengenai sifat dan karakteristik akustik POT.

Konsep yang Digunakan

1. Syarat Batas POT: Ujung tertutup selalu menjadi SIMPUL (tidak dapat bergetar), ujung terbuka selalu menjadi PERUT.
2. Perbandingan Frekuensi Harmonik POT: $f_n = (2n + 1) f_0 \Rightarrow f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 3 : 5$ (hanya harmonik ganjil).
3. Panjang Gelombang Nada Dasar ($n = 0$): $L = \frac{1}{4} \lambda_0 \Rightarrow \lambda_0 = 4L$.

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah pola gelombang stasioner pada pipa organa tertutup.

- Pilihan A BENAR karena perbandingannya 1 : 3 : 5 (ganjil saja).
- Pilihan B SALAH karena ujung tertutup adalah simpul, bukan perut.
- Pilihan C BENAR karena $L = \frac{1}{4} \lambda \Rightarrow \lambda = 4L$.

Oleh karena itu, opsi yang sesuai adalah A dan C.

Penyelesaian

- Pernyataan A (BENAR): POT hanya menghasilkan kelipatan harmonik ganjil.
- Pernyataan C (BENAR): Pada nada dasar, terbentuk $1/4$ gelombang di sepanjang L, sehingga $\lambda_0 = 4L$.

Kunci Jawaban: A dan C

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 14

Soal

Berdasarkan peta kontur kebisingan pabrik:

- Zona A: TI > 95 dB
- Zona B: TI = 85 – 95 dB
- Zona C: TI = 60 – 75 dB

Catatan K3: Nilai Ambang Batas (NAB) untuk 8 jam kerja/hari = 85 dB.

Dua rekomendasi K3 yang paling tepat adalah...

- A. Pekerja di Zona A wajib menggunakan alat pelindung diri (earplug/earmuff).
- B. Pekerja di Zona C disarankan memakai pelindung telinga khusus.
- C. Zona B berada tepat pada batas ambang aman maksimal untuk durasi kerja 8 jam/hari.
- D. Taraf intensitas Zona A dapat diturunkan setara Zona C dengan menambah mesin di Zona A.
- E. Energi gelombang bunyi di Zona C paling tinggi dibanding Zona A dan B.

Apa yang Diketahui?

- NAB Kebisingan K3 (8 jam/hari) = 85 dB.
- Zona A: > 95 dB (Sangat berbahaya, jauh di atas NAB).
- Zona B: 85 - 95 dB (Batas mulai terjadinya risiko paparan).
- Zona C: 60 - 75 dB (Aman).

Apa yang Ditanyakan?

Dua rekomendasi/analisis K3 yang paling tepat berdasarkan standar keselamatan kerja.

Konsep yang Digunakan

Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Kebisingan:

- Paparan di atas 85 dB memerlukan Alat Pelindung Diri (APD) telinga untuk mencegah ketulian irreversible.

- Tingkat 85 dB merupakan batas ambang atas yang diizinkan untuk durasi pajan standar 8 jam sehari.

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah membandingkan nilai dB tiap zona dengan NAB 85 dB.

- Zona A (>95 dB) melampaui NAB, wajib APD (Pernyataan A BENAR).
 - Zona B (85-95 dB) berawal dari tepat pada NAB 85 dB (Pernyataan C BENAR).
- Oleh karena itu, pilihan A dan C adalah opsi K3 terbaik.

Penyelesaian

- Pernyataan A (BENAR): Karena Zona A melebihi 95 dB, pekerja wajib memakai earplug/earmuff demi mencegah ketulian.
- Pernyataan C (BENAR): Nilai 85 dB pada awal Zona B merupakan batas ambang aman maksimal pajan 8 jam kerja/hari.

Kunci Jawaban: A dan C

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 15

Soal

Mobil P bergerak dengan kecepatan 20 m/s sambil membunyikan klakson 600 Hz. Dari arah berlawanan, Mobil Q bergerak mendekati Mobil P dengan kecepatan 10 m/s. Cepat rambat bunyi $v = 330$ m/s. Dua pernyataan yang benar terkait kondisi ini adalah...

