

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP)**

Satuan Pendidikan : SMA PGRI 2 Jombang
 Mata pelajaran : Fisika
 Kelas/ Semester : XI/ I
 Materi Pokok : Dinamika Rotasi
 Alokasi Waktu : 5 minggu x 2 JP @45 menit

<p>A. TUJUAN PEMBELAJARAN Melalui pembelajaran Daring <i>Discovery Learning</i> peserta didik mampu mendefinisikan momen gaya, memahami penerapan konsep momen inersia, mengidentifikasi konsep gerak menggelinding, memahami penerapan hukum kekekalan momentum pada gerak rotasi, menganalisis konsep dinamika rotasi pada katrol</p>	<p>E. MEDIA/SUMBER PEMBELAJARAN Media: - Modul/PPT - Lembar penilaian. - Video. Alat/Bahan: - Laptop dan Handphone. Sumber: - Internet - Youtube, - Modul/PPT</p>
<p>B. KOMPETENSI DASAR 3.1 Menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar dalam kehidupan sehari-hari 4.1 Melakukan percobaan yang menerapkan konsep dinamika rotasi benda tegar</p>	<p>F. KEGIATAN PEMBELAJARAN Kegiatan Pendahuluan (@10 menit) - Mengucapkan salam, berdoa dan melakukan absensi kehadiran melalui aplikasi googleform - Motivasi dan apersepsi berupa video youtube mengenai dinamika rotasi benda tegar (statis dan dinamis).</p>
<p>C. INDIKATOR 3.1.1 Mendefinisikan momen gaya/torsi 3.1.2 Memahami penerapan konsep momen inersia 3.1.3 Mengidentifikasi konsep gerak menggelinding 3.1.4 Menganalisis penerapan hukum kekekalan momentum pada gerak rotasi 3.1.5 Menganalisis konsep dinamika rotasi pada katrol 4.1.1 Mempresentasikan hasil pengamatan dinamika rotasi</p>	<p>Kegiatan Inti (@70 menit) Pertemuan 1 - Memberikan modul/PPT mengenai torsi dan momen inersia kepada peserta didik melalui aplikasi <i>Whatsapp</i>. - Memberikan link video youtube melalui aplikasi <i>Whatsapp</i>. - Memberikan kesempatan peserta didik untuk mencatat materi. - Selama proses pencatatan peserta didik bisa berinteraksi dengan guru melalui aplikasi <i>Whatsapp</i> Pertemuan 2 - Memberikan modul/PPT mengenai momentum sudut dan hukum kekekalan momentum pada benda yang berotasi kepada peserta didik melalui aplikasi <i>Whatsapp</i>. - Memberikan link video youtube melalui aplikasi <i>Whatsapp</i>. - Memberikan kesempatan peserta didik untuk mencatat materi. - Selama proses pencatatan peserta didik bisa berinteraksi dengan guru melalui aplikasi <i>Whatsapp</i> Pertemuan 3 - Memberikan modul/PPT mengenai konsep energi gerak benda menggelinding kepada peserta didik melalui aplikasi <i>Whatsapp</i>. - Memberikan link video youtube melalui aplikasi</p>

	<p><i>Whatsapp.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Memberikan kesempatan peserta didik untuk mencatat materi. - Selama proses pencatatan peserta didik bisa berinteraksi dengan guru melalui aplikasi <i>Whatsapp</i> <p>Pertemuan 4</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memberikan modul/PPT mengenai aplikasi hukum II Newton dinamika rotasi kepada peserta didik melalui aplikasi <i>Whatsapp.</i> - Memberikan link video youtube melalui aplikasi <i>Whatsapp.</i> - Memberikan kesempatan peserta didik untuk mencatat materi. - Selama proses pencatatan peserta didik bisa berinteraksi dengan guru melalui aplikasi <i>Whatsapp</i> <p>Pertemuan 5</p> <p>Ulangan Harian</p> <p>Kegiatan Penutup (@10 menit) Melakukan simpulan, memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar memberikan latihan soal dan menyampaikan kegiatan pembelajaran berikutnya melalui aplikasi <i>Whatsapp</i> kemudian diakhiri dengan berdoa</p>
<p>D. METODE</p> <p>Model : Pembelajaran Daring</p> <p>Metode : Penugasan, tanya jawab dan diskusi via Whatsapp</p>	<p>G. PENILAIAN</p> <p>Penilaian Sikap:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Penilaian Observasi <p>Penilaian Pengetahuan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tes tulis - Penugasan <p>Penilaian keterampilan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Penilaian Unjuk Kerja

