

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Oleh : Diantika Ayuningrum

Satuan Pendidikan : SMA S NURUL JADID

Mata Pelajaran : FISIKA

Kelas/ Semester : XI / GENAP

Materi Pokok : DINAMIKA ROTASI / KESETIMBANGAN BENDA TEGAR

Alokasi Waktu : 2 X 45 MENIT

### A. Kompetensi Inti (KI)

- KI-1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI-2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI-3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan 4 masalah.
- KI 4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

### B. Kompetensi Dasar (KD), Indikator Pencapaian Kompetensi

No	KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI
	<b>Kompetensi Pengetahuan</b>	<b>Pendukung</b>
	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari	3.1.1 Menjabarkan konsep torsi (C1) 3.1.2 Mengklasifikasikan jenis-jenis kesetabilan (C2)
		<b>Kunci</b>
		3.1.3 Menentukan pusat massa benda dan titik berat atau pusat gravitasi benda (C3) 3.1.4 Menerapkan syarat-syarat kesetimbangan benda tegar (C3) 3.1.5 Memecahkan masalah dalam kehidupan yang terkait dengan konsep titik berat dan kesetimbangan benda tegar ( C3)
		<b>Pengayaan</b>
		3.1.6 Menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada benda tegar pada kondisi benda setimbang (C4) 3.1.7 Menyimpulkan keadaan sistem benda tegar setelah dikenai berbagai gaya (C5) 3.1.8 Menguji hipotesis terhadap rumusan masalah kesetimbangan benda tegar (C5)

	<b>Kompetensi Keterampilan</b>  Membuat karya yang menerapkan konsep titik berat dan keseimbangan benda tegar	<b>Pendukung</b> 4.2.1 Mendesain karya hasil penerapan konsep titik berat dan kesetimbangan benda tegar <b>Kunci</b> 4.2.2 Membuat karya hasil penerapan konsep titik berat dan kesetimbangan benda tegar 4.2.3 Memaparkarkan karya dalam sebuah pameran kelas sederhana <b>Pengayaan</b> 4.2.4 Menguji karya hasil penerapan konsep titik berat dan kesetimbangan benda tegar 4.2.5 Mengembangkan desain penerapan konsep titik berat dan kesetimbangan benda tegar
--	---	---

C. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan pembelajaran Model Discovery Learning dan based learning dengan **metode diskusi, Tanya jawab, kerja kelompok, dan praktikum (percobaan)** dan pendekatan saintifik peserta didik secara kritis dan kreatif dapat Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari serta Membuat karya yang menerapkan konsep titik berat dan keseimbangan benda tegar disertai tumbuh kembangnya sikap mandiri, integritas, dan gotong royong dengan baik

D. Materi Pembelajaran

1. Fakta

- Memutar sebuah baut menggunakan gaya dan lengan kuasa
- Benda bergerak translasi
- Benda berotasi
- Jembatan putus karena kelebihan beban

2. Konsep

- Momen gaya
- Momen inersia
- Keseimbangan benda tegar
- Titik berat

3. Prinsip

- Jumlah gaya pada keadaan seimbang sama dengan nol
- Hukum kekekalan momentum sudut pada gerak rotasi

4. Prosedur

- Menggambar titik berat benda dari percobaan
- Mengukur kesetimbangan benda
- Menyelesaikan masalah tentang momen gaya, momen inersia, keseimbangan benda tegar dan titik berat benda
- Menganalisis syarat – syarat keseimbangan untuk sebuah benda tegar dengan percobaan
- Membuat karya rancangan jembatan dengan menerapkan konsep titik berat dan keseimbangan benda tegar

E. Metode Pembelajaran

Model :

- Discovery learning
- Problem based learning

Pendekatan : pendekatan saintifik

Metode :

- Diskusi
- Tanya jawab
- kerja kelompok
- praktikum (percobaan)

