

MODUL PRAKTIKUM BERBASIS SIMULASI PhET

Simulasi PhET: Balancing Act (Jungkat-Jungkit)

A. Identitas

Judul Praktikum : Keseimbangan Momen Gaya pada Jungkat-Jungkit
Menggunakan PhET

Bagian Simulasi : Balance Lab

Materi : Momen Gaya dan Keseimbangan Benda Tegar

Nama : ...

Kelas/Kelompok : ...

Nama Kelompok : 1.
2.
3.

Hari/Tanggal : .../....

B. Tujuan Praktikum

Setelah melakukan praktikum menggunakan simulasi PhET, praktikan diharapkan mampu:

1. Menentukan pengaruh massa benda terhadap keseimbangan jungkat-jungkit.
2. Menentukan pengaruh jarak benda dari titik tumpu terhadap besar torsi.
3. Menjelaskan hubungan antara massa, jarak, dan keseimbangan jungkat-jungkit berdasarkan hasil pengamatan.

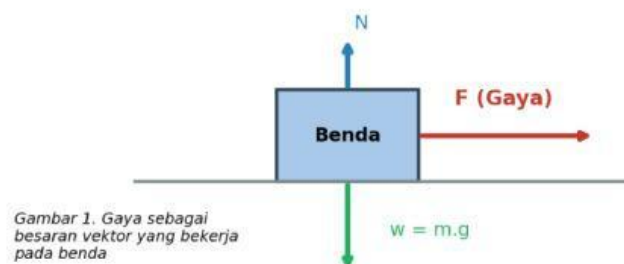
C. Dasar Teori

1. Gaya

Gaya adalah besaran vektor berupa tarikan atau dorongan yang dapat menyebabkan benda mengalami perubahan gerak, baik berupa perubahan kecepatan, arah gerak, maupun bentuk benda (Setyawan, 2020). Karena tergolong besaran vektor, gaya memiliki nilai (besar) sekaligus arah, sehingga dua gaya atau lebih yang bekerja pada benda yang sama dapat saling memperkuat atau saling meniadakan tergantung arah kerjanya. Dalam Sistem Internasional (SI), satuan gaya dinyatakan dalam newton (N).

Berdasarkan Hukum II Newton, besar gaya berbanding lurus dengan massa benda dan percepatan yang ditimbulkannya, yang dirumuskan sebagai $F = m \times a$

(Setyawan, 2020). Pada sistem jungkat-jungkit dalam simulasi PhET Balancing Act, gaya yang paling berperan terhadap kesetimbangan adalah gaya berat (w), yaitu gaya yang bekerja pada setiap benda akibat tarikan gravitasi bumi, dengan besar $w = m \times g$. Gaya berat inilah yang pada akhirnya menghasilkan efek putar (torsi) terhadap titik tumpu jungkat-jungkit, sehingga dapat memengaruhi kondisi kesetimbangannya.



2. Torsi

Torsi atau momen gaya adalah besaran yang menyatakan kecenderungan suatu gaya untuk memutar benda terhadap suatu titik poros atau titik tumpu tertentu (Direktorat SMA Kemdikbud, 2020). Besar torsi ditentukan oleh dua faktor utama, yaitu besar gaya yang bekerja (F) dan panjang lengan gaya (r), yakni jarak tegak lurus dari titik tumpu ke garis kerja gaya tersebut. Secara matematis, torsi dirumuskan sebagai:

$$\tau = r F \sin \theta$$

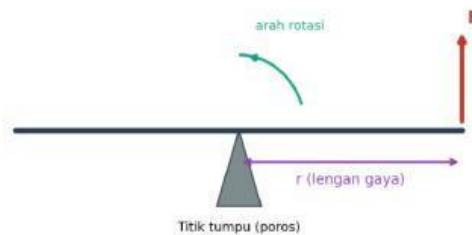
atau jika gaya bekerja tegak lurus terhadap lengan gaya, maka:

$$\tau = Fr$$

dengan τ adalah torsi dalam $\text{N}\cdot\text{m}$, adalah gaya dalam N , dan r adalah jarak dari titik tumpu dalam meter.

Pada sistem jungkat-jungkit, gaya yang bekerja pada tiap benda adalah gaya beratnya sendiri ($w = m \times g$), sehingga persamaan torsi dapat dituliskan menjadi $\tau = m \times g \times r$, dengan m adalah massa benda, g adalah percepatan gravitasi, dan r adalah jarak benda terhadap titik tumpu. Torsi merupakan besaran vektor sehingga

memiliki arah putar; torsi yang cenderung memutar benda searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam dibedakan tandanya (Halliday, Resnick, & Walker, 2014, sebagaimana dikutip dalam Maulani, Amelia, & Amnie, 2025). Dengan demikian, semakin besar massa benda atau semakin jauh jaraknya dari titik tumpu, semakin besar pula torsi yang dihasilkan.