Jombang, Juli 2020

Mengetahui
Kepala SMA PGRI 2 Jombang

Guru Mata Pelajaran Fisika

(Drs. Sugiharto)

(Achmat Purwanto, S.Si.)

Lampiran Ringkasan Materi

Dinamika Rotasi

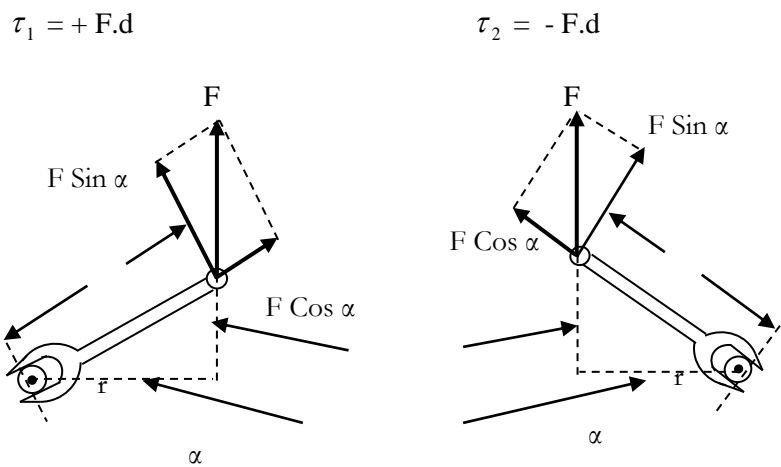
Pertemuan ke - 1

A. MOMEN GAYA (TORSI)

Pada gerak translasi, kita telah mempelajari bahwa gaya merupakan penyebab terjadinya gerak translasi. Dalam gerak rotasi, penyebab berputarnya benda disebut momen gaya atau torsi. Momen gaya didefinisikan sebagai jarak tegak lurus yang ditarik dari sumbu putar sampai garis kerja gaya. Atau dengan kata lain momen gaya merupakan perkalian antara gaya dengan jarak gaya tersebut ke suatu titik yang disebut sumbu putar. Pada gambar 1.2 di bawah ini sebuah baut O diputar oleh gaya F. Besar momen gaya τ yang ditimbulkan oleh gaya F yang bekerja membentuk sudut α pada jarak r dari sumbu putar (baut) didefinisikan sebagai perkalian antara F dan lengan momen d

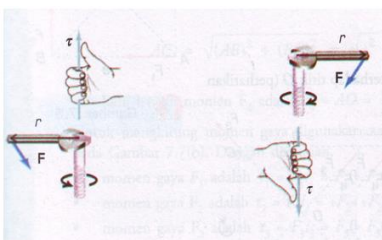
$$\tau = Fd$$

Satuan momen gaya adalah Newton meter atau disingkat Nm. Arah gaya pada momen dibedakan menjadi dua. Pada gaya yang berlawanan dengan arah putaran jarum jam seperti pada gambar 1.2.a biasanya digunakan tanda positif. Sebaliknya gaya yang arahnya searah dengan jarum jam digunakan tanda negatif. Dengan demikian pada gambar 1.2 dapat ditulis berturut-turut adalah:



Gambar 1.2

Momen gaya sebagai penyebab gerak rotasi benda



Gambar 1.3. Vektor momen gaya $\tau = r \times F$ arahnya sepanjang sumbu putar sekrup, dan mengikuti kaidah tangan kanan. Genggaman jari menunjukkan arah rotasi sedangkan ibu jari menunjukkan arah momen gaya.