F. Media Pembelajaran

- Buku teks pembelajaran yang relevan
- LKPD
- LCD dan Laptop
- Bahan Tayang

G. Sumber belajar

- Buku teks pembelajaran yang relevan
- Internet

H. Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan Ke 3

TAHAP PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	ALOKASI WAKTU
<b>A. Kegiatan Pendahuluan</b>		
Pendahuluan (persiapan/orientasi)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Guru membuka pembelajaran dengan salam dan berdoa pembelajaran</li><li>• Memeriksa kehadiran peserta didik</li><li>• Memastikan focus peserta didik untuk memulai pembelajaran.</li><li>• Menjelaskan tujuan pembelajaran dan menjelaskan segala keperluan yang dibutuhkan dalam mempelajari kesetimbangan benda tegar</li></ul>	5 menit
Apersepsi	Peserta didik diminta mengingat kembali konsep torsi, bentuk bentuk keseimbangan, titik berat dan momentum sudut	5 menit
Motivasi	Peserta didik melihat tayangan video jembatan yang putus saat dilewati <a href="https://youtu.be/1Y7OBG5Gvlq">https://youtu.be/1Y7OBG5Gvlq</a>	5 menit
<b>B. Kegiatan Inti</b>		
<b>1. Orientasi peserta didik pada masalah</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dari tayangan jembatan putus peserta didik mengajukan permasalahan Pertanyaan arahan :<ul style="list-style-type: none"><li>- Apa yang kalian amati dari tayangan jembatan putus ?</li><li>- Dari tayangan tersebut, apa yang menyebabkan jembatan putus?</li><li>- Jika kita melintasi jembatan, dimanakah posisi yang menjadi beban terberat yang harus ditahan jembatan ?</li><li>- Bentuk penahan seperti apa yang dapat menahan beban paling kuat ?</li></ul></li><li>• Untuk penguatan, Peserta didik melihat tayangan bentuk bentuk jembatan di <a href="https://youtu.be/6DlwUE3JcU">https://youtu.be/6DlwUE3JcU</a></li></ul>	60 menit

<p><b>2. Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar</b></p>	<p>Peserta didik :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik membentuk kelompok dengan anggota 4 -5 orang</li> <li>• Peserta didik melakukan diskusi dalam kelompok masing-masing serta meminta peserta didik dalam kelompok untuk bekerja sama untuk menyelesaikan masalah.</li> <li>• Peserta didik dalam kelompok melakukan bertukar pendapat, berbagi informasi , dan klarifikasi informasi tentang permasalahan jembatan putus</li> </ul> <p>Guru :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Guru membantu peserta didik membentuk kelompok dengan anggota 4 – 5 orang</i></li> <li>• <i>Guru bersama peserta didik mencoba memahami masalah, dan mengidentifikasi langkah langkah yang perlu dilakukan untuk memecahkan masalah jembatan putus</i></li> </ul>	
<p><b>3. Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok</b></p>	<p>Peserta didik :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik masing-masing kelompok dalam kelompok membahas dan berdiskusi tentang permasalahan berdasarkan petunjuk LKPD</li> <li>• Peserta didik melakukan eksplorasi seperti dalam LKPD</li> <li>• Peserta didik membaca artikel tentang konstruksi jembatan untuk mengaitkan pengetahuan yang dimiliki dengan pemecahan masalah yang dihadapi</li> <li>• Peserta didik mendiskusikan pemecahan masalah dengan menggunakan konsep momen gaya, kesetimbangan benda tegar dan titik berat dari bacaan (buku, majalah, atau internet)</li> </ul> <p>Guru :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Guru mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai dengan melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah.</i></li> <li>• <i>Guru berkeliling mencermati peserta didik dalam kelompok dan menemukan berbagai kesulitan yang di alami peserta didik dan memberikan kesempatan untuk mempertanyakan hal-hal yang belum dipahami</i></li> </ul>	
<p><b>4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</b></p>	<p>Peserta didik :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mendiskusikan cara yang digunakan untuk menemukan semua kemungkinan pemecahan masalah terkait masalah yang diberikan</li> </ul> <p>Guru :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Membantu peserta didik menemukan pemecahan masalah terbaik untuk membuat gambar rancangan</i></li> <li>• <i>Guru memfasilitasi peserta didik mempresentasikan hasil percobaan</i></li> <li>• <i>Guru mendorong peserta didik untuk merumuskan hasil pemecahan masalah dalam sebuah laporan</i></li> </ul>	
<p><b>5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik yang lain dan guru memberikan tanggapan dan menganalisis hasil presentasi meliputi tanya jawab untuk mengkonfirmasi, memberikan tambahan informasi, melengkapi informasi ataupun tanggapan lainnya</li> <li>• Dari hasil presentasi, peserta didik diminta untuk membuat rancangan jembatan low budget namun kokoh</li> </ul>	
<p><b>C. Kegiatan Penutup</b></p>		