- Pengemudi Mobil Q mendengar klakson Mobil P dengan frekuensi lebih rendah dari 600 Hz.
- Frekuensi yang didengar Mobil Q lebih tinggi daripada frekuensi asli sumber (600 Hz).
- Kelajuan relatif perambatan bunyi terhadap pengemudi Mobil Q menjadi 320 m/s.
- Jika Mobil P dan Q saling menjauh setelah bersimpangan, frekuensi terdengar Mobil Q < 600 Hz.
- Efek Doppler tidak berlaku jika kedua mobil bergerak pada lintasan lurus.

Apa yang Diketahui?

- Mobil P (Sumber): $v_s = 20$ m/s, $f_s = 600$ Hz.
- Mobil Q (Pengamat): $v_p = 10$ m/s.
- Awal: Saling mendekat. Akhir (setelah bersimpangan): Saling menjauh.
- Cepat rambat bunyi, $v = 330$ m/s.

Apa yang Ditanyakan?

Dua pernyataan yang benar mengenai analisis Efek Doppler pada situasi tersebut.

Konsep yang Digunakan

Prinsip Efek Doppler:

1. Saat sumber dan pengamat saling MENDEKAT, $f_p > f_s$ (frekuensi terdengar lebih tinggi).
2. Saat sumber dan pengamat saling MENJAUH, $f_p < f_s$ (frekuensi terdengar lebih rendah).

Strategi Menyelesaikan Soal

Strategi Berpikir Guru:

Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah fenomena kualitatif Efek Doppler:

- Ketika dua kendaraan saling mendekat, gelombang terkompresi $\Rightarrow f_p > 600 \text{ Hz}$ (Pernyataan B BENAR).
- Ketika bersimpangan dan saling menjauh, gelombang terenggangkan $\Rightarrow f_p < 600 \text{ Hz}$ (Pernyataan D BENAR).

Oleh karena itu, opsi B dan D adalah jawaban yang benar.

Penyelesaian

- Pernyataan B (BENAR): Kondisi saling mendekat memicu peningkatan frekuensi yang diterima ($f_p > 600 \text{ Hz}$).
- Pernyataan D (BENAR): Setelah bersimpangan (saling menjauh), frekuensi terdengar menurun di bawah frekuensi asli ($< 600 \text{ Hz}$).

Kunci Jawaban: B dan D

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 16

Soal

BAGIAN III: BENAR / SALAH (Berikan penilaian Benar atau Salah untuk tiap sub-pernyataan!)

Aplikasi Kebisingan Bandara:

Masyarakat dekat bandara terpapar suara pesawat lepas landas 120 dB pada jarak 50 m. Batas pemukiman ditetapkan minimal 500 m dari landasan pacu.

- a. Pada jarak 500 m, taraf intensitas bunyi pesawat berkurang 20 dB menjadi 100 dB. ☐ Benar
☐ Salah
- b. Intensitas bunyi (I) berbanding terbalik dengan kuadrat jarak (r^2) dari lokasi pesawat. ☐ Benar
☐ Salah

c. Menggabungkan dua pesawat sejenis lepas landas bersamaan melipatgandakan TI dari 120 dB jadi 240 dB. [] Benar [] Salah

Apa yang Diketahui?

- $r_1 = 50 \text{ m}$, $TI_1 = 120 \text{ dB}$.
- $r_2 = 500 \text{ m}$.

Apa yang Ditanyakan?

Kebenaran dari tiga sub-pernyataan (a, b, c).

Konsep yang Digunakan

1. Rumus TI terhadap jarak: $TI_2 = TI_1 - 20 \log(r_2 / r_1)$
2. Hukum Kuadrat Terbalik: $I = P / (4\pi r^2)$
3. Taraf Intensitas 2 Sumber Identik: $TI_{\text{total}} = TI_1 + 10 \log(2) \approx 120 + 3 = 123 \text{ dB}$ (Bukan 240 dB!).