Gambar 2. Torsi $\tau = F \times r$, dihasilkan oleh gaya F pada jarak r dari titik tumpu

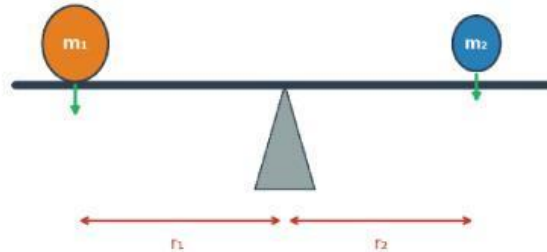
3. Keseimbangan

Keseimbangan (kesetimbangan) benda tegar adalah suatu keadaan ketika benda tidak mengalami perubahan gerak translasi maupun rotasi. Secara matematis, keadaan ini dinyatakan melalui dua syarat kesetimbangan, yaitu resultan gaya sama dengan nol ($\Sigma F = 0$) dan resultan torsi terhadap sembarang titik acuan juga sama dengan nol ($\Sigma \tau = 0$) (Halliday, Resnick, & Walker, 2014, sebagaimana dikutip dalam Maulani, Amelia, & Amnie, 2025). Pada sistem jungkat-jungkit yang hanya dipengaruhi oleh gaya berat dua benda di kedua sisi titik tumpu, syarat kesetimbangan rotasi tersebut dapat dituliskan sebagai:

$$\Sigma \tau = 0 \rightarrow \tau_1 = \tau_2 \rightarrow m_1 \times g \times r_1 = m_2 \times g \times r_2$$

Penelitian eksperimental Maulani, Amelia, dan Amnie (2025) yang menggunakan alat peraga sistem balok dan pivot menunjukkan bahwa kondisi setimbang secara konsisten tercapai ketika momen gaya di kedua sisi titik tumpu bernilai hampir sama, dengan selisih rata-rata di bawah 0,002 N·m, serta ketika posisi pusat massa sistem berimpit dengan titik tumpu. Prinsip yang sama berlaku pada simulasi PhET Balancing Act – Balance Lab yang digunakan dalam praktikum ini: jungkat-jungkit akan miring ke sisi yang memiliki torsi lebih besar, dan berada pada posisi mendatar (seimbang) ketika torsi pada kedua sisi sama besar tetapi berlawanan arah.

Kondisi setimbang: $m_1 \cdot g \cdot r_1 = m_2 \cdot g \cdot r_2$



Gambar 3. Kestimbangan jungkat-jungkit tercapai ketika torsi di kedua sisi titik tumpu sama besar dan berlawanan arah

4. Hubungan Massa dan jarak terhadap Kestimbangan

Massa dan jarak benda dari titik tumpu merupakan faktor yang menentukan besar torsi pada jungkat-jungkit. Berdasarkan persamaan $\tau = mgr$, apabila massa benda diperbesar sementara jaraknya tetap, maka besar torsi juga meningkat. Sebaliknya, apabila jarak benda dari titik tumpu diperbesar sementara massanya tetap, maka torsi yang dihasilkan juga semakin besar. Oleh karena itu, perubahan massa maupun jarak dapat menyebabkan perubahan kondisi keseimbangan jungkat-jungkit.

Kestimbangan pada jungkat-jungkit ditentukan oleh kesamaan torsi pada kedua sisi titik tumpu. Jika torsi pada sisi kiri lebih besar daripada sisi kanan, jungkat-jungkit akan cenderung berputar ke arah sisi kiri, sedangkan jika torsi pada sisi kanan lebih besar, jungkat-jungkit akan cenderung berputar ke arah sisi kanan. Ketika kedua torsi memiliki besar yang sama dan arah yang berlawanan, jungkat-jungkit berada dalam keadaan seimbang. Prinsip hubungan antara massa, panjang lengan gaya, torsi, dan kestimbangan tersebut juga digunakan dalam pengujian eksperimen kestimbangan benda tegar.