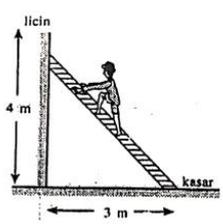
	Peserta didik : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik membuat rangkuman/simpulan dan refleksi pelajaran tentang poin-poin penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan.</li> <li>• Peserta didik mengerjakan soal evaluasi sebagai indikator keberhasilan pembelajaran</li> </ul> Guru : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya</li> <li>• Guru Menutup pembelajaran dengan do'a dan salam.</li> </ul>	15 menit
--	---	----------

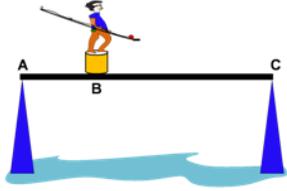
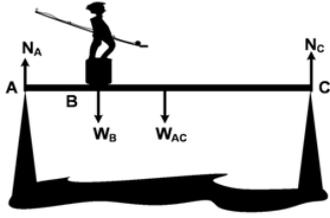
I. Penilaian

Aspek	Teknik	Instrumen
Pengetahuan	Tugas dan tes tertulis	Format penilaian tugas Tes uraian (soal dan penskoran)
Keterampilan	Kinerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lembar Aktivitas peserta didik</li> <li>▪ Format pengamatan kinerja</li> <li>▪ Format penilaian laporan</li> </ul>
	karya	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Format penilaian rancangan jembatan</li> </ul>
Sikap	Observasi	Jurnal (religious, gotong royong, mandiri,)

Lampiran Penilaian:

a. Pengetahuan/Tes Tulis

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Soal	Kunci jawaban	Skor
Disajikan sebuah gambar seseorang menaiki tangga yang disandarkan pada dinding. Peserta didik memprediksi jarak maksimum yang dapat dicapai tanpa membuat tangga tergelincir	<p>Seseorang bermassa 70 kg menaiki tangga homogen yang disandarkan pada dinding vertikal licin dengan sudut kemiringan tertentu seperti tampak pada gambar, bila massa tangga 30 kg, koefisien gesekan antara lantai dan tangga adalah 0,4275, percepatan gravitasi 10 m/s<sup>2</sup>. Maka jarak maksimum yang dapat dicapai orang tersebut tanpa membuat tangga tergelincir adalah .....</p>  <p>a. 1 meter b. 2 meter c. 3 meter d. 4 meter e. 5 meter</p>	C	5

<p>Disajikan ilustrasi sebuah papan kayu yang bertumpu di atas 2 tonggak. Di atas papan diletakkan sebuah tong. seseorang anak menaiki papan. Peserta didik menyelidiki perbandingan gaya yang ditahan oleh masing – masing tonggak Setelah sebelumnya peserta didik menganalisis gaya – gaya yang muncul pada sistem.</p>	 <p>Sebuah papan kayu bermassa 100 kg sepanjang 8 meter bertumpu di atas tonggak A dan C. Di atas papan tersebut diletakkan sebuah tong bermassa 20 kg dengan jarak tong dari tonggak A adalah 2 meter. Diketahui percepatan gravitasi 10 m/s<sup>2</sup>. Jika seseorang bermassa 40 kg berdiri di atas tong. Maka perbandingan gaya yang dialami tonggak A dan C adalah .....</p>		3	
			$W_B = W_{\text{anak}} + W_{\text{tong}} = 600 \text{ N}$ $W_{AC} = 1000 \text{ N}$	1
			<p>Mencari gaya yang dialami tonggak A, titik C jadikan poros</p> $\sum \tau_c = 0$ $-N_A \cdot 8 + W_B \cdot 6 + W_p \cdot 4 = 0$ $-N_A \cdot 8 + 600 \cdot 6 + 1000 \cdot 4 = 0$ $N_A = \frac{7600}{8} \text{ N}$	2
			<p>Mencari gaya yang dialami tonggak C, titik A jadikan poros</p> $\sum \tau_A = 0$ $-W_B \cdot 2 - W_p \cdot 4 + N_C \cdot 8 = 0$ $-600 \cdot 2 - 1000 \cdot 4 + N_C \cdot 8 = 0$ $N_C = \frac{5200}{8} \text{ N}$	2
			$\frac{N_A}{N_C} = \frac{19}{13}$	2
Jumlah skor			15	

