



E-Book Fisika Hukum Newton Berbasis

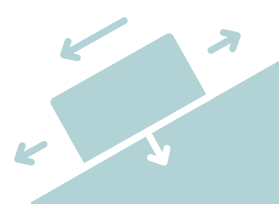
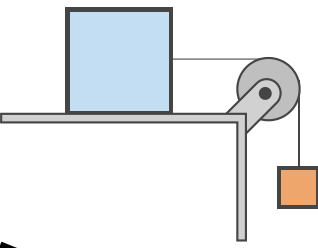
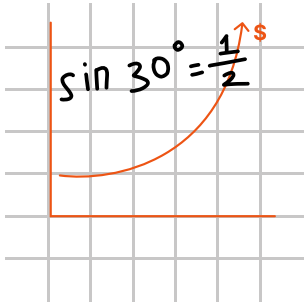
Investigation Based Multiple Representation (IBMR)

Benda yang diam akan tetap diam
dan benda yang bergerak dengan cepat
akan tetap bergerak dengan kecepatan
tersebut apabila gaya total yang bekerja pada
benda adalah nol.



$$\Sigma F = m \cdot a$$

Benda yang diam akan tetap diam
dan benda yang bergerak dengan cepat
akan tetap bergerak dengan kecepatan
tersebut apabila gaya total yang bekerja pada
benda adalah nol.



Untuk SMA/MA
Kelas

X

Semester 2

Mustika Wahyuni

E-Book Fisika Hukum Newton
Berbasis
*Investigation Based Multiple
Representation (IBMR)*

Penyusun:
Mustika Wahyuni

Dosen Pembimbing:
Prof. Jumadi, M.Pd

Program Studi Magister Pendidikan Fisika
Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta

Jl. Colombo Yogyakarta No.1, Karang
Malang, Caturtunggal, Kec. Depok,
Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa
Yogyakarta 55281

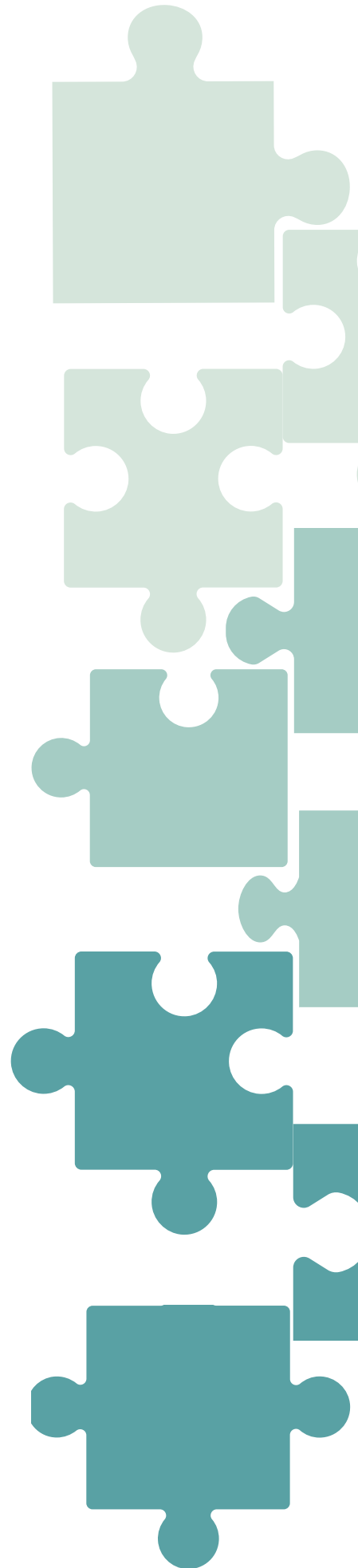


DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
Daftar Isi.....	ii
Kata Pengantar.....	v
Petunjuk Penggunaan	
Petunjuk penggunaan untuk Siswa.....	vi
Petunjuk penggunaan untuk guru.....	vi
Sajian isi buku.....	vii
Pembelajaran Fisika Berbasis <i>Investigation Based Multiple Representation</i> (IBMR).....	x
Sintaks <i>Investigation Based Multiple Representation</i> (IBMR).....	xi
Pemahaman Prasyarat.....	xiii
Alur Tujuan Pembelajaran (ATP).....	xv
Kata Kunci.....	xv
Peta Konsep.....	xvi

Chapter 1: Hukum I Newton

Tujuan Pembelajaran.....	1
Fase 1: Orientasi	
Amati fenomena Hukum I Newton.....	2
Tanya Jawab	2
Fase 2: Investigasi	
Penyelidikan 1.....	3
Materi	
A.Konsep Gaya.....	8
B. Jenis-jenis gaya.....	11
D. Hukum Gerak Newton.....	27
E. Hukum I Newton.....	28
F. Hukum I Newton : Penerapan dalam Kehidupan.....	30
G. Contoh dalam kasus dalam fisika : Analisis kuantitatif masalah menggunakan Hukum I Newton.....	31
Fase 3 : Multi Representasi.....	38
Fase 4 : Aplikasi	



DAFTAR ISI

Soal-soal Pemecahan Masalah Hukum I Newton.....	40
Fase 5: Evaluasi	
Kunci Jawaban soal Pemecahan Masalah Hukum I Newton.....	44

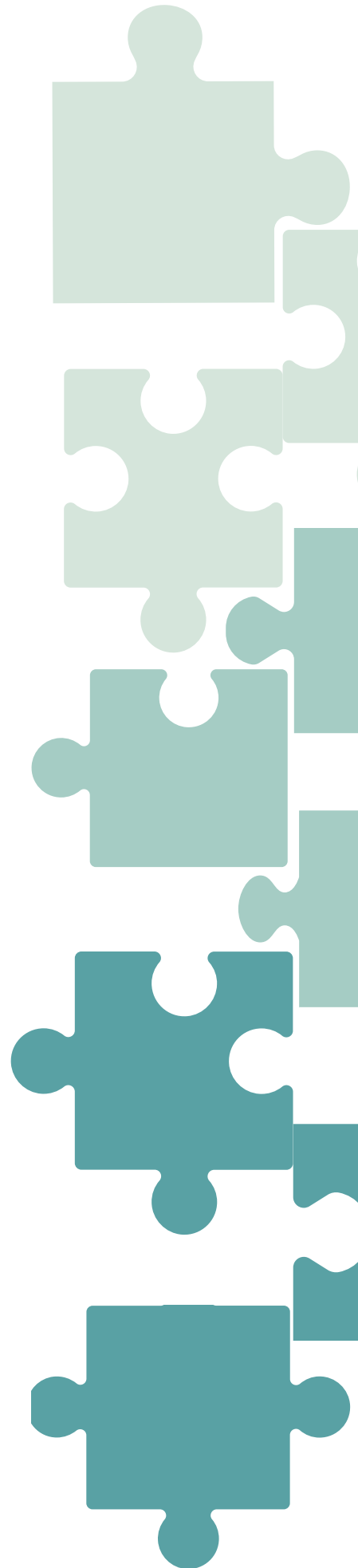
Chapter 2: Hukum II Newton

Tujuan Pembelajaran.....	45
Fase 1: Orientasi	
Amati fenomena Hukum II Newton.....	46
Tanya Jawab.....	46
Fase 2: Investigasi	
Penyelidikan 2.....	47
Materi	
A. Hukum II Newton.....	51
B. Hukum II Newton: Penerapan dalam Kehidupan.....	53
C. Contoh dalam kasus dalam fisika : Analisis kuantitatif masalah menggunakan Hukum II Newton.....	54
D. Hukum II Newton dalam Gerak Melingkar.....	63
E. Hukum II Newton dalam Gerak Melingkar: Penerapan dalam Kehidupan.....	66
F. Contoh dalam kasus dalam fisika : Analisis kuantitatif masalah pada benda yang bergerak melingkar.....	67
Fase 3 : Multi Representasi.....	76
Fase 4 : Aplikasi	
Soal-soal Pemecahan Masalah Hukum II Newton.....	78
Fase 5: Evaluasi	
Kunci Jawaban Soal Pemecahan Masalah Hukum II Newton.....	82