Strategi & Penyelesaian Per-Pernyataan

- Pernyataan a: $TI_2 = 120 - 20 \log(500 / 50) = 120 - 20 \log(10) = 120 - 20 = 100 \text{ dB}$. (BENAR)
- Pernyataan b: Berdasarkan $I = P / (4\pi r^2)$, Intensitas memang berbanding terbalik dengan kuadrat jarak (r^2). (BENAR)
- Pernyataan c: Skala TI adalah logaritmik. Memperbanyak sumber menjadi 2 kali melipatgandakan Intensitas (I), tetapi TI hanya bertambah $10 \log(2) \approx 3 \text{ dB}$ menjadi 123 dB. Menyebut TI menjadi 240 dB adalah salah fatal. (SALAH)

Kunci Jawaban: BENAR, BENAR, SALAH

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 17

Soal

Percobaan Kolom Udara Air (Resonansi Bunyi):

Tabung kolom udara berisi air yang tingginya diatur. Garutala bergetar di atas tabung.

Resonansi pertama terdengar saat panjang kolom udara $L_1 = 17 \text{ cm}$.

- a. Panjang gelombang bunyi dari garutala tersebut adalah 34 cm. [] Benar [] Salah
- b. Permukaan air di dalam tabung berfungsi sebagai batas tetap yang membentuk titik simpul gelombang stasioner. [] Benar [] Salah
- c. Resonansi kedua terjadi saat panjang kolom udara di atas air mencapai 51 cm. [] Benar [] Salah

Apa yang Diketahui?

- Resonansi I terjadi pada panjang kolom udara $L_1 = 17 \text{ cm}$.

Apa yang Ditanyakan?

Kebenaran dari tiga sub-pernyataan (a, b, c).

Konsep yang Digunakan

1. Syarat Resonansi Kolom Udara (Pipa Organa Tertutup Air):
 - Resonansi ke-n terjadi pada $L_n = (2n - 1) \cdot \frac{1}{4} \lambda$ (dengan $n = 1, 2, 3, \dots$)
 - Resonansi I ($n=1$): $L_1 = \frac{1}{4} \lambda \implies \lambda = 4 \cdot L_1$
 - Resonansi II ($n=2$): $L_2 = \frac{3}{4} \lambda = 3 \cdot L_1$
2. Batas Air: Molekul udara di permukaan air terhalang/terfiksasi, membentuk SIMPUL.

Strategi & Penyelesaian Per-Pernyataan

- Pernyataan a: $\lambda = 4 \times L_1 = 4 \times 17 \text{ cm} = 68 \text{ cm}$ (bukan 34 cm). (SALAH)
- Pernyataan b: Permukaan air membatasi gerak partikel udara sehingga menciptakan titik simpul gelombang stasioner. (BENAR)
- Pernyataan c: $L_2 = \frac{3}{4} \lambda = \frac{3}{4} (68 \text{ cm}) = 51 \text{ cm}$. (BENAR)

Kunci Jawaban: SALAH, BENAR, BENAR

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 18

Soal

Pengukuran Kedalaman Laut (SONAR):

Kapal laut memancarkan pulsa ultrasonik ke dasar laut dan menerima pantulannya $t = 2$ sekon kemudian. Cepat rambat bunyi di air laut $v = 1.500 \text{ m/s}$.

a. Kedalaman jurang laut yang terukur oleh sistem SONAR tersebut adalah 1.500 meter. ☐

Benar ☐ Salah

b. Waktu tempuh 2 sekon menggambarkan waktu perjalanan bunyi satu arah dari kapal ke dasar laut saja. ☐ Benar ☐ Salah

c. Pemantulan bunyi dapat terjadi karena adanya perbedaan impedansi akustik antara medium air dan dasar laut. ☐ Benar ☐ Salah

Apa yang Diketahui?

- Waktu bolak-balik, $t = 2$ sekon.
- Kelajuan bunyi di air laut, $v = 1.500 \text{ m/s}$.

Apa yang Ditanyakan?

Kebenaran dari tiga sub-pernyataan (a, b, c).

Konsep yang Digunakan

1. Rumus Pemantulan Bunyi (Kedalaman): $s = (v \cdot t) / 2$
2. Waktu $t = 2$ sekon adalah waktu total bolak-balik (Kapal $\rightarrow$ Dasar Laut $\rightarrow$ Kapal).
3. Pemantulan Gelombang: Terjadi ketika gelombang menabrak perbatasan dua medium dengan perbedaan impedansi akustik yang signifikan.