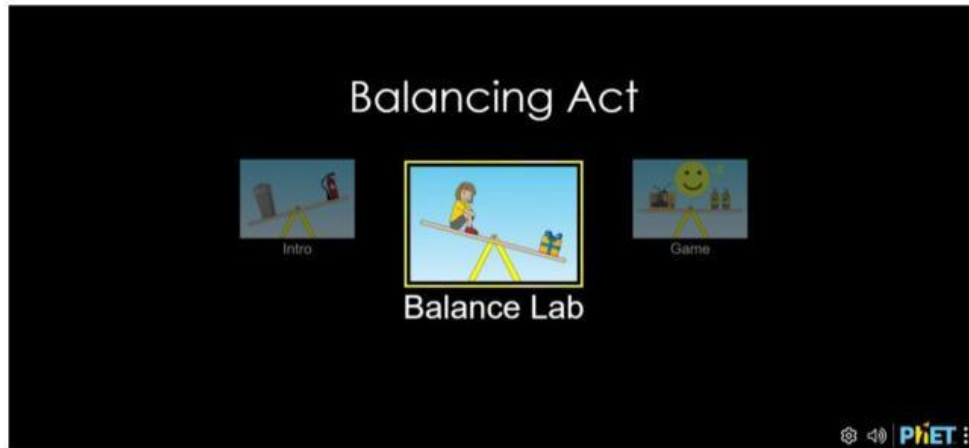
D. Perangkat dan Media Pembelajaran

1. Laptop/computer/HP
2. Akses internet
3. Simulasi PhET Balancing Act (Jungkat-Jungkit)
4. Alat tulis
5. Lembar kerja praktikum

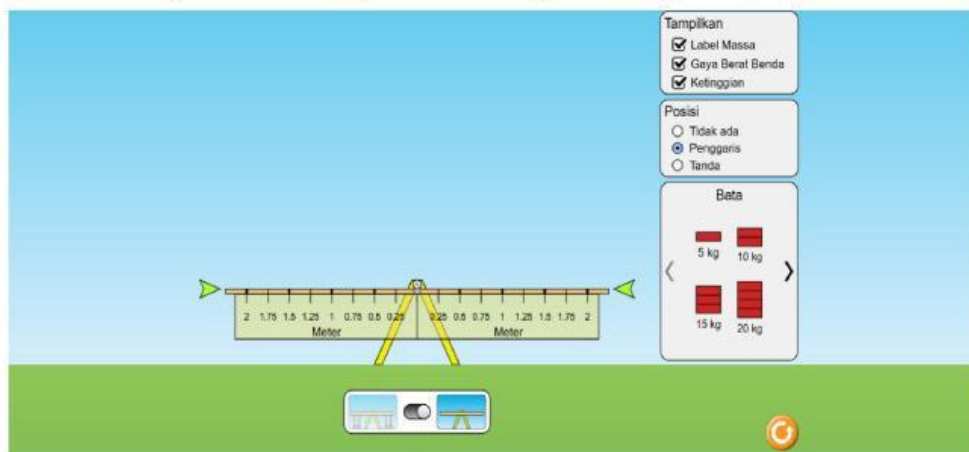
E. Prosedur Kerja

Kegiatan 1. Pengaruh Massa terhadap Kesetimbangan Jungkat-Jungkit

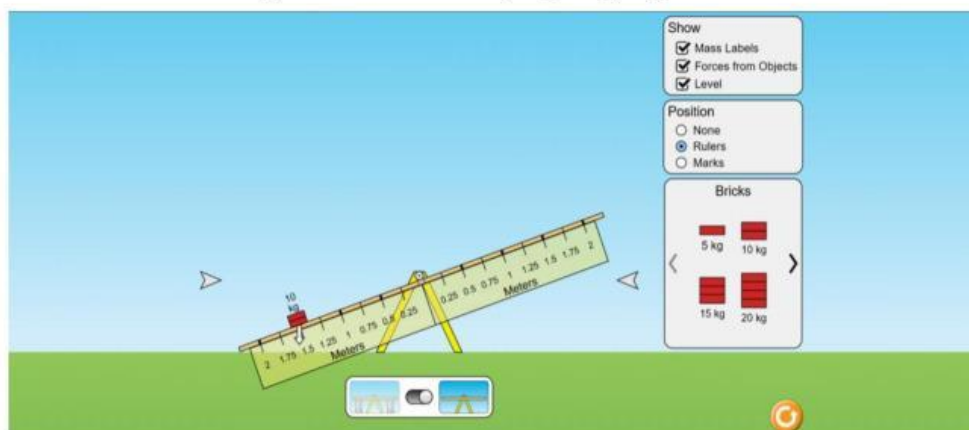
1. Buka simulasi PhET Balancing Act dan pilih bagian Balance Lab.