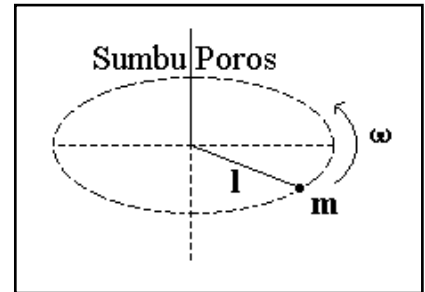
Untuk arah momen adalah memenuhi kaidah tangan kanan seperti yang ditentukan oleh gambar 1.3. Genggaman jari menunjukkan arah rotasi sedangkan ibu jari menunjukkan arah momen gaya.

MOMEN INERSIA

1. Momen Inersia Partikel

Momen inersia I dari sebuah partikel bermassa m terhadap poros yang terletak sejauh r dari massa partikel didefinisikan sebagai hasil kali antara massa partikel dan kuadrat jarak dari titik poros, atau ditulis.

$$I = mr^2$$



Kita tinjau sebuah benda massa m diikat dengan seutas tali panjangnya l . Kemudian pada benda diberikan gaya F sehingga benda dapat berputar dengan sumbu putar O . Apabila terdapat banyak partikel dengan massa masing-masing m_1, m_2, m_3, \dots dan memiliki jarak r_1, r_2, r_3, \dots terhadap sumbu rotasi, maka momen inersia total merupakan penjumlahan momen inersial setiap partikel yaitu

Gambar 1.4

$$I = \sum m_i r_i = m_1 r_1 + m_2 r_2 + m_3 r_3 + \dots$$

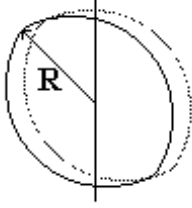
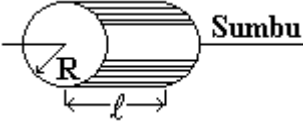
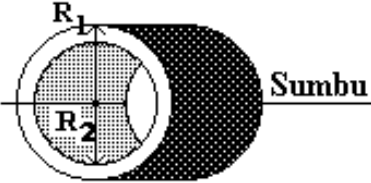
2. Momen Inersia Benda Tegar

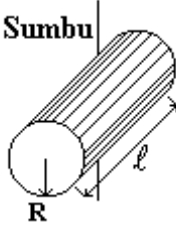
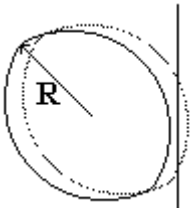
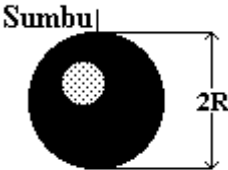
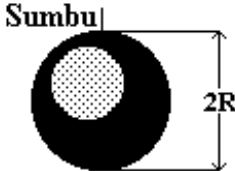
Apabila sebuah benda pejal terdiri distribusi materi yang kontinu, maka kita dapat menganggap benda terdiri dari sejumlah besar elemen massa dm yang tersebar merata di seluruh benda, dan momen inersia benda adalah jumlah dari momen inersia semua elemen massa tersebut. Perhitungan momen benda pejal dapat dilakukan dengan metode integral. Dengan batas-batas integral yang dipilih sehingga mencakup seluruh elemen massa. Table 1.1 menunjukkan momen inersia beberapa benda tegar yang homogen terhadap sumbu rotasi tertentu.

TABEL 1.1.

MOMEN INERSIA BEBERAPA BENDA TERHADAP SUMBU PUTARNYA.