DAFTAR ISI

Chapter 3: Hukum III Newton

Tujuan Pembelajaran.....	83
Fase 1: Orientasi	
Amati fenomena Hukum III Newton.....	84
Tanya Jawab.....	84
Fase 2: Investigasi	
Penyelidikan 3.....	85
Materi	
A. Hukum III Newton.....	89
B. Hukum III Newton: Penerapan dalam Kehidupan.....	91
C. Contoh dalam kasus dalam fisika : Analisis kuantitatif masalah menggunakan Hukum III Newton.....	92
Fase 3 : Multi Representasi.....	98
Fase 4 : Aplikasi	
Soal-soal Pemecahan Masalah Hukum III Newton.....	100
Fase 5: Evaluasi	
Kunci Jawaban soal Pemecahan Masalah Hukum III Newton.....	103
Rangkuman.....	104
Remedial dan Pengayaan.....	106
Refleksi Pembelajaran.....	107
Glosarium.....	109
Daftar Pustaka.....	111
Profil.....	113



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga E-book yang berjudul "E-book Fisika (Hukum Newton) berbasis *Investigation Based Multiple Representation (IBMR)*" ini dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. yang telah membawa umat manusia ke zaman yang terang.

Buku ini dibuat salah satunya untuk sumber belajar di tingkat SMA kelas X. Buku ini memuat materi pokok Hukum Newton dengan sub bab Hukum I Newton, Hukum II Newton, Hukum III Newton. Buku ini disusun sesuai dengan sintaks model *Investigation Based Multiple Representation (IBMR)* serta dilengkapi dengan teks, gambar, dan video pembelajaran untuk memudahkan siswa dalam memahami materi Hukum Newton tentang gerak. Isi materi dalam buku ini di sajikan dengan multi representasi (gambar, grafik, verbal dan matematis) dan dirancang dengan beberapa aktivitas pembelajaran agar siswa dapat lebih aktif dalam belajar.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada Prof. Jumadi, M.Pd, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan dorongan selama menyelesaikan buku ini, Dosen Prodi Magister Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, rekan-rekan Mahasiswa dan Akademisi serta seluruh pihak yang terlibat dalam penulisan E-book ini. Semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis semoga mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa didalam penulisan buku ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis memohon maaf dan sangat membuka saran serta kritik yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga E-Book ini dapat berguna bagi tim penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta,November 2023

Mustika Wahyuni



PETUNJUK PENGGUNAAN

Petunjuk Penggunaan untuk Siswa

Petunjuk penggunaan untuk siswa berisi tentang bagaimana siswa dapat efektif belajar materi Hukum Newton dengan bantuan E-book adalah sebagai berikut:

1. Bacalah setiap bagian E-book dengan seksama, termasuk pengantar, bab, sub bab, dan contoh yang diberikan. Usahakan untuk memahami setiap konsep dan informasi yang disajikan.
2. Buat catatan penting tentang poin-poin kunci, definisi, rumus, atau contoh penting yang ada di E-book. Ini akan membantu Anda untuk merujuk kembali dan mengingat informasi yang diberikan.
3. Kerjakan latihan soal untuk menguji dan meningkatkan pemahaman Anda tentang materi.
4. Diskusikan dengan teman atau guru jika ada bagian yang sulit dipahami.
5. Gunakan E-book sebagai panduan belajar yang teratur.



Petunjuk Penggunaan untuk Guru

Petunjuk penggunaan untuk guru berisi tentang bagaimana E-book ini dapat digunakan sebagai salah satu bahan ajar guru pada materi Hukum Newton sebagai berikut:

1. Gunakan E-book sebagai panduan dan sumber materi dalam merencanakan pembelajaran. Buatlah rencana pembelajaran berdasarkan bab dan sub bab E-book yang relevan dengan tujuan pembelajaran.
2. Bacalah dengan seksama bab yang akan diajarkan, pahami konsep-konsep kunci, dan siapkan penjelasan yang jelas dan terstruktur untuk disampaikan kepada siswa.
3. E-book dilengkapi dengan contoh dan ilustrasi yang membantu siswa memahami konsep yang diajarkan. Manfaatkan contoh dan ilustrasi tersebut dalam pengajaran Anda.
4. E-book menyertakan aktivitas dan latihan yang dapat memperkuat pemahaman siswa. Manfaatkan aktivitas dan latihan tersebut sebagai sarana pembelajaran di dalam kelas.
5. Gunakan E-book sebagai bahan referensi untuk diskusi kelas serta acuan dalam melakukan evaluasi dan pemantauan kemajuan siswa.
6. Gunakan E-book sebagai sumber bahan pembelajaran yang fleksibel. Sesuaikan penggunaan E-book dengan kebutuhan dan gaya belajar siswa.



SAJIAN ISI BUKU

Petunjuk: Fitur ini berisi pedoman belajar yang dapat membantu guru dan siswa menggunakan E-book ini secara efektif.



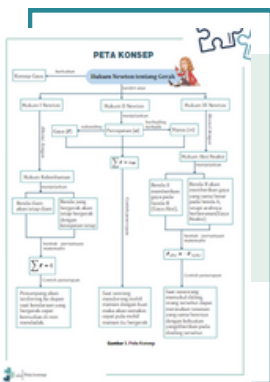
Pembelajaran Fisika Berbasis IBMR dan Sintaks model IBMR: Fitur ini memuat penjelasan dan langkah-langkah pembelajaran fisika menggunakan model IBMR.



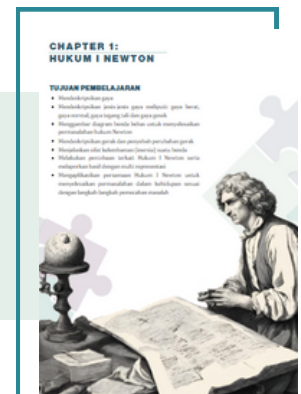
Pemahaman Prasyarat: Fitur ini memuat konsep-konsep yang harus dikuasai siswa sebelum mempelajari hukum Newton



Peta Konsep: Fitur ini menampilkan konsep-konsep pada materi dalam bentuk peta konsep, memudahkan siswa untuk memahami hubungan antar konsep.



Tujuan Pembelajaran: Setiap awal *chapter* disajikan tujuan-tujuan pembelajaran yang harus dicapai setelah mempelajari *chapter* tersebut.





Fase Orientasi: Fitur ini menyajikan fenomena fisika yang berkaitan dengan materi yang akan diajarkan dan dapat digunakan untuk menuntun siswa membuat hipotesis penyelidikan serta memotivasi siswa untuk mempelajari materi.