2. Aktifkan tampilan massa, gaya berat, ketinggian, dan posisi penggaris.

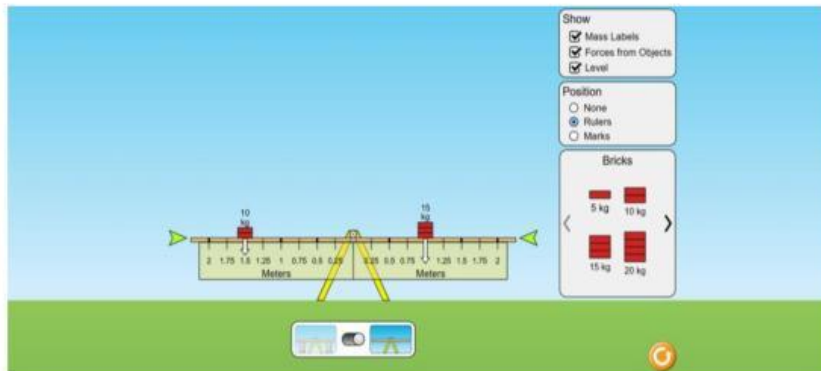


3. Letakkan satu benda pada salah satu sisi jungkat-jungkit.



4. Catat massa dan jarak benda terhadap titik tumpu.

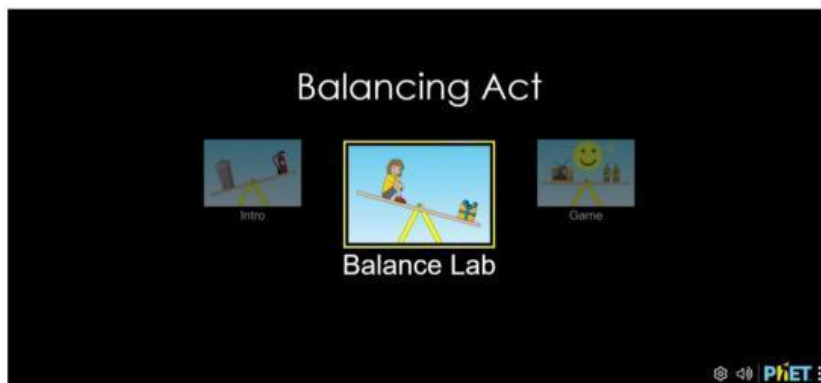
5. Letakkan benda kedua pada sisi berlawanan.



6. Atur jarak benda kedua hingga jungkat-jungkit berada dalam keadaan seimbang.
7. Catat massa dan jarak kedua benda.
8. Ulangi percobaan dengan massa benda yang berbeda.
9. Pastikan jarak salah satu benda tetap untuk mengetahui pengaruh perubahan massa terhadap jarak keseimbangan.
10. Catat seluruh hasil pengamatan pada tabel data.
11. Bandingkan hubungan massa dan jarak benda pada setiap percobaan.

Kegiatan 2. Pengaruh Jarak terhadap Torsi dan Keseimbangan

1. Gunakan kembali simulasi PhET Balancing Act pada bagian Balance Lab



2. Pilih dua benda dengan massa yang berbeda.
3. Letakkan kedua benda pada sisi berlawanan dari titik tumpu.
4. Atur jarak kedua benda hingga jungkat-jungkit berada dalam keadaan seimbang.
5. Catat massa dan jarak masing-masing benda.
6. Ubah jarak salah satu benda dari titik tumpu.
7. Amati perubahan posisi jungkat-jungkit.
8. Kembalikan benda ke posisi awal menggunakan tombol reset.

9. Ulangi percobaan dengan variasi jarak yang berbeda.
10. Hitung besar torsi pada kedua sisi menggunakan persamaan $\tau = mgr$.
11. Bandingkan besar torsi pada kondisi seimbang dan tidak seimbang.
12. Catat hasil pengamatan dan perhitungan pada tabel data.

F. Hasil Pengamatan

Kegiatan 1. Pengaruh Massa terhadap Keseimbangan Jungkat-Jungkit

Massa benda 1: 15 kg

Jarak benda 1: 2 m

Percepatan gravitasi: $9,8 \text{ m/s}^2$

Tabel 1.1 Pengaruh Massa terhadap Keseimbangan Jungkat-Jungkit

No.	Massa Benda 2 (kg)	Jarak Benda 2 (m)	Kondisi Keseimbangan Jungkat-Jungkit	Keterangan
1.	5	2	Miring ke kiri	Torsi benda 1 lebih besar daripada torsi benda 2
2.	10	2	Miring ke kiri	Torsi benda 1 lebih besar daripada torsi benda 2
3.	15	2	Seimbang	Torsi benda 1 sama dengan torsi benda 2
4.	20	2	Miring ke kanan	Torsi benda 2 lebih besar daripada torsi benda 1
5.	30	2	Miring ke kanan	Torsi benda 2 lebih besar daripada torsi benda 1