No.	Gambar	Nama	Momen Inersia
1		Batang Kurus terhadap sumbu terhadap pusat dan tegak lurus pada panjangnya.	$I = \frac{M \ell^2}{12}$
2		Batang Kurus terhadap sumbu terhadap sumbu yang melalui salah satu ujungnya dan tegak lurus pada panjangnya.	$I = \frac{M \ell^2}{3}$
3		Cincin tipis terhadap sumbu silinder.	$I = M R^2$

4		Cincin tipis terhadap salah satu diameternya.	$I = \frac{M R^2}{2}$
5		Silinder pejal terhadap sumbu silinder.	$I = \frac{M R^2}{2}$
6		Silinder berongga (atau cincin) terhadap sumbu silinder.	$I = \frac{M}{2} (R_1^2 + R_2^2)$

7		Silinder pejal (atau cakram) terhadap diameter pusat.	$I = \frac{M R^2}{4} + \frac{M \ell^2}{12}$
8		Cincin tipis terhadap salah satu garis singgungnya.	$I = \frac{3M R^2}{2}$
9		Bola pejal terhadap salah satu diameternya.	$I = \frac{2M R^2}{5}$
10		Kulit bola tipis terhadap salah satu diameternya.	$I = \frac{2M R^2}{3}$

MOMENTUM SUDUT

1. Pengertian

Dalam gerak translasi, kita telah dikenalkan pada besaran fisika momentum. Jika suatu benda mempunyai massa m dan bergerak dengan kecepatan v maka benda tersebut mempunyai momentum sebesar $p = m \cdot v$. Pada gerak rotasi, kita akan dikenalkan dengan besaran fisika yang analog dengan momentum yaitu momentum sudut.

Momentum sudut sebuah partikel didefinisikan sebagai :

$$L = I\omega = mr^2\omega$$

Persamaan di atas diperoleh dari :

$$\tau = rF = r \frac{\Delta p}{\Delta t} \dots\dots\dots(*)$$

Karena $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ adalah perubahan momentum terhadap waktu dimana $\Delta p = m \cdot \Delta v$, persamaan (*) dapat ditulis menjadi :

$$\tau = r \left(\frac{\Delta p}{\Delta t} \right) = r \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t} = rm \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\tau = \frac{\Delta(rmv)}{\Delta t} \dots\dots\dots(**)$$

$\Delta(rmv)$ disebut sebagai perubahan momentum sudut. Sehingga persamaan (**) dapat dituliskan :

$$\Delta(rmv) = \Delta L$$

Atau $L = (rmv)$

Karena $v = \omega r$

Maka

$v = r \cdot \omega \implies r \cdot \omega r = mr^2\omega \quad \text{atau} \quad L = I\omega$

2. Hukum kekekalan momentum sudut

Bila tidak ada momen gaya luar yang bekerja pada benda ($\sum \tau = 0$), maka momentum sudut L pada benda tersebut adalah konstan ($L = \text{konstan}$). Ini merupakan prinsip dari hukum kekekalan momentum sudut. Secara matematis momentum sudut dapat dituliskan sebagai berikut :

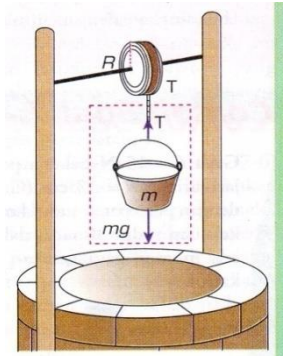
$L_1 = L_2 \quad \text{atau} \quad I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

Aplikasi Hukum kekekalan momentum sudut dan hukum II Newton

a) Menentukan energi kinetik rotasi

Sebuah benda benda tegar dikatakan sedang bergerak bergerak rotasi murni jika setiap partikel benda itu bergerak dalam lingkaran yang pusatnya terletak pada sebuah garis lurus yang disebut sumbu rotasi. Partikel-partikel benda tersebut memiliki sejumlah energi kinetik tertentu. Jika massa massa partikel adalah m , terletak pada jarak r dari sumbu rotasi, bergerak pada lingkaran yang berjari-jari dengan kelajuan sudut ω terhadap sumbu tersebut maka besarnya energi kinetik yang dimiliki oleh partikel tersebut adalah :

$$E_{K(rotasi)} = \frac{1}{2} mr^2 \omega^2 \text{ atau } E_{K(rotasi)} = \frac{1}{2} I\omega^2$$