Daftar Nilai Pengetahuan/Tes Tulis

Kelas :

KKM :

No	Nama	Ketuntasan		Ket
		Tuntas	Tidak Tuntas	

b. Sikap

Penilaian Observasi

Penilaian observasi berdasarkan pengamatan sikap dan perilaku peserta didik sehari-hari, baik terkait dalam proses pembelajaran maupun secara umum. Pengamatan langsung dilakukan oleh guru. Berikut contoh instrumen penilaian sikap

No	Nama Siswa	Aspek Perilaku yang Dinilai			Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
		RL	GT	MD			
1	Bidadari	80	75	75	230	76,8	SB
2		...	...	...	...	...	...

Keterangan :

- RL : Religius
- GT : Gotong Royong
- MD : Mandiri

Catatan :

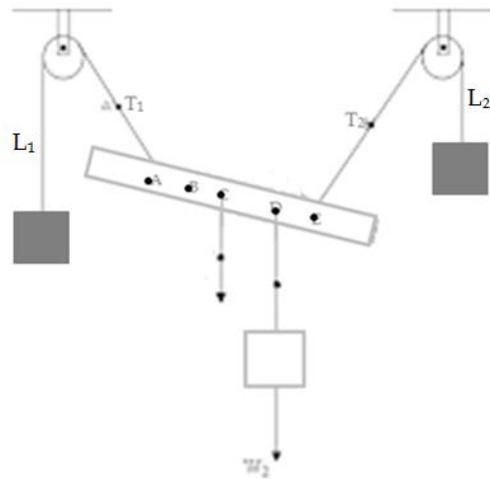
1. Aspek perilaku dinilai dengan kriteria:
  - 100 = Sangat Baik
  - 75 = Baik
  - 50 = Cukup
  - 25 = Kurang
2. Skor maksimal = jumlah sikap yang dinilai dikalikan jumlah kriteria =  $100 \times 3 = 300$
3. Skor sikap = jumlah skor dibagi jumlah sikap yang dinilai =  $230 : 3 = 76,8$
4. Kode nilai / predikat :
  - 75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)
  - 50,01 – 75,00 = Baik (B)
  - 25,01 – 50,00 = Cukup (C)
  - 00,00 – 25,00 = Kurang (K)
6. Format di atas dapat diubah sesuai dengan aspek perilaku yang ingin dinilai

**c. Keterampilan**

**Lembar Kerja Peserta Didik**

**Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) 3.1.3**

- a. Tujuan
  - Menyelidiki syarat – syarat keseimbangan untuk sebuah benda tegar
- b. Alat dan Bahan
  - Penggaris berlubang
  - Benang
  - Katrol gantung
  - Neraca pegas
  - beban
  - kertas millimeter blok
  - spidol
- c. langkah kerja
  1. Timbang massa beban dan batang AB
  2. Susunlah alat dan bahan di atas seperti gambar dibawah ini



2. Sebelum menggantungkan beban, beri usikan pada penggaris, dan selidiki dimana letak poros sistem
3. Gantungkan beban di titik D
4. Ukur jarak titik D terhadap poros
5. Catat gaya Tegang tali yang terukur neraca pegas
6. Sketsa gambar rangkaian yang terbentuk
7. Lakukan prosedur yang sama untuk lubang C dan lubang B

d. Data Pengamatan

Massa beban :

$M_1$  :

$M_2$  :

$M_{BB}$  :

Massa batang ( $M_{BT}$ ) :

Letak poros :

$L_1$  :

$L_2$  :