Fase Investigasi: Fitur ini memungkinkan siswa melakukan kegiatan penyelidikan baik secara langsung maupun secara virtual. Fitur ini juga berisi materi yang memuat konsep fisika, disajikan dengan berbagai representasi (gambar, tulisan, video, persamaan matematis) dan dilengkapi dengan contoh-contoh soal.



Fase Multi Representasi: Fitur ini dapat digunakan untuk siswa berlatih menyajikan konsep-konsep fisika yang telah dipelajari dalam berbagai representasi (gambar, grafik, verbal, dan persamaan matematika).

Fase Aplikasi: Fitur ini memuat soal-soal latihan yang dapat digunakan untuk berlatih memecahkan masalah berkaitan dengan materi yang dipelajari dengan berbagai representasi.



Fase Evaluasi: Fitur ini memuat kunci jawaban yang dapat digunakan untuk memeriksa hasil pengerjaan siswa.

Rangkuman: Fitur ini menyediakan ringkasan keseluruhan materi, memudahkan siswa untuk mereview apa yang telah dipelajari.








Remedial dan Pengayaan: Fitur ini berisi soal latihan yang dapat digunakan siswa untuk menambah wawasan dan meningkatkan pemahaman mereka tentang materi.



Refleksi Pembelajaran: Fitur ini berupa survey yang dapat membantu guru dan siswa mengevaluasi proses pembelajaran, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran di masa mendatang.



- 
JAWABAN ANDA → klik untuk menjawab pertanyaan langsung pada platform yang telah disediakan
- 
SUBMIT HASIL PENYELIDIKAN → klik untuk mengumpulkan hasil penyelidikan Anda
- 
SUBMIT JAWABAN → klik untuk mengumpulkan hasil multirepresentasi atau jawaban soal-soal pemecahan masalah yang telah Anda kerjakan
- 
Cetak Template → klik untuk mengedit atau mencetak *template* jika diinginkan
- 
LIHAT HASIL → klik untuk memungkinkan guru mengunggah nilai atau hasil pengerjaan siswa. Siswa juga dapat mengakses nilai hasil pekerjaannya



PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS INVESTIGATION BASED MULTIPLE REPRESENTATION (IBMR)

Fisika adalah ilmu yang mempelajari fenomena alam berupa fakta, konsep, prinsip, dan hukum yang dibuktikan dengan serangkaian prosedur yang digunakan dalam metode ilmiah (Iman, 2022). Salah satu tujuan pembelajaran fisika adalah siswa memiliki kemampuan pemecahan masalah. Siswa dikatakan berhasil dalam belajar fisika jika mampu menerapkan pengetahuannya untuk memecahkan masalah fisika, sehingga dapat menjadi bekal untuk bersaing dalam kehidupan di abad 21 (Siswanto, 2019). Namun, untuk mencapai kemampuan pemecahan masalah yang baik, siswa juga perlu memiliki kemampuan representasi yang baik. Representasi adalah sesuatu yang mewakili, menggambarkan, atau menyimbolkan objek atau proses. Sedangkan, multi representasi mengacu untuk mewakili konsep atau proses yang sama dalam bentuk yang berbeda seperti verbal, visual, matematika, grafis (Tyler, 2007). Kemampuan representasi dapat mempengaruhi pemecahan masalah fisika siswa, karena dapat membantu siswa untuk memahami, mengkomunikasikan, dan mengaplikasikan konsep fisika dalam konteks yang berbeda (Saputra & Mansyur, 2021). Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan multi representasi dan pemecahan masalah siswa secara terintegrasi. Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan adalah model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR).

Model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation* (IBMR) dirancang sebagai model pembelajaran fisika untuk mendorong kemampuan multi representasi dan pemecahan masalah fisika. Model pembelajaran IBMR dikembangkan dengan tujuan sebagai intervensi peningkatan kemampuan representasi untuk menunjang kemampuan pemecahan masalah fisika siswa (Siswanto et al., 2018; De Cock, 2012). Model ini mempunyai lima tahapan, yaitu: 1) orientasi, 2) investigasi, 3) multi representasi, 4) aplikasi, dan 5) evaluasi (Siswanto, 2019). Pada fase orientasi disajikan fenomena fisika dan identifikasi konsep fisika yang relevan, kemudian penyelidikan ilmiah terhadap fenomena pada fase investigasi. Pada fase multi representasi, dilakukan penyajian kembali hasil penyelidikan dan konsep fisika yang telah dipelajari menggunakan berbagai mode representasi. Pada fase aplikasi, diterapkan latihan untuk pemecahan masalah fisika dengan multi representasi, dan pada fase evaluasi dilakukan pengecekan proses dan hasil pemecahan masalah serta pemberian tindak lanjut (Siswanto, J. 2019). Penelitian (Setyarini et al., 2021; Siswanto, 2019) menunjukkan bahwa model pembelajaran IBMR telah terbukti efektif untuk meningkatkan kemampuan multi representasi dan pemecahan masalah fisika siswa. Dengan demikian, model pembelajaran IBMR merupakan model pembelajaran yang inovatif dan relevan untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika di era globalisasi.



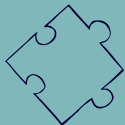


SINTAKS MODEL *INVESTIGATION BASED MULTIPLE REPRESENTATION (IBMR)*





Model *Investigation Based Multiple Representation (IBMR)* memiliki lima fase pembelajaran yaitu orientasi (*orientation*), investigasi (*investigation*), multi representasi (*multiple representation*), aplikasi (*aplication*), evaluasi (*evaluation*). Adapun aktivitas guru dan aktivitas siswa pada setiap fase dijabarkan seperti pada **Tabel 1.** berikut:

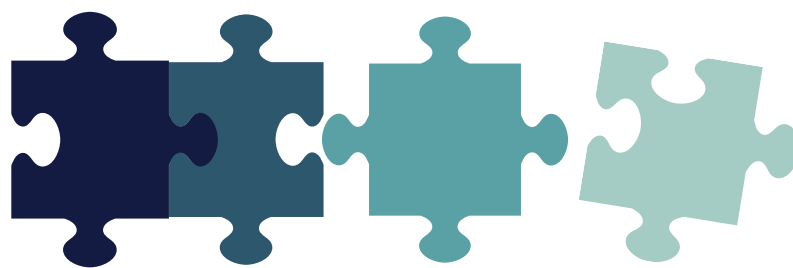
Tabel 1. Sintaks model *Investigation Based Multiple Representation (IBMR)*

Fase	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
 <p>Orientasi (orientation)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menginformasikan tujuan pembelajaran • Menyajikan fenomena fisika/ simulasi/melakukan demonstrasi • Memberikan pertanyaan terkait konsep kunci • Mengarahkan siswa untuk merepresentasikan fenomena/ simulasi/demonstrasi dan konsep fisika 	<ul style="list-style-type: none"> • Memperhatikan fenomena fisika/simulasi /demonstrasi yang disajikan guru • Menjawab pertanyaan terkait konsep kunci • Menulis penjelasan multi representasi
 <p>Investigasi (Investigation)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menginformasikan dan memfasilitasi kebutuhan investigasi • Membimbing siswa secara kelompok untuk merancang dan melaksanakan penyelidikan ilmiah 	<ul style="list-style-type: none"> • Menyiapkan dan merancang kegiatan investigasi • Melakukan investigasi secara kelompok menggunakan lembar kerja peserta didik
 <p>Multi representasi (Multiple representation)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Membimbing siswa untuk menyajikan konsep dan proses fisika dengan multi representasi • Membimbing siswa untuk berdiskusi hasil multi representasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Menyajikan dengan multi representasi • Melakukan diskusi hasil multi representasi