Gambar 1.5.

b) Menentukan Kecepatan dan percepatan timba

Pada gambar 1.5 di samping diandaikan T adalah tegangan tali. Dengan mengambil arah positif searah putaran jarum jam, untuk gerak rotasi katrol berlaku : $\Sigma \tau = I\alpha$

$$TR - \tau_{ges} = I\alpha$$

$$\alpha = \frac{TR - \tau_{ges}}{I} \dots\dots\dots(*3)$$

Timba bergerak linear ke bawah dengan percepatan a. Pada timba bekerja dua gaya yaitu beratnya sendiri $w = mg$ yang arahnya ke bawah dan tegangan tali T yang arahnya ke atas. Berdasarkan Hukum II Newton dengan mengambil arah gaya ke bawah arah positif , untuk gerakan timba berlaku : $\Sigma F = ma$

$$mg - T = m.a$$

$$T = mg - ma \dots\dots\dots(*4)$$

Percepatan tangensial sebuah titik di tepi katrol sama dengan percepatan linear timba, sehingga $a = \alpha R$. Dengan demikian persamaan (*4) menjadi

$$T = mg - m \alpha R \dots\dots\dots(*5)$$

Substitusi persamaan (*5) ke persamaan (*3) diperoleh :

$$\alpha = \frac{(mg - m\alpha R) - \tau_{ges}}{I} , \alpha I = mgR - m\alpha R^2 - \tau_{ges}$$

$$(mR^2 + I)\alpha = mgR - \tau_{ges}$$

$$\alpha = \frac{mgR - \tau_{ges}}{mR^2 + I}$$

Gerak Menggelinding

Benda yang melakukan gerak menggelinding memiliki persamaan rotasi ($\Sigma \tau = I \times \alpha$) dan persamaan translasi ($\Sigma F = m \times a$) Besarnya energi kinetik yang dimiliki benda menggelinding adalah jumlah energi kinetik rotasi dan energi kinetik translasi.

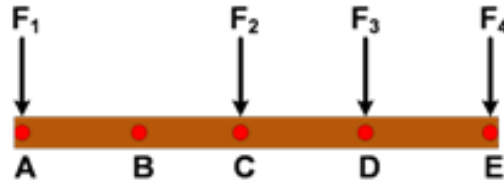


Penugasan

Penilaian: *Memahami, menerapkan, dan menganalisis*

Tugas 1

1. Sebuah roda gila bermassa 50 kg dan jari-jari 10 cm. Berapakah momen inersianya?
2. Empat buah gaya masing-masing :
 $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 10 \text{ N}$
dan panjang $AB = BC = CD = DE = 1 \text{ meter}$



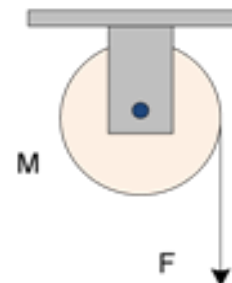
Dengan mengabaikan berat batang AE,

tentukan momen gaya yang bekerja pada batang dan arah putarannya jika:

- a) poros putar di titik A
 - b) poros putar di titik D
3. Katrol cakram pejal bermassa 4 kg dan berjari-jari 0,5 meter. Jika katrol bergerak rotasi pada porosnya dengan kecepatan sudut konstan 4 rad/sekon, berapa momentum sudut katrol ?
 4. Sebuah piringan berbentuk silinder pejal homogen mula-mula berputar pada porosnya dengan kelajuan sudut 5 rad/s. Bidang piringan sejajar bidang horizontal. Massa dan jari-jari piringan 2 kg dan 0,2 meter. Bila di atas piringan diletakkan cincin yang mempunyai massa 0,1 kg dan jari-jari 0,2 meter, di mana pusat cincin tepat di atas pusat piring, maka piringan dan cincin akan bersama-sama berputar dengan kecepatan sudut...