Kegiatan 2. Pengaruh Jarak terhadap Torsi dan Keseimbangan

Massa benda 1: 30 kg

Massa benda 2: 15 kg

Percepatan gravitasi: $9,8 \text{ m/s}^2$

Tabel 2.1 Pengaruh Massa terhadap Keseimbangan Jungkat-Jungkit

No.	Jarak Benda 1 (m)	Jarak Benda 2 (m)	Torsi Kiri (N.m)	Torsi Kanan (N.m)	Kondisi
1.	0,25	1,5	73,5	220,5	Miring ke kanan
2.	0,5	1,5	147	220,5	Miring ke kanan
3.	0,75	1,5	220,5	220,5	Seimbang
4.	1,25	1,5	367,5	220,5	Miring ke kiri
5.	1,5	1,5	441	220,5	Miring ke kiri

G. Analisis Data dan Pembahasan

Kegiatan 1. Pengaruh Massa terhadap Kesetimbangan Jungkat-Jungkit

Pada kegiatan pertama, massa benda 1 dibuat tetap sebesar 15 kg dengan jarak 2 m dari titik tumpu, sedangkan massa benda 2 divariasikan pada jarak tetap 2 m. Percepatan gravitasi yang digunakan adalah $9,8 \text{ m/s}^2$.

Besar torsi dihitung menggunakan persamaan:

$$\tau = m \times g \times r$$

Torsi benda 1 sebagai pembanding adalah:

$$\tau_1 = 15 \times 9,8 \times 2 = 294 \text{ N}\cdot\text{m}$$

No.	Massa Benda 2 (kg)	Torsi Benda 2 (N·m)	Perbandingan Torsi	Kondisi
1	5	98	$\tau_1 > \tau_2$	Miring ke kiri
2	10	196	$\tau_1 > \tau_2$	Miring ke kiri
3	15	294	$\tau_1 = \tau_2$	Seimbang
4	20	392	$\tau_1 < \tau_2$	Miring ke kanan
5	30	588	$\tau_1 < \tau_2$	Miring ke kanan

Data 1

Massa benda 2 sebesar 5 kg dan jaraknya 2 m. Torsi benda 2 adalah $\tau_2 = 5 \times 9,8 \times 2 = 98 \text{ N}\cdot\text{m}$. Nilai tersebut lebih kecil daripada torsi benda 1 sebesar $294 \text{ N}\cdot\text{m}$. Oleh karena itu, berdasarkan hasil simulasi, jungkat-jungkit miring ke kiri.

Data 2

Massa benda 2 sebesar 10 kg dengan jarak tetap 2 m menghasilkan $\tau_2 = 10 \times 9,8 \times 2 = 196 \text{ N}\cdot\text{m}$. Torsi benda 2 meningkat dibandingkan data sebelumnya, tetapi masih lebih kecil daripada $\tau_1 = 294 \text{ N}\cdot\text{m}$. Jungkat-jungkit tetap miring ke kiri.

Data 3

Massa benda 2 sebesar 15 kg dengan jarak 2 m menghasilkan $\tau_2 = 15 \times 9,8 \times 2 = 294 \text{ N}\cdot\text{m}$. Nilai ini sama dengan torsi benda 1. Karena kedua torsi sama besar dan bekerja pada sisi yang berlawanan, jungkat-jungkit berada dalam keadaan seimbang.

Data 4

Massa benda 2 sebesar 20 kg menghasilkan $\tau_2 = 20 \times 9,8 \times 2 = 392 \text{ N}\cdot\text{m}$. Torsi benda 2 lebih besar daripada torsi benda 1 sebesar $294 \text{ N}\cdot\text{m}$ sehingga jungkat-jungkit berdasarkan simulasi miring ke kanan.

Data 5

Massa benda 2 sebesar 30 kg menghasilkan $\tau_2 = 30 \times 9,8 \times 2 = 588 \text{ N}\cdot\text{m}$. Torsi benda 2 menjadi lebih besar daripada torsi benda 1 sehingga jungkat-jungkit tetap miring ke kanan.