Fase	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
 Aplikasi (Application)	<ul style="list-style-type: none">• Memberikan tugas pemecahan masalah terkait dengan konsep atau proses fisika pada fenomena/simulasi/demonstrasi• Membimbing siswa dalam pemecahan masalah sesuai dengan langkah-langkah pemecahan masalah	<ul style="list-style-type: none">• Mengerjakan tugas pemecahan masalah sesuai dengan langkah-langkah pemecahan masalah
 Evaluasi (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none">• Membimbing siswa mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah• Memberikan tindak lanjut pemecahan masalah fisika	<ul style="list-style-type: none">• Mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah• Menyiapkan dan mengerjakan tindak lanjut pemecahan masalah fisika dari guru



PEMAHAMAN PRASYARAT

Sebelum mempelajari materi hukum Newton, siswa harus memahami beberapa konsep tentang gerak sebagai berikut:

01

Besaran Skalar dan Besaran Vektor

Besaran skalar adalah besaran yang memiliki nilai saja, contohnya suhu, waktu, massa dan lain-lain. Sedangkan besaran vektor adalah besaran yang memiliki nilai dan juga arah. Contoh besaran vektor meliputi perpindahan, kecepatan, gaya, momentum dan medan listrik.

02

Jarak dan Perpindahan

Jarak adalah panjang lintasan yang ditempuh oleh suatu benda. Jarak memiliki satuan meter (m). Perpindahan adalah perubahan posisi suatu benda dari posisi awal ke posisi akhir. Satuan untuk perpindahan adalah meter (m).

03

Kecepatan, Kelajuan dan Percepatan

Kecepatan adalah perpindahan suatu benda tiap satuan waktu. Satuan kecepatan adalah (m/s). Secara matematis kecepatan dapat dituliskan:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1)$$

Kelajuan adalah jarak total yang ditempuh dibagi dengan waktu tempuhnya. Kelajuan juga memiliki satuan (m/s). Secara matematis kelajuan dapat dituliskan:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (2)$$


Percepatan adalah perubahan kecepatan suatu benda tiap satuan waktu. Satuan percepatan adalah m/s^2 . Secara matematis percepatan dapat dituliskan:

$$a = \frac{v}{t} \quad (3)$$

04

Gerak Lurus Beraturan (GLB), Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), dan Gerak Melingkar Beraturan (GMB)

Gerak Lurus Beraturan (GLB) adalah gerak suatu dengan kecepatan konstan (tetap) pada selang waktu tertentu. Secara matematis persamaan Gerak lurus beraturan dapat dituliskan:


$$x = x_0 + vt \quad (4)$$

Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) adalah gerak suatu benda dengan kecepatan yang berubah-ubah secara teratur. Secara matematis persamaan Gerak lurus berubah beraturan dapat dituliskan:

$$v = v_0 + at \quad (5)$$

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (6)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \quad (7)$$

Gerak Melingkar Beraturan (GMB) adalah gerak suatu benda pada lintasan yang berbentuk lingkaran dengan kelajuan yang konstan. Secara matematis persamaan Gerak melingkar beraturan dapat dituliskan:

$$\theta = \theta_0 + \omega t \quad (8)$$

ALUR TUJUAN PEMBELAJARAN (ATP)

11.5

Menganalisis hubungan berbagai gaya, termasuk gaya gesek dengan massa dan gerak benda, serta melakukan percobaan terkait hubungan gaya, massa dan percepatan.

KATA KUNCI

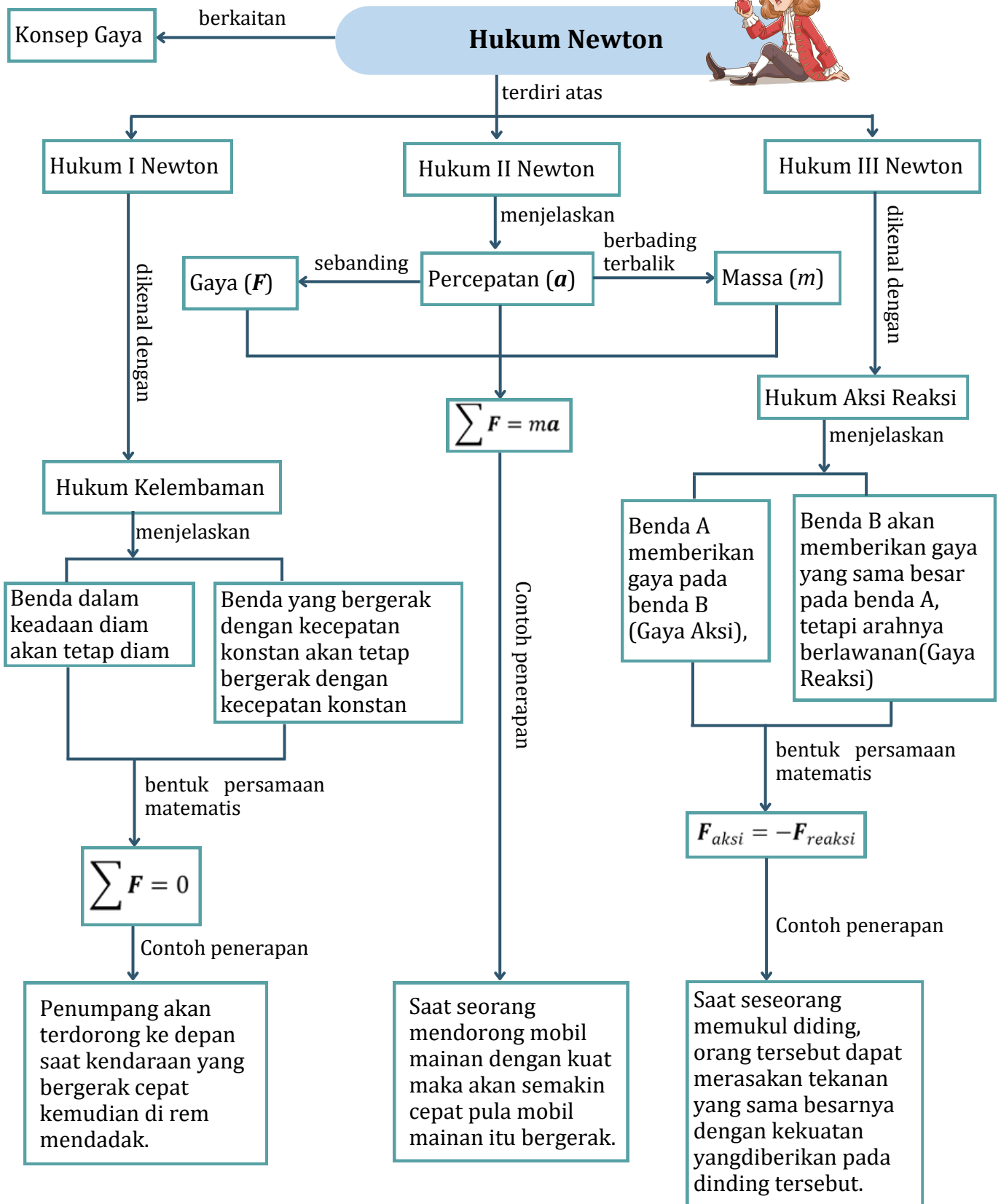
- Gaya
- Gaya tegang tali
- Gaya gesek
- Gerak
- Gaya normal
- Gaya berat