Titik beban	Jarak titik terhadap poros	$L_1$	$\Delta L_1$	$L_2$	$\Delta L_2$	Sketsa sistem
D						
C						
B						

e. Kesimpulan

1. Manakah dari ketiga kondisi sistem yang kamu buat yang seimbang?

2. Ketika berada di titik D, manakah tali yang menahan beban paling besar ?

3. Ketika berada di titik C, manakah tali yang menahan beban paling besar ?

4. Ketika berada di titik B, manakah tali yang menahan beban paling besar ?

5. Jika dikaitkan dengan konstruksi jembatan, bagaimana rancangan penahan yang baik?

- **Penilaian Unjuk Kerja**

**Instrumen Penilaian Diskusi**

No	Aspek yang Dinilai	100	75	50	25
1	Penguasaan materi diskusi				
2	Kemampuan menjawab pertanyaan				
3	Kemampuan mengolah kata				
4	Kemampuan menyelesaikan masalah				

Keterangan :

100 = Sangat Baik

75 = Baik

50 = Kurang Baik

25 = Tidak Baik

## LEMBAR PENILAIAN KINERJA

### DAFTAR NILAI KETERAMPILAN

No	Nama	Nilai						
		Rumusan pertanyaan	Jawaban sementara	Mencari Informasi	Menganalisa	Simpulan	Presentasi	Total
1								
2								
3								
4								
5								

Nilai = (jumlah skor yang diperoleh / 25) x 100

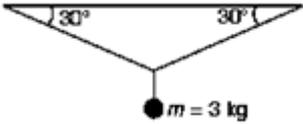
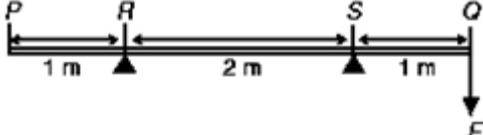
### KRITERIA PENILAIAN KINERJA

No	Aspek Penilaian	Kriteria	Skor	
			satuan	maksimum
1	Merumuskan masalah	Mengajukan pertanyaan secara tertulis	1	4
		Menyampaikan pertanyaan secara lisan	1	
		Pertanyaan sesuai pada tujuan pembelajaran	1	
		Pertanyaan menggunakan kata kerja berfikir tingkat tinggi	1	
2	Mengajukan hipotesis	Mengajukan hipotesis secara tertulis	1	4
		Menyampaikan hipotesis secara lisan	1	
		Jawaban sesuai pada rumusan pertanyaan	1	
		Jawaban membutuhkan penyelidikan	1	
3	Mengumpulkan informasi	Mencermati bacaan pada lembar aktivitas yang diberikan	1	4
		Mereferensikan beberapa literatur	1	
		Terjadi diskusi dalam kelompok	1	
		Melakukan kerjasama dalam kelompok	1	
4	Menganalisa	Analisa mengarah pada Em kekal	1	5
		Analisa disajikan dengan teknik yang mudah dipahami	1	
		Dilengkapi dengan ulasan analisa	1	
		Membandingkan hasil analisa dengan jawaban sementara	1	
		Analisa lebih dari satu metode	1	
5	Menyimpulkan	Menuliskan simpulan secara tertulis	1	4
		Menyampaikan simpulan secara lisan	1	
		Simpulan mengacu hasil analisa	1	
		Konsep simpulan benar	1	
6	Mempresentasikan	Jelas	1	4
		Sistematis	1	
		Lengkap	1	
		Pertanyaan dijawab dengan baik	1	

#### f. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

##### a. Remedial

Bagi peserta didik yang belum memenuhi kriteria ketuntasan minimal (KKM), maka guru bisa memberikan review materi IPK yang belum tuntas / pembelajaran ulang di luar jam pelajaran (diatur guru bersama peserta didik) dan memberikan soal tambahan misalnya sebagai berikut :

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Soal	Kunci jawaban	Skor
<p>Diberikan sebuah gambar bola yang diikat dengan tali yang digantungkan pada dua titik berbeda dengan sudut yang diketahui. Peserta didik menyelidiki besar tegangan tali yang terjadi pada sistem</p>	<p>Sebuah benda bermassa 3 kg diikat dengan tali pada langit-langit. Berapakah tegangan pada tali tersebut? (<math>g = 9,8 \text{ m/s}^2</math>)</p> <p>a. 30,0 N b. 29,4 N c. 17,0 N d. 14,7 N e. 8,5 N</p> 	A	5
<p>Disajikan gambar sebuah batang yang ditopang pada 2 titik. Peserta didik memprediksi gaya minimum yang dibutuhkan untuk membuat batang bergerak miring</p>	<p>Perhatikan gambar di bawah!</p>  <p>panjang batang PQ adalah 4 m dan beratnya 150 N, berapakah gaya minimum F yang dikerjakan di Q agar batang lepas dari penopang di R?</p> <p>a. 50 N    c. 100 N    e. 150 N b. 75 N    d. 125 N</p>	E	5
<b>SKOR TOTAL</b>			10