Pembahasan Kegiatan 1

Berdasarkan kelima data tersebut, pada jarak yang tetap sebesar 2 m, peningkatan massa benda 2 menyebabkan peningkatan besar torsi. Ketika torsi benda 2 lebih kecil daripada torsi benda 1, jungkat-jungkit miring ke kiri. Ketika kedua torsi sama besar, jungkat-jungkit seimbang. Ketika torsi benda 2 lebih besar, jungkat-jungkit miring

Kegiatan 2. Pengaruh Jarak terhadap Torsi dan Keseimbangan

Pada kegiatan kedua, massa benda 1 sebesar 30 kg dan massa benda 2 sebesar 15 kg. Jarak benda 2 dari titik tumpu dipertahankan sebesar 1,5 m, sedangkan jarak benda 1 divariasikan. Percepatan gravitasi yang digunakan adalah $9,8 \text{ m/s}^2$.

Torsi benda 2 sebagai pembanding adalah:

$$\tau_2 = 15 \times 9,8 \times 1,5 = 220,5 \text{ N}\cdot\text{m}$$

No.	Jarak Benda 1 (m)	Torsi Kiri (N·m)	Torsi Kanan (N·m)	Kondisi
1	0,25	73,5	220,5	Miring ke kanan
2	0,5	147	220,5	Miring ke kanan
3	0,75	220,5	220,5	Seimbang
4	1,25	367,5	220,5	Miring ke kiri
5	1,5	441	220,5	Miring ke kiri

Data 1

Jarak benda 1 sebesar 0,25 m menghasilkan torsi $\tau_1 = 30 \times 9,8 \times 0,25 = 73,5 \text{ N}\cdot\text{m}$. Torsi kiri lebih kecil daripada torsi kanan sebesar 220,5 N·m sehingga jungkat-jungkit miring ke kanan.

Data 2

Jarak benda 1 diperbesar menjadi 0,5 m sehingga $\tau_1 = 30 \times 9,8 \times 0,5 = 147 \text{ N}\cdot\text{m}$. Torsi benda 1 meningkat, tetapi masih lebih kecil daripada torsi benda 2 sebesar 220,5 N·m. Oleh karena itu, jungkat-jungkit masih miring ke kanan.

Data 3

Jarak benda 1 sebesar 0,75 m menghasilkan $\tau_1 = 30 \times 9,8 \times 0,75 = 220,5 \text{ N}\cdot\text{m}$. Torsi

kiri sama dengan torsi kanan, yaitu 220,5 N·m. Oleh karena itu, jungkat-jungkit berada dalam keadaan seimbang.

Data 4

Jarak benda 1 diperbesar menjadi 1,25 m sehingga $\tau_1 = 30 \times 9,8 \times 1,25 = 367,5 \text{ N}\cdot\text{m}$. Torsi kiri lebih besar daripada torsi kanan sebesar 220,5 N·m sehingga jungkat-jungkit miring ke kiri.

Data 5

Jarak benda 1 sebesar 1,5 m menghasilkan $\tau_1 = 30 \times 9,8 \times 1,5 = 441 \text{ N}\cdot\text{m}$. Torsi kiri semakin besar dan lebih besar daripada torsi kanan sehingga jungkat-jungkit tetap miring ke kiri.

Pembahasan Kegiatan 2

Berdasarkan kelima data tersebut, perubahan jarak benda 1 menyebabkan perubahan besar torsi meskipun massanya tetap. Torsi meningkat dari 73,5 N·m pada jarak 0,25 m menjadi 441 N·m pada jarak 1,5 m. Pada jarak 0,75 m, torsi benda 1 sama dengan torsi benda 2 sehingga terjadi kesetimbangan. Dengan demikian, data Kegiatan 2 menunjukkan bahwa semakin besar jarak benda dari titik tumpu pada massa yang tetap, semakin besar torsi yang dihasilkan.

Pembahasan Keseluruhan

Hasil kedua kegiatan menunjukkan bahwa massa dan jarak benda dari titik tumpu memengaruhi besar torsi. Torsi dapat dinyatakan dengan persamaan $\tau = m \times g \times r$. Pada Kegiatan 1, massa diubah sementara jarak tetap, sedangkan pada Kegiatan 2, jarak diubah sementara massa tetap.

Kondisi kesetimbangan jungkat-jungkit terjadi ketika:

$$\tau_1 = \tau_2$$

atau:

$$m_1 \times g \times r_1 = m_2 \times g \times r_2$$

Hasil simulasi menunjukkan kondisi seimbang pada Kegiatan 1 ketika massa benda 2 sebesar 15 kg dan pada Kegiatan 2 ketika jarak benda 1 sebesar 0,75 m. Pada kedua kondisi tersebut, besar torsi pada kedua sisi adalah sama, yaitu 294 N·m pada Kegiatan 1 dan 220,5 N·m pada Kegiatan 2.