Tugas 2

1. Sebuah roda dengan jari – jari 20 cm dan bermassa 800 gram memiliki momen inersia sebesar 2 Nm menggelinding dgn kecepatan 20 m/s. Tentukan energi kinetik total roda tsb...
2. Sebuah piringan berbentuk silinder pejal homogen mula-mula berputar pada porosnya dengan kelajuan sudut 4 rad/s. Massa dan jari-jari piringan 1 kg dan 0,5 m. Bila di atas piringan diletakkan cincin yang mempunyai massa 0,2 kg dan jari-jari 0,1 m, di mana pusat cincin tepat di atas pusat piring, maka piringan dan cincin akan bersama-sama berputar dengan energi kinetik rotasi sebesar...
3. Sebuah katrol bentuknya silinder pejal dengan massa $M = 4 \text{ kg}$ ditarik dengan gaya F hingga berotasi dengan percepatan sudut sebesar 5 rad/s^2 . Jika jari-jari katrol adalah 20 cm, tentukan besarnya gaya F tersebut ! Gunakan momen inersia katrol $I = \frac{1}{2} Mr^2$
4. Bola pejal menggelinding dari puncak bidang miring setinggi 50 cm dengan sudut 30 berapakah kecepatan dan percepatan silinder ketika sampai di dalam bidang miring $g = 10 \text{ m/s}^2$



Lampiran: Tes Tulis(UH)

Tes Formatif

KISI - KISI PENULISAN SOAL

Jenis Sekolah : SMA

Alokasi Waktu : 15 menit

Mata Pelajaran : Fisika

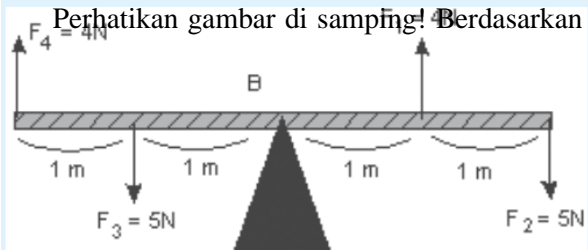
Jumlah Soal : 5 (pilgan)

Kelas/Semester : XI / 1

Penulis : Achmat Purwanto,S.Si

No.	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Bentuk Soal	Level	Kunci	No Soal
1.	Mendefinisikan momen gaya/torsi	Disajikan sebuah gambar peserta didik dapat menentukan besar dan arahnya torsi sebuah benda	PG	2	D	1
2	Memahami penerapan konsep momen inersia	Disajikan sebuah besaran fisika peserta didik dapat menentukan besarnya momen inersia	PG	2	C	2
3	Mengidentifikasi konsep gerak menggelinding	Disajikan besaran fisika peserta didik dapat besaran- besaran pada peristiwa gerak menggelinding	PG	2	E	3
4	Menganalisis penerapan hukum kekekalan momentum pada gerak rotasi	Disajikan besaran fisika peserta didik dapat menentukan nilai besaran pada kekekalan momentum	PG	2	A	4
5	Menganalisis konsep dinamika rotasi pada katrol	Disajikan sebuah gambar peserta didik dapat menentukan besar gaya yang bekerja pada katrol	PG	3 (HOTS)	B	5

Soal Tes Ulangan Harian

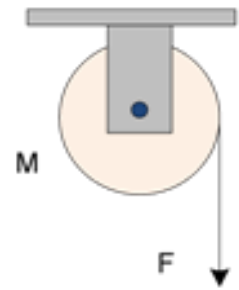
1. Perhatikan gambar di samping! Berdasarkan gambar tersebut, tentukan momen gaya total di pusat massa
- 
- a. - 9 Nm b. 11 Nm c. 24 Nm
d. 9 Nm e. - 11 Nm

2. Sebuah silinder tipis berongga bermassa 20 kg dan jari-jari 5 cm. Berapakah momen inersianya?
- a. $5 \times 10^{-1} \text{ kg m}^2$ b. $5 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$ c. $5 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$
d. $5 \times 10^{-5} \text{ kg m}^2$ e. $5 \times 10^{-4} \text{ kg m}^2$