### CONTOH PROGRAM REMIDI

Sekolah : SMA S NURUL JADID  
 Kelas/Semester : XI / GANJIL  
 Mata Pelajaran : FISIKA  
 Tanggal : .....  
 KKM : 75

No	Nama Peserta Didik	Nilai Pengetahuan	Indikator yang Belum dikuasai	Bentuk Tindakan Remedial	Nilai Setelah Remedial	Ket
1	Syahdu	60	3.1.4 Menerapkan syarat-syarat kesetimbangan benda tegar (C3)	Pembelajaran remedial di luar jam pelajaran dan Tes tulis remedial	75	
2						
			3.1.5 Memecahkan konsep titik berat dan kesetimbangan benda tegar dalam kasus-kasus kehidupan (C3)			

#### b. Pengayaan

- ❖ Pengayaan diberikan untuk menambah wawasan peserta didik mengenai materi pembelajaran yang dapat diberikan kepada peserta didik yang telah tuntas mencapai KKM atau mencapai Kompetensi Dasar.
- ❖ Pengayaan dapat ditagihkan atau tidak ditagihkan, sesuai kesepakatan dengan peserta didik.
- ❖ Direncanakan berdasarkan IPK atau materi pembelajaran yang membutuhkan pengembangan lebih luas yaitu :
  - 3.1.6 Menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada benda tegar pada kondisi benda setimbang (C4)
  - 3.1.7 Menyimpulkan keadaan sistem benda tegar setelah dikenai berbagai gaya (C5)
  - 3.1.8 Menguji hipotesis terhadap rumusan masalah kesetimbangan benda tegar (C5)
  - 4.2.4 Menguji karya hasil penerapan konsep titik berat dan kesetimbangan benda tegar
  - 4.2.5 Mengembangkan desain penerapan konsep titik berat dan kesetimbangan benda tegar

Tugas Pengayaan :  
 Buatlah prototype jembatan dari rancangan jembatan yang telah kamu presentasikan. Uji kekuatan prototype jembatan tersebut dan buatlah laporan

Contoh soal pengayaan :

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Soal	Kunci jawaban	Skor
<b>SKOR TOTAL</b>			

J. Bahan Ajar

- Buku paket
- Artikel konstruksi jembatan
- LKPD

## Artikel

Kesetimbangan statis banyak diaplikasikan dalam bidang teknik, khususnya yang berhubungan dengan desain struktur jembatan. Saudara mungkin sering melewati jembatan untuk menyeberangi sungai atau jalan. Menurut Saudara, bagaimanakah kesetimbangan statis suatu jembatan jika dijelaskan secara Fisika?

Suatu jembatan sederhana dapat dibuat dari batang pohon atau lempengan batu yang disangga di kedua ujungnya. Sebuah jembatan, walaupun hanya berupa jembatan sederhana, harus cukup kuat menahan berat jembatan itu sendiri, kendaraan, dan orang yang menggunakannya. Jembatan juga harus tahan terhadap pengaruh kondisi lingkungan. Seiring dengan perkembangan jaman dan kemajuan teknologi, dibuatlah jembatan-jembatan yang desain dan konstruksinya lebih panjang dan indah, serta terbuat dari material yang lebih kuat dan ringan, seperti baja. Secara umum, terdapat tiga jenis konstruksi jembatan. Marilah pelajari pembahasan kesetimbangan gaya-gaya yang bekerja pada setiap jenis jembatan berikut.