Dengan demikian, hasil simulasi PhET Balancing Act – Balance Lab mendukung hipotesis bahwa peningkatan massa pada jarak tetap meningkatkan torsi, peningkatan jarak pada massa tetap meningkatkan torsi, dan jungkat-jungkit mencapai kesetimbangan ketika torsi pada kedua sisi sama besar dan berlawanan arah.

H. Tugas Pendahuluan

1. Apa yang dimaksud dengan torsi?
2. Bagaimana hubungan antara gaya, massa, dan torsi pada jungkat-jungkit?
3. Tuliskan rumus torsi dan jelaskan satuan SI untuk setiap variabelnya.
4. Bagaimana hubungan antara massa benda dan jaraknya terhadap titik tumpu agar jungkat-jungkit seimbang?
5. Mengapa benda yang lebih berat harus ditempatkan lebih dekat dengan titik tumpu?
6. Apa yang dimaksud dengan kesetimbangan rotasi?
7. Sebutkan fungsi fitur massa, jarak, dan titik tumpu pada simulasi PhET Balancing Act.

I. Lembar Kerja

1. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh massa benda terhadap kesetimbangan jungkat-jungkit?
2. Bagaimana pengaruh jarak benda terhadap besar torsi?
3. Bagaimana hubungan antara massa, jarak, dan kesetimbangan jungkat-jungkit?

2. Rumusan Hipotesis

1. Jika massa benda diperbesar pada jarak yang tetap, maka torsi yang dihasilkan akan semakin besar.
2. Jika jarak benda dari titik tumpu diperbesar pada massa yang tetap, maka torsi yang dihasilkan akan semakin besar.
3. Jika dua benda memiliki torsi yang sama besar dan berlawanan arah, maka jungkat-jungkit akan berada dalam keadaan seimbang.

3. Identifikasi Variabel

Kegiatan 1. Pengaruh Massa terhadap Kesetimbangan Jungkat-Jungkit

1. Variabel Kontrol	: Massa benda 1 (kg) Jarak benda 1 (m) Jarak benda 2 (m) Percepatan gravitasi (m/s^2)
2. Variabel Manipulasi	: Massa benda 2 (kg)
3. Variabel Respon	: Kondisi kesetimbangan jungkat-jungkit

Kegiatan 2. Pengaruh Jarak terhadap Torsi dan Kesetimbangan

1. Variabel Kontrol	: Massa benda 1 (kg) Massa benda 2 (kg) Jarak benda 2 (m) Percepatan gravitasi (m/s^2)
2. Variabel Manipulasi	: Jarak benda 1 (m)
3. Variabel Respon	: Besar Torsi (N.m) Kondisi Kesetimbangan

4. Definisi Operasional Variabel

1. Massa benda (1 dan 2) merupakan besaran yang menunjukkan banyaknya materi pada benda yang diletakkan pada jungkat-jungkit dalam simulasi PhET. Massa benda 1 diletakkan pada salah satu sisi jungkat-jungkit dan massa benda 2 diletakkan pada sisi lainnya. Kedua massa tersebut dinyatakan dalam satuan kilogram (kg).
2. Jarak benda (1 dan 2) merupakan panjang antara posisi benda dan titik tumpu jungkat-jungkit. Jarak benda 1 diukur dari posisi benda 1 ke titik tumpu jungkat-jungkit, sedangkan jarak benda 2 diukur dari posisi benda 1 ke titik tumpu jungkat-jungkit. Kedua jarak tersebut dinyatakan dalam satuan meter (m).
3. Percepatan gravitasi adalah percepatan yang dialami benda akibat gaya gravitasi bumi yang digunakan dalam perhitungan torsi pada simulasi. Percepatan gravitasi dinyatakan dalam satuan meter per sekon kuadrat (m/s^2).
4. Kondisi kesetimbangan jungkat-jungkit adalah keadaan ketika jungkat-jungkit berada dalam posisi seimbang dan tidak berotasi terhadap titik tumpu, yang ditandai dengan besar torsi pada sisi kiri sama dengan besar

torsi pada sisi kanan dan arahnya berlawanan. Kondisi ini diamati melalui simulasi PhET Balance Lab.

5. Besar torsi adalah ukuran kemampuan gaya berat benda untuk memutar jungkat-jungkit terhadap titik tumpu. Besarnya torsi ditentukan oleh massa benda, percepatan gravitasi, dan jarak benda dari titik tumpu, serta dinyatakan dalam satuan newton meter ($\text{N}\cdot\text{m}$).

J. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data pada simulasi PhET Balance Lab mengenai torsi dan kesetimbangan benda tegar, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pengaruh massa benda terhadap kesetimbangan jungkat-jungkit

Berdasarkan hasil Kegiatan 1, perubahan massa benda pada jarak yang tetap memengaruhi besar torsi dan kondisi kesetimbangan jungkat-jungkit. Dengan massa benda 1 sebesar 15 kg pada jarak 2 m, diperoleh torsi sebesar $294 \text{ N}\cdot\text{m}$. Ketika massa benda 2 sebesar 5 kg dan 10 kg, torsinya masing-masing $98 \text{ N}\cdot\text{m}$ dan $196 \text{ N}\cdot\text{m}$ sehingga jungkat-jungkit miring ke kiri. Pada massa benda 2 sebesar 15 kg, torsi yang dihasilkan sebesar $294 \text{ N}\cdot\text{m}$ dan sistem berada dalam keadaan seimbang. Sementara itu, ketika massa benda 2 dinaikkan menjadi 20 kg dan 30 kg, torsinya menjadi $392 \text{ N}\cdot\text{m}$ dan $588 \text{ N}\cdot\text{m}$ sehingga jungkat-jungkit miring ke kanan. Dengan demikian, semakin besar massa benda pada jarak yang sama, semakin besar pula torsi yang dihasilkan dan semakin besar pengaruhnya terhadap kesetimbangan jungkat-jungkit.

2. Pengaruh jarak benda dari titik tumpu terhadap besar torsi

Berdasarkan hasil Kegiatan 2, perubahan jarak benda dari titik tumpu memengaruhi besar torsi. Dengan massa benda 1 sebesar 30 kg, massa benda 2 sebesar 15 kg, dan jarak benda 2 sebesar 1,5 m, torsi benda 2 tetap sebesar $220,5 \text{ N}\cdot\text{m}$. Ketika jarak benda 1 bertambah dari 0,25 m hingga 1,5 m, torsi benda 1 meningkat dari $73,5 \text{ N}\cdot\text{m}$ menjadi $441 \text{ N}\cdot\text{m}$. Pada jarak 0,75 m, torsi benda 1 sama dengan torsi benda 2, yaitu $220,5 \text{ N}\cdot\text{m}$, sehingga jungkat-jungkit berada dalam keadaan seimbang. Dengan demikian, semakin jauh benda dari titik tumpu, semakin besar torsi yang dihasilkan apabila massa dan percepatan gravitasi tetap.

3. Hubungan massa, jarak, torsi, dan kesetimbangan jungkat-jungkit

Hasil kedua kegiatan menunjukkan bahwa kesetimbangan jungkat-jungkit ditentukan oleh perbandingan torsi pada kedua sisi titik tumpu. Jungkat-jungkit berada dalam keadaan seimbang ketika besar torsi pada kedua sisi sama, yaitu $\tau_1 = \tau_2$, atau dapat dinyatakan sebagai $m_1gr_1 = m_2gr_2$. Jika torsi pada salah satu sisi lebih besar, jungkat-jungkit akan miring ke sisi yang memiliki torsi lebih besar. Dengan demikian, massa dan jarak benda dari titik tumpu saling berkaitan dalam menentukan besar torsi dan kondisi kesetimbangan jungkat-jungkit.

K. Saran

L. Daftar Pustaka

- Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, Dikdas, dan Dikmen, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2020). Modul Fisika Kelas XI, KD 3.1: Dinamika dan Keseimbangan Benda Tegar. Jakarta: Kemdikbud. Diakses dari https://repositori.kemdikbud.go.id/21593/1/XI_Fisika_KD-3.1_Final.pdf
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of Physics* (10th ed.). John Wiley & Sons.
- Maulani, A. D., Amelia, M., & Amnie, E. (2025). Experimental Analysis of the Principle of Equilibrium of Rigid Objects Using the Beam-Pivot System as a Physics Learning Medium. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika (JPIF)*, 5(2), 320–331. <https://doi.org/10.52434/jpif.v5i2.43203>
- Nurhudayah, M. (2019). E-modul Fisika SMA Kelas XI: Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Diakses dari [https://repositori.kemdikbud.go.id/20775/1/Kelas%20XI_Fisika_KD%203.1%20\(2\).pdf](https://repositori.kemdikbud.go.id/20775/1/Kelas%20XI_Fisika_KD%203.1%20(2).pdf)
- Setyawan, H. (2020). Modul Fisika Kelas X, KD 3.7: Hukum Newton pada Gerak Lurus. Jakarta: Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, Dikdas, dan Dikmen, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.