- Gaya sentripetal
- Kelembaman
- Massa
- Percepatan
- Berat

- Resultan gaya
- Hukum I Newton
- Hukum II Newton
- Hukum III Newton



PETA KONSEP



Gambar 1. Peta Konsep

CHAPTER 1:

HUKUM I NEWTON

TUJUAN PEMBELAJARAN

- Mendeskripsikan gaya
- Mendeskripsikan jenis-jenis gaya meliputi: gaya berat, gaya normal, gaya tegang tali dan gaya gesek
- Menggambar diagram benda bebas untuk menyelesaikan permasalahan hukum Newton
- Mendeskripsikan gerak dan penyebab perubahan gerak
- Menjelaskan sifat kelembaman (inersia) suatu benda
- Melakukan percobaan terkait hukum I Newton serta melaporkan hasil dengan multi representasi
- Mengaplikasikan persamaan hukum I Newton untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sesuai dengan langkah-langkah pemecahan masalah





FASE 1: | ORIENTASI (*ORIENTATION*)



FENOMENA FISIKA

Dibalik Kecelakaan : Menggali Hukum I Newton

Amati video peristiwa kecelakaan lalu lintas berikut dengan seksama!

Sumber Video: <https://youtube.com/watch?v=op9tUUaaqU>



TANYA JAWAB!

PERTANYAAN?

Jawablah pertanyaan berikut sesuai dengan apa yang telah Anda amati:

1. Apa yang dapat Anda amati dari peristiwa tersebut?
2. Apa yang terjadi pada pengendara motor yang mengalami kecelakaan? Mengapa dapat terjadi demikian?

JAWAB!

.....

.....

.....

.....

.....



JAWABAN ANDA



Cetak Template





FASE 2: | INVESTIGASI (INVESTIGATION)

Untuk memahami tentang hukum I Newton (kelembaman suatu benda) lakukan kegiatan penyelidikan 1 berikut:

1



AYO SELIDIKI!

INVESTIGASI HUKUM I NEWTON:

Melihat Dampak Kecepatan dan Kelembaman pada Gerakan

Nama Kelompok

Nama Anggota 1:

Nama Anggota 4:

Nama Anggota 2:

Nama Anggota 5:

Nama Anggota 3:

Kelas:

I. Alat dan Bahan:

1. Gelas/botol berisi air
2. Kertas
3. Meja

II. Hipotesis

Buatlah hipotesis penyelidikan yang akan Anda lakukan!

.....

.....

.....

III. Langkah Percobaan

1. Siapkan alat dan bahan
2. Letakkan sehelai kertas diatas meja
3. Letakkan gelas diatas sehelai kertas seperti pada **Gambar 1.1.**
4. Tariklah kertas dengan cepat (hentakkan kertas)
5. Ulangi langkah 2 dan 3
6. Tandai posisi awal sebelum kertas ditarik, kemudian tariklah kertas secara perlahan
7. Hentikan tarikan kertas tersebut
8. Tulis hasil pengamatanmu pada **Tabel 1.1**



Gambar 1.1. Rangkaian percobaan

Sumber Gambar:
<https://pixabay.com/id>





IV. Hasil Penyelidikan

Tabel 1.1. Tabel hasil investigasi 1

No.	Perilaku yang Diberikan	Perilaku yang Teramati
1		
2		

V. Analisis

1. Bagaimana kondisi gelas/botol yang berisi air, kertas ditarik dengan cepat?

.....

.....

.....

2. Apakah terjadi perubahan kedudukan pada gelas/botol yang berisi air setelah kertas ditarik dengan cepat?

.....

.....

.....

3. Bagaimana kondisi gelas/botol yang berisi air, kertas ditarik dengan perlahan, kemudian dihentikan?

.....

.....

.....





1 **AYO SELIDIKI!**

4. Apakah terjadi perubahan kedudukan pada gelas/botol yang berisi air setelah kertas ditarik dengan perlahan, kemudian dihentikan?

.....

.....

.....

5. Berdasarkan data hasil penyelidikan yang telah dilakukan, buatlah kesimpulan!

.....

.....

.....

 **SUBMIT HASIL
PENYELIDIKAN**

 Cetak *Template*

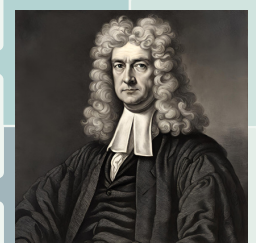


Tahukah Anda? Teknologi industri serta berbagai peralatan yang kita gunakan sehari-hari, sebenarnya dirancang dari konsep dasar yang telah ada sejak zaman dahulu. Banyak di antaranya menggunakan konsep Hukum I, II, dan III Newton. Konsep-konsep ini merambah berbagai aspek kehidupan kita, seperti jembatan *fly over* yang kita lalui, *seatbelt* di mobil yang kita gunakan, pesawat yang membawa kita bepergian, hingga gedung tinggi dan elevator yang kita gunakan. Bahkan roket yang digunakan untuk penjelajahan ke angkasa pun dirancang dengan mempertimbangkan semua Hukum Newton.

Hukum Newton dirumuskan oleh seorang fisikawan, matematikawan, dan penulis yang sangat berpengaruh dalam sejarah ilmu pengetahuan bernama Isaac Newton. Siapakah beliau ini? Mari kita kenali lebih jauh.

SIR ISAAC NEWTON

Isaac Newton, ahli matematika dan fisika terkenal dari Inggris, lahir pada tahun 1642 dalam kondisi prematur. Meski tidak dianggap jenius sejak lahir, ia sangat rajin membaca buku sejak kanak-kanak. Ia menyelesaikan pendidikan tingginya di Universitas Cambridge dalam waktu lima tahun dan lulus dengan predikat biasa saja.



Gambar 1.2. Isaac Newton

Tahun 1665-1666, wabah pes melanda Inggris tepat saat Newton berusia 23 tahun, ia lalu mengasingkan diri ke pertanian keluarganya. Di sana, ia mengamati apel jatuh ke tanah dan berdasarkan pengamatan itu ia kemudian merumuskan hukum gravitasi umum. Ia





Gambar 1.3. Ilustrasi Isaac Newton dan pohon apel

kalkulus, alat matematika yang sangat berguna dalam sains untuk membuktikan teorinya tentang gravitasi. Pada saat yang sama, ia juga meneliti lebih lanjut tentang penemuan Galileo dan berhasil merumuskan ketiga hukum geraknya. Selain itu, Newton juga meneliti tentang sifat cahaya dan berhasil menunjukkan bahwa cahaya putih terdiri dari semua warna pelangi dengan menggunakan prisma.

Newton pertama kali dikenal bukan karena hasil penemuannya tentang gaya gravitasi melainkan karena percobaannya dengan prisma. Pada tahun 1672, ia dipilih sebagai anggota Royal Society, perkumpulan ilmuwan terhormat Inggris, dan menunjukkan teleskop pantul pertama di dunia hasil karya tangannya sendiri dalam sambutan penerimaannya.