Strategi & Penyelesaian Per-Pernyataan

- Pernyataan a: $s = (1.500 \times 2) / 2 = 1.500$ meter. (BENAR)
- Pernyataan b: Waktu 2 sekon adalah waktu bolak-balik pergi-pulang, bukan satu arah saja. (SALAH)
- Pernyataan c: Pemantulan gelombang di batas dua medium dipicu oleh kontras impedansi akustik antar medium. (BENAR)

Kunci Jawaban: BENAR, SALAH, BENAR

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 19

Soal

Akustik Gedung Pertunjukan:

- a. Gaung terjadi karena bunyi pantul tiba hampir bersamaan dengan bunyi asli sehingga mengaburkan kata. ☐ Benar ☐ Salah
- b. Bahan berpori mengabsorpsi energi bunyi dan mengubahnya menjadi energi panas. ☐ Benar ☐ Salah
- c. Memasang dinding datar bertulang keras dan rata di seluruh ruangan merupakan cara terbaik mengeliminasi gaung. ☐ Benar ☐ Salah

Apa yang Diketahui?

- Fenomena Akustik Ruang: Gaung/kerdam, penyerapan bunyi, dan bahan akustik.

Apa yang Ditanyakan?

Kebenaran dari tiga sub-pernyataan (a, b, c) terkait rancangan akustik ruangan.

Konsep yang Digunakan

1. Gaung (Kerdam): Bunyi pantul yang terdengar sebagian bersamaan dengan bunyi asli sehingga mengaburkan kejelasan suara.
2. Peredam Berpori: Gelombang bunyi masuk ke pori-pori, mengalami gesekan viskos dengan dinding pori, dan diubah menjadi energi kalor/panas.
3. Eliminasi Gaung: Dinding keras dan rata justru memantulkan bunyi secara sempurna (memicu gaung parah). Harus ditempel bahan lunak/berpori.

Strategi & Penyelesaian Per-Pernyataan

- Pernyataan a: Definisi gaung yang mengaburkan kejelasan bunyi asli adalah tepat. (BENAR)
- Pernyataan b: Mekanisme penyerapan bahan berpori mengubah energi mekanik menjadi energi panas. (BENAR)
- Pernyataan c: Dinding keras rata memperparah pemantulan gaung, bukan mengeliminasinya. (SALAH)

Kunci Jawaban: BENAR, BENAR, SALAH

PEMBAHASAN SOAL NOMOR 20

Soal

Analisis Grafik Pelayunan Bunyi (Superposisi Gelombang $f_1 = 250$ Hz dan $f_2 = 253$ Hz):

- a. Frekuensi pelayunan bunyi yang terbentuk dari superposisi gelombang tersebut adalah 3 Hz.
☐ Benar ☐ Salah
- b. Amplitudo maksimum gelombang hasil pelayunan terjadi sebanyak 251 kali dalam satu sekon. ☐ Benar ☐ Salah
- c. Pelayunan terjadi akibat superposisi dua gelombang bermagnitudo sejenis dengan beda frekuensi sedikit. ☐ Benar ☐ Salah

Apa yang Diketahui?

- Frekuensi gelombang 1, $f_1 = 250$ Hz.
- Frekuensi gelombang 2, $f_2 = 253$ Hz.

Apa yang Ditanyakan?

Kebenaran dari tiga sub-pernyataan (a, b, c).

Konsep yang Digunakan

1. Frekuensi Pelayunan: $f_L = |f_2 - f_1|$
2. Makna f_L : Menunjukkan jumlah penguatan amplitudo (puncak layunan/suara keras) yang terjadi tiap satu sekon.

Strategi & Penyelesaian Per-Pernyataan

- Pernyataan a: $f_L = |253 - 250| = 3$ Hz. (BENAR)
- Pernyataan b: Frekuensi layunan 3 Hz berarti terjadi 3 kali pengerasan amplitudo maksimum per sekon (bukan 251 kali). (SALAH)
- Pernyataan c: Syarat pelayunan adalah dua gelombang koheren hampir sama amplitudo dengan selisih frekuensi yang kecil. (BENAR)

Kunci Jawaban: BENAR, SALAH, BENAR