3. Sebuah silinder pejal yang massanya 10 kg dan berdiameter 40 cm menggelinding dengan kecepatan 8 m.s^{-1} energi kinetik total silinder itu adalah...
- a. 320 J b. 1600 J c. 1920 J d. 1380 J e. 480 J

4. Sebuah piringan berbentuk silinder pejal homogen mula-mula berputar pada porosnya dengan kelajuan sudut 5 rad/s . Bidang piringan sejajar bidang horizontal. Massa dan jari-jari piringan 2 kg dan 0,2 meter. Bila di atas piringan diletakkan cincin yang mempunyai massa 0,1 kg dan jari-jari 0,2 meter, di mana pusat cincin tepat di atas pusat piring, maka piringan dan cincin akan bersama-sama berputar dengan kecepatan sudut...rad/s
- a. 4,5 b. 3,5 c. 2,5 d. 1,5 e. 0,45

5. Sebuah katrol bentuknya silinder pejal dengan massa $M = 4 \text{ kg}$ ditarik dengan gaya F hingga berotasi dengan percepatan sudut sebesar 5 rad/s^2 . Jika jari-jari katrol adalah 20 cm, tentukan besarnya gaya F tersebut !
Gunakan momen inersia katrol $I = \frac{1}{2} Mr^2$



- a. 1 N b. 2 N c. 3 N d. 4 N e. 5 N

PEDOMAN PENILAIAN

Nilai = Jumlah Benar x 20

**LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN
PENILAIAN PORTOFOLIO**

Satuan Pendidikan : SMA PGRI 2 JOMBANG
Mata Pelajaran : Fisika
Tahun Pelajaran : 2020 / 2021
Kelas/Semester : XI/Ganjil
Nama Peserta Didik : _____

Tugas :

- Peserta didik diminta menulis refleksi singkat (kira-kira $\frac{3}{4}$ halaman) mengenai **dinamika rotasi**

Rubrik Penilaian

Nama siswa :
Kelas :

No	Kategori	Skor	Alasan
1	Apakah portofolio lengkap dan sesuai dengan rencana?		
2	Apakah lembar isian dan lembar kuesioner yang dibuat sesuai?		
3	Apakah terdapat uraian tentang prosedur pengukuran/pengamatan yang dilakukan?		
4	Apakah isian hasil pengukuran/pengamatan dilakukan secara benar?		
5.	Apakah data dan fakta yang disajikan akurat?		
6.	Apakah interpretasi dan kesimpulan yang dibuat logis?		
7.	Apakah tulisan dan diagram disajikan secara menarik?		
8.	Apakah bahasa yang digunakan untuk menginterpretasikan lugas, sederhana, runtut dan sesuai dengan kaidah EYD?		
Jumlah			

Kriteria:

5 = sangat baik,
4 = baik,
3 = cukup,
2 = kurang, dan
1 = sangat kurang

$$\text{Nilai Perolehan} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{40}$$

Penilaian Sikap Jurnal (buku catatan harian tentang siswa oleh guru)

Satuan Pendidikan : SMA PGRI 2 JOMBANG
Mata Pelajaran : Fisika
Tahun Pelajaran : 2020 / 2021
Kelas/Semester : XI/Ganjil

Nama Guru :

Contoh isi Buku Catatan Harian:

No.	Hari/Tanggal	NamaSiswa	Kejadian
1.			
2.			
3.			
dst.			

Catatan :

Kolom kejadian diisi dengan kejadian positif maupun negatif. Catatan dalam lembaran buku tersebut, selain bermanfaat untuk merekam dan menilai perilaku siswa sangat bermanfaat pula untuk menilai sikap siswa serta dapat menjadi bahan dalam penilaian perkembangan siswa secara keseluruhan. Selain itu, dalam observasi perilaku dapat juga digunakan daftar cek yang memuat perilaku-perilaku tertentu yang diharapkan muncul dari siswa pada umumnya atau dalam keadaan tertentu.

....., 15 Juli 2020
Penilai