Pada usia 42 tahun, ia mulai menulis 'Principia Mathematica Philosophiae Naturalis', buku sains terbesar yang pernah ditulis, yang menjelaskan bagaimana gaya luar mempengaruhi pergerakan benda. Dalam mengembangkan ketiga hukumnya, Newton menyederhanakan objek menjadi titik-titik matematis dan mengabaikan faktor-faktor seperti gesekan, hambatan udara, suhu, dan sifat material. Hukum Newton mengacu pada gerak benda dalam

kerangka acuan inersia, sistem di mana suatu benda tetap diam atau bergerak dengan kecepatan linier konstan kecuali ada gaya luar yang bekerja padanya.

Newton menulis buku ini dalam bahasa Latin dan menyelesaikannya dalam waktu 18 bulan. Ia menjelaskan bahwa banyak penemuannya bukan hasil instan, tetapi hasil dari berpikir keras terus menerus dalam jangka waktu yang lama. Dalam masa hidupnya, ia dihormati oleh negaranya sebagai ilmuwan terbesar yang pernah hidup dan diberi gelar bangsawan oleh Ratu Anne pada tahun 1705. Newton meninggal pada usia 85 tahun dan dimakamkan di Westminster Abbey.

Sebagai siswa, kita dapat meniru kerajinan membaca dan ketekunan Newton. Belajar adalah proses berpikir terus menerus dalam jangka waktu yang lama, bukan pola belajar instan yang hanya mementingkan hasil belajar.

Sumber :

Kanginan, M (2013); <https://www.britannica.com/>; <https://plato.stanford.edu/entries/newton/>

Sumber Gambar : <https://www.canva.com/>; <https://www.bing.com/>

Sebelum mempelajari Hukum Newton, penting untuk memahami konsep gaya. Gaya adalah fondasi dari ketiga hukum tersebut, yang menggambarkan hubungan antara gaya yang bekerja pada suatu benda dan gerak yang dialaminya. Mari kita pelajari lebih lanjut.



A. KONSEP GAYA

Gaya dalam kehidupan sehari-hari diartikan sebagai dorongan dan tarikan yang dilakukan oleh otot-otot tubuh makhluk hidup. Gaya dalam fisika didefinisikan sebagai gangguan yang bekerja suatu benda atau objek. Gangguan ini dapat menyebabkan benda atau objek bergerak atau tetap diam. Gaya ini penting untuk meningkatkan kecepatan benda atau objek dari nol menjadi tidak nol. Jika suatu benda atau objek sudah bergerak, jika ingin mengubah kecepatannya (baik arah maupun besarnya) diperlukan gaya tambahan. Secara sederhana, jika suatu benda ditarik atau didorong maka bekerja gaya dan kedudukan dapat diubah. Konsep gaya memberikan penjelasan kuantitatif mengenai hubungan antara dua objek atau lebih. Suatu gaya dapat menggerakkan benda atau menghentikannya, mengubah kelajuan dan arahnya atau dapat memutar benda. Contoh gaya dalam kehidupan sehari-hari diilustrasikan pada **Gambar 1.4.** dan **Gambar 1.5.**



Gambar 1.4. Polisi yang sedang mendorong mobil yang mogok



Gambar 1.5. Seorang wanita yang sedang mendorong troli belanja

Sumber Gambar: <https://jatimterkini.com/>; <https://id.theasianparent.com/>

Gaya dapat ditimbulkan oleh listrik, magnet, gravitasi, otot, gesekan, pegas, fluida, partikel inti atom dan sebagainya. Gaya dapat dibedakan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya sentuh adalah gaya yang timbul karena titik kerja gaya langsung bersentuhan dengan benda, misalnya gaya otot, gaya gesek, gaya magnet dan sebagainya. Sedangkan gaya tak sentuh adalah gaya yang bekerja antara dua benda yang tidak bersentuhan misalnya gaya gravitasi.

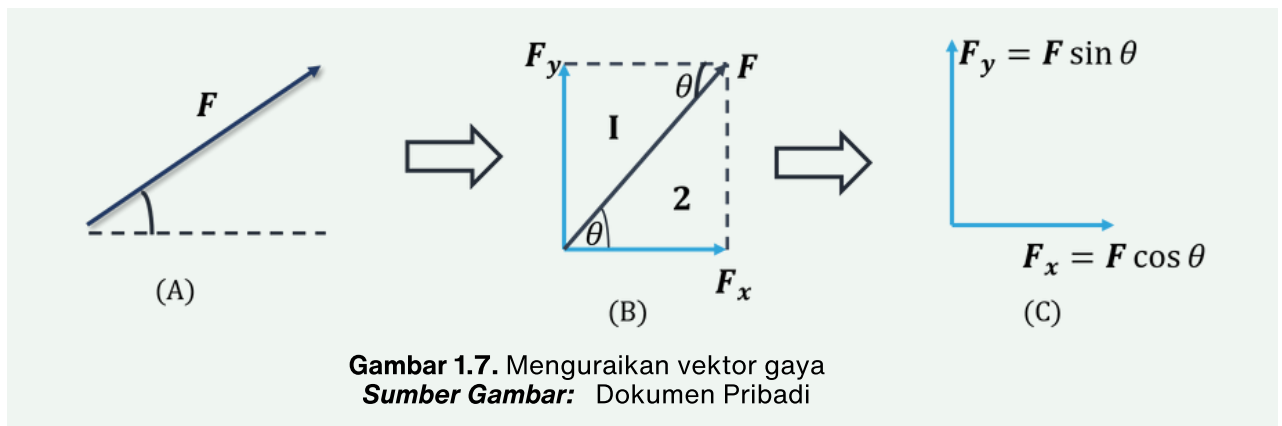
Gaya disimbolkan dengan huruf "F" yang diambil dari kata *force*. Satuan SI untuk gaya adalah newton (N) yang didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada suatu benda sehingga menghasilkan percepatan 1 m/s^2 , sehingga ($1 \text{ N} = 1 \text{ m/s}^2$). Suatu gaya dapat diukur menggunakan alat yang disebut neraca pegas atau dinamometer. Gaya merupakan besaran vektor yaitu besaran yang memiliki nilai dan juga arah, maka dalam penulisan simbolnya dapat menggunakan huruf yang dicetak tebal dan atau menggunakan tanda panah di atasnya (\vec{F}). Gaya dapat digambarkan dengan anak panah. Arah vektor menyatakan arah gaya dan panjang anak panah menyatakan besarnya gaya yang bekerja pada benda.





Gambar 1.6. Vektor gaya
Sumber Gambar: Dokumen Pribadi

Dua gaya atau lebih dapat bekerja pada satu benda dalam satu waktu. Suatu gaya selalu bertindak dalam arah tertentu. Gaya juga dapat memiliki besar dan arah yang berbeda. Jika dua gaya atau lebih bekerja pada sebuah benda, maka total gaya-gaya yang bekerja disebut dengan resultan gaya. Resultan gaya sendiri dapat diperoleh dengan cara menjumlahkan semua vektor gaya yang bekerja pada suatu benda atau sistem yang ditinjau. Menjumlahkan vektor gaya dapat menggunakan penjumlahan dan pengurangan sederhana apabila vektor gaya tersebut sejajar, jika vektor tidak sejajar maka penjumlahan vektor gaya dapat menggunakan metode segitiga, metode jajar genjang atau metode uraian **Gambar 1.5.** menunjukkan penguraian vektor gaya.