### 1. Jembatan Kantilever

Jembatan kantilever adalah jembatan panjang yang mirip dengan jembatan sederhana yang terbuat dari batang pohon atau lempengan batu, tetapi penyangganya berada di tengah. Pada bagian-bagiannya terdapat kerangka keras dan kaku (terbuat dari besi atau baja). Bagian-bagian kerangka pada jembatan kantilever ini meneruskan beban yang ditanggungnya ke ujung penyangga jembatan melalui kombinasi antara tegangan dan regangan. Tegangan timbul akibat adanya pasangan gaya yang arahnya menuju satu sama lain, sedangkan regangan ditimbulkan oleh pasangan gaya yang arahnya saling berlawanan.

Kombinasi antara pasangan gaya yang berupa regangan dan tegangan, menyebabkan setiap bagian jembatan yang berbentuk segitiga membagi berat beban jembatan secara sama rata sehingga meningkatkan perbandingan antara kekuatan terhadap berat jembatan. Pada umumnya, jembatan kantilever digunakan sebagai penghubung jalan yang jaraknya tidak terlalu jauh, karena jembatan jenis ini hanya cocok untuk rentang jarak 200 m sampai dengan 400 m.



**Gambar 7. Jembatan Kantilever**

Sumber: <http://berbagi-ilmu13.blogspot.com>

### 2. Jembatan Lengkung

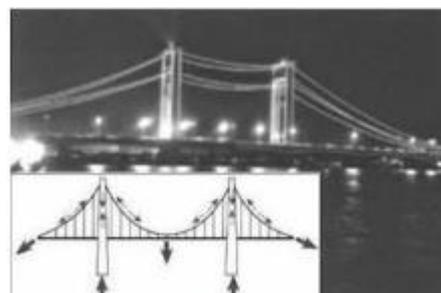
Jembatan lengkung adalah jembatan yang konstruksinya berbentuk busur setengah lingkaran dan memiliki struktur ringan dan terbuka. Rentang maksimum yang dapat dicapai oleh jembatan ini adalah sekitar 900 m. Pada jembatan lengkung ini, berat jembatan serta beban yang ditanggung oleh jembatan (dari kendaraan dan orang yang melaluinya) merupakan gaya-gaya yang saling berpasangan membentuk tekanan. Oleh karena itu, selain menggunakan baja, jembatan jenis ini dapat menggunakan batuan-batuan sebagai material pembangunnya. Desain busur jembatan menghasilkan sebuah gaya yang mengarah ke dalam dan ke luar pada dasar lengkungan busur



**Gambar 8. Jembatan Lengkung**

Sumber: <http://berbagi-ilmu13.blogspot.com>

### 3. Jembatan Gantung



**Gambar 9. Jembatan Gantung**

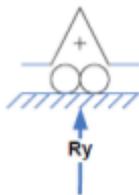
Sumber: <http://berbagi-ilmu13.blogspot.com>

Jembatan gantung adalah jenis konstruksi jembatan yang menggunakan kabel-kabel baja sebagai penggantungnya, dan terentang di antara menara-menara. Setiap ujung kabel-kabel penggantung tersebut ditanamkan pada jangkar yang tertanam di pinggiran pantai. Jembatan gantung menyangga bebannya dengan cara menyalurkan beban tersebut (dalam bentuk tekanan oleh gaya-gaya) melalui kabel-kabel baja menuju menara penyangga. Kemudian, gaya tekan tersebut diteruskan oleh menara penyangga ke tanah. Jembatan gantung ini memiliki perbandingan antara kekuatan terhadap berat jembatan yang paling besar, jika dibandingkan dengan jenis jembatan lainnya. Oleh karena itu, jembatan gantung dapat dibuat lebih panjang, seperti Jembatan Akashi-Kaikyo di Jepang yang memiliki panjang rentang antar menara 1780 m.

Dalam benda tegar, ukuran benda tidak diabaikan. Sehingga gaya-gaya yang bekerja pada benda hanya mungkin menyebabkan gerak translasi dan rotasi terhadap suatu poros. Pada benda tegar di kenal titik berat. Salah satu contoh aplikasi titik berat adalah tim acrobat yang membentuk piramid, lalu berjalan di atas tali yang terhubung dengan ketinggian 20 m.

### Tumpuan dan Beban Konstruksi

Terdapat tiga jenis tumpuan atau peletakan yang biasa digunakan dalam suatu konstruksi yaitu tumpuan sendi, tumpuan roll, tumpuan jepit.