Gambar 1.7. Menguraikan vektor gaya
Sumber Gambar: Dokumen Pribadi

Ingat kembali trigonometri dasar maka besaran komponen vertikal dan horizontal dapat diuraikan. Karena arahnya sudah diketahui, maka kita hanya perlu mencari besarnya saja. Jika mengacu pada **Gambar 1.7 (B)**, diperoleh bahwa:

Pada segitiga 1:

$$\sin \theta = \frac{F_y}{F} \quad (1.1)$$

$$F_y = F \sin \theta \quad (1.2)$$

Pada segitiga 2:

$$\cos \theta = \frac{F_x}{F} \quad (1.3)$$

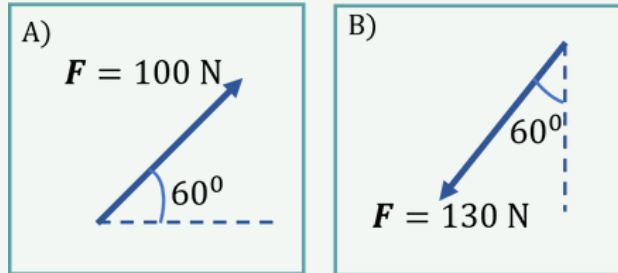
$$F_x = F \cos \theta \quad (1.4)$$

Perlu diingat bahwa komponen horizontal F_x dan komponen vertikal F_y bukanlah rumus tetap. Hal ini tergantung posisi sudutnya.



CONTOH 1.1

Tentukan komponen vertikal dan horizontal untuk masing-masing gaya pada **Gambar 1.6.** berikut:



Gambar 1.8. Vektor gaya untuk soal
Sumber Gambar: Dokumen Pribadi

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Penyelesaian:

Diketahui:

$$F = 100 \text{ N}$$

$$\theta = 60^\circ$$

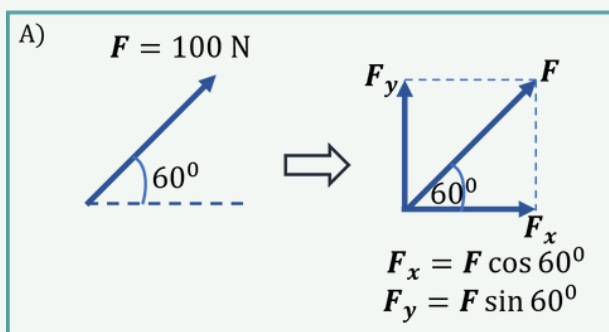
Ditanya:

Komponen vertikal dan horizontal untuk masing-masing gaya?

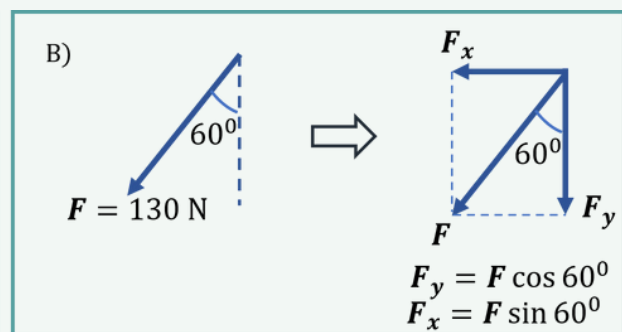
Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Jawab:

Untuk menentukan besarnya komponen vertikal dan horizontal masing-masing gaya pada soal (A) dan soal (B), uraikan terlebih dahulu gaya F pada sumbu vertikal dan sumbu horizontal seperti pada **Gambar 1.9.** dan **Gambar 1.10.** berikut:



Gambar 1.9. Penguraian komponen gaya pada soal (A)



Gambar 1.10. Penguraian komponen gaya pada soal (B)

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

A) Tinjau komponen horizontal:

$$F_x = F \cos \theta$$

B) Tinjau komponen horizontal:

$$F_x = F \sin \theta$$



$$= F \cos 60^\circ$$

$$= 100 \times \frac{1}{2} = 50 \text{ N}$$

Tinjau komponen vertikal:

$$F_y = F \sin \theta$$

$$= F \sin 60^\circ$$

$$= 100 \times \frac{1}{2}\sqrt{3} = 50\sqrt{3} \text{ N}$$

$$= F \sin 60^\circ$$

$$= 130 \times \frac{1}{2}\sqrt{3} = 65\sqrt{3} \text{ N}$$

Tinjau komponen vertikal:

$$F_y = F \cos \theta$$

$$= F \cos 60^\circ$$

$$= 130 \times \frac{1}{2} = 65 \text{ N}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Maka, komponen vertikal dan horizontal untuk masing-masing gaya adalah:

(a) $F_x = 50 \text{ N}$; $F_y = 50\sqrt{3} \text{ N}$

(b) $F_x = 65\sqrt{3} \text{ N}$; $F_y = 65 \text{ N}$

B. JENIS-JENIS GAYA

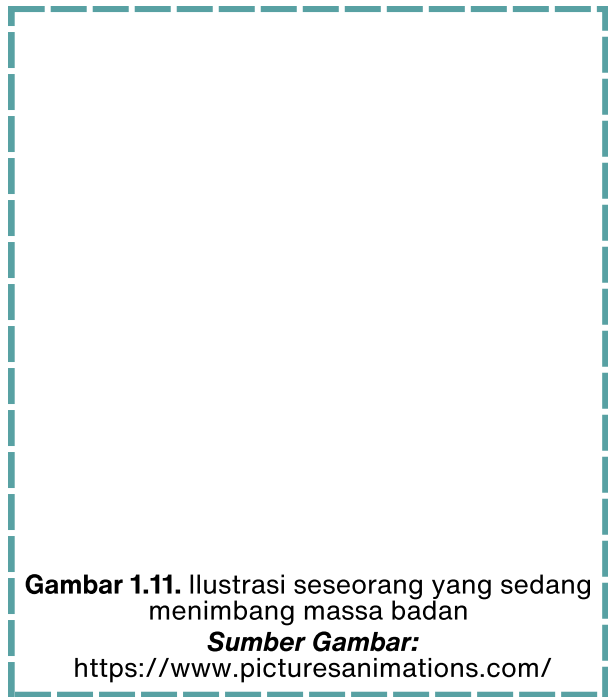
1. GAYA BERAT

Kita semua pasti pernah mengalami momen ketika kita berdiri diatas timbangan. Saat itu kita mencoba menilai diri kita sendiri dan mengukur diri kita dalam kilogram. Setelah melakukan kegiatan tersebut apa yang akan Anda ungkapkan untuk menyatakan hasil pengukurannya. Apakah akan mengatakan “berat badanku 45 kilogram” atau “massa badanku 45 kilogram”. Apakah perbedaan keduanya?

Dalam bahasa sehari-hari kita sering menggunakan besaran berat dengan satuan kilogram. Perlu kalian ketahui, bahwa keduanya memiliki perbedaan.

Massa merupakan besaran saklar yang nilainya selalu tetap dimanapun benda tersebut berada. Massa adalah ukuran banyaknya materi yang dikandung oleh suatu benda. Atau massa adalah ukuran kelembaman (kemampuan mempertahankan keadaan gerak) suatu benda. Semakin banyak materi yang dikandung suatu benda maka semakin besar massa benda tersebut. Massa biasa dilambangkan dengan m dan satuan massa dalam SI adalah kilogram (kg).

Berat adalah gaya gravitasi bumi yang bekerja pada suatu benda bermassa. Berat suatu benda dapat berubah-ubah bergantung pada kedudukan benda tersebut terhadap pusat



Gambar 1.11. Ilustrasi seseorang yang sedang menimbang massa badan

Sumber Gambar:

<https://www.picturesanimations.com/>

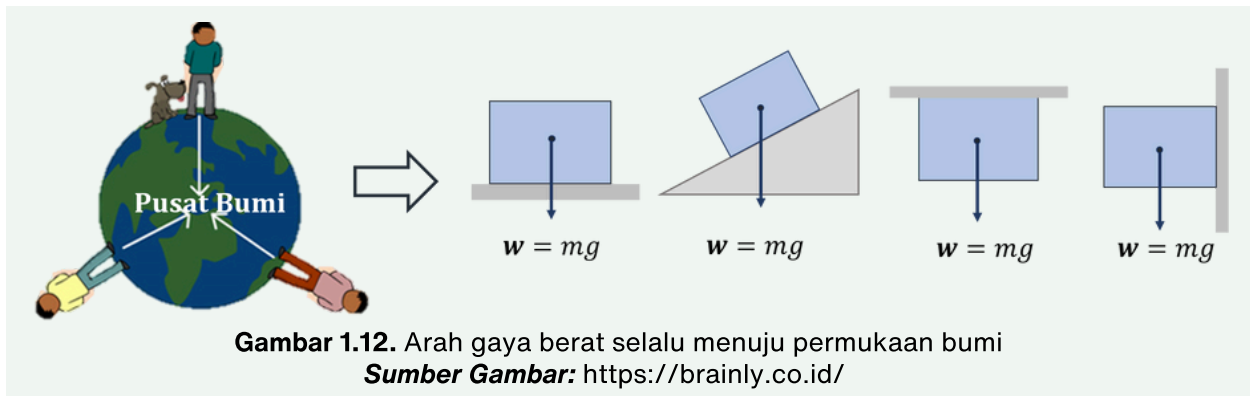
bumi. Semakin jauh dari pusat bumi maka, berat benda semakin berkurang. Berat diberi lambang w yang berasal dari kata *weight*. Satuan SI berat adalah newton (N).

Secara matematis berat adalah perkalian antara massa dan percepatan gravitasi seperti ditunjukkan pada persamaan (1.5) berikut:

$$w = mg \quad (1.5)$$

w adalah gaya berat (N), g merupakan percepatan gravitasi bumi yang nilainya berkisar 9.8 m/s^2 jika diukur dekat dengan permukaan bumi namun untuk memudahkan perhitungan biasanya nilai percepatan gravitasi bumi menggunakan 10 m/s^2 . Sedang massa adalah ukuran banyaknya partikel di dalam suatu objek dan memiliki satuan kilogram (kg).

Berat adalah gaya gravitasi bumi (gaya tarik bumi), maka vektor berat selalu mengarah tegak lurus pada permukaan bumi menuju ke pusat bumi. Jika digambarkan maka arah vektor berat yaitu tegak lurus kebawah di manapun posisi benda diletakkan. Apakah pada bidang horizontal, bidang miring ataupun pada bidang tegak seperti ditunjukkan pada **Gambar 1.12**.



Gambar 1.12. Arah gaya berat selalu menuju permukaan bumi
Sumber Gambar: <https://brainly.co.id/>

Gaya berat mempengaruhi banyak aspek kehidupan. Salah satunya gaya berat mempengaruhi keseimbangan tubuh manusia. Manusia dapat berdiri tegak, berjalan, berlari, melompat dan melakukan berbagai aktivitas fisik lainnya karena adanya gaya berat yang menarik ke bawah. Tanpa gaya berat, manusia tidak akan dapat berdiri atau berjalan dengan normal. Gaya berat juga menentukan seberapa besar usaha untuk melakukan gerak tersebut. Semakin besar gaya berat maka semakin besar pula usaha yang harus dilakukan.



Gambar 1.13. Gaya berat memungkinkan seseorang dapat berdiri tegak
Sumber Gambar: <https://www.canva.com/>



Ayo Menonton

Tonton dan simak video berikut agar Anda lebih memahami tentang gaya berat dalam kehidupan sehari-hari!



CONTOH 1.2

Menghitung berat sebuah apel

Seorang ibu sedang menimbang sebuah apel dengan massa 200 gram. Jika percepatan gravitasi bumi tempat ibu menimbang apel adalah 10 m/s^2 berapakah berat buah apel tersebut?

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya:

$$w = \dots ?$$

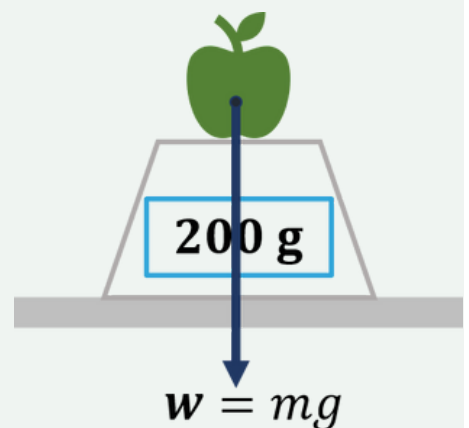
Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Menggambar diagram benda bebas, pada peristiwa dalam soal **Gambar 1.14**.

Menentukan persamaan yang relevan dengan permasalahan yang ingin dipecahkan. Pada soal ini yang ditanyakan adalah berat apel, maka gunakan persamaan gaya berat sebagai berikut:

$$w = mg \quad (1.5)$$



Gambar 1.14. Diagram benda bebas pada soal
Sumber Gambar: Dokumen Pribadi



Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

$$w = mg$$

$$w = (0,2) (10)$$

$$w = 2 \text{ N}$$

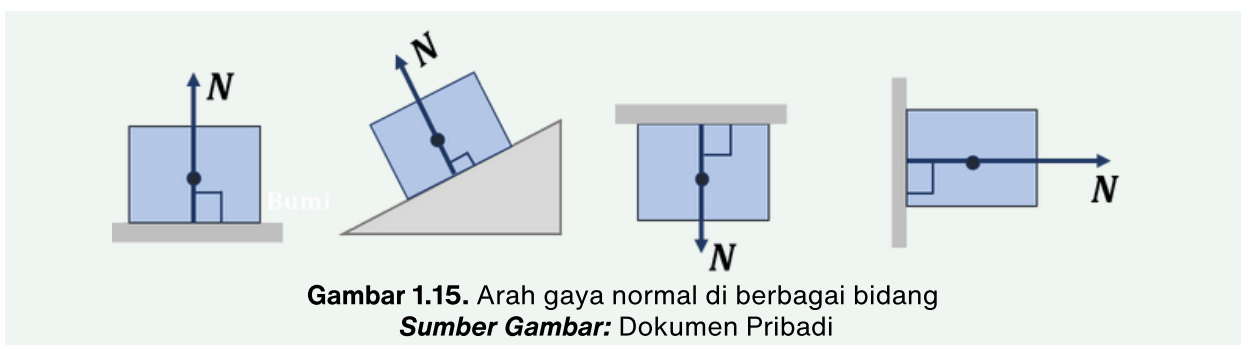
Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Sehingga dapat diketahui berat apel yang ditimbang oleh ibu sebesar $w = 2 \text{ N}$ atau $0,2 \text{ kg}$. Lebih lanjut berat apel bergantung pada massa benda dan percepatan gravitasi di tempat apel tersebut ditimbang.