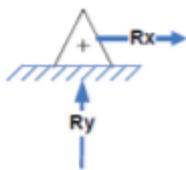
#### 1) Tumpuan Roll

- Dapat memberikan reaksi berupa gaya vertikal ( $R_y = F_y$ )
- Tidak dapat menerima gaya horizontal ( $F_x$ ).
- Tidak dapat menerima momen
- Jika diberi gaya horisontal, akan bergerak menggelinding karena sifat roll.

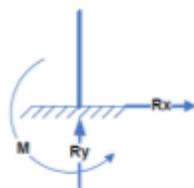


**Gambar 10.**  
Tumpuan Rol

#### 2) Tumpuan Sendi (engsel)



- Mampu menerima 2 reaksi gaya :
  - a) gaya vertikal ( $F_y$ )
  - b) gaya horisontal ( $F_x$ )
- Tidak dapat menerima momen ( $M$ ).
- Jika diberi beban momen, karena sifat sendi, maka akan berputar.



#### 3) Tumpuan Jepit

- Dapat menerima semua reaksi:
  - a) gaya vertikal ( $F_y$ )
  - b) gaya horizontal ( $F_x$ )
  - c) momen ( $M$ )
- Dijepit berarti dianggap tidak ada gerakan sama sekali.



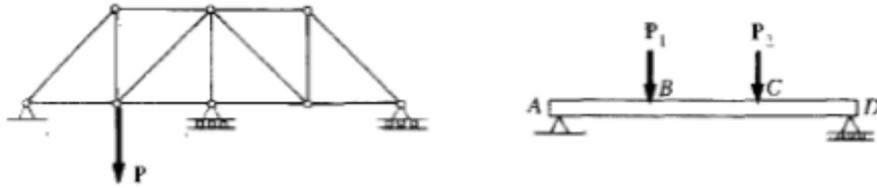
**Gambar 12.** Tumpuan Jepit

### Beban (muatan)

Beban (muatan) merupakan aksi/ gaya/ beban yang mengenai struktur. Beban dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan cara bekerja dari beban tersebut.

#### 1) Beban titik/beban terpusat.

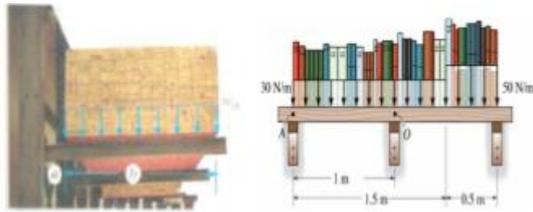
Beban yang mengenai struktur hanya pada satu titik tertentu secara terpusat.



Gambar 13. Beban Titik

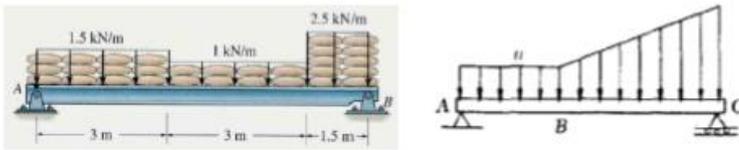
2) Beban terdistribusi merata.

Beban yang mengenai struktur tidak terpusat tetapi terdistribusi, baik terdistribusi merata ataupun tidak merata. Sebagai contoh beban angin, air dan tekanan.



(a) Diagram gaya Papan rak buku

(b) Papan rak buku di dinding



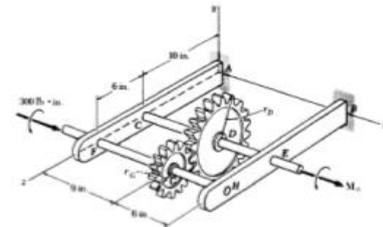
(a) Bak mobil truk pengangkut beban

(b) Diagram gaya bak mobil truk terbebani

Gambar 14. Beban Merata

3) Beban momen.

Beban momen dapat berupa adanya beban titik pada konstruksi menimbulkan momen atau momen yang memang diterima oleh konstruksi seperti momen punter (torsi) pada poros transmisi.



Gambar 15. Beban Momen

Sumber artikel : Buku Panduan Guru Inti Program PKP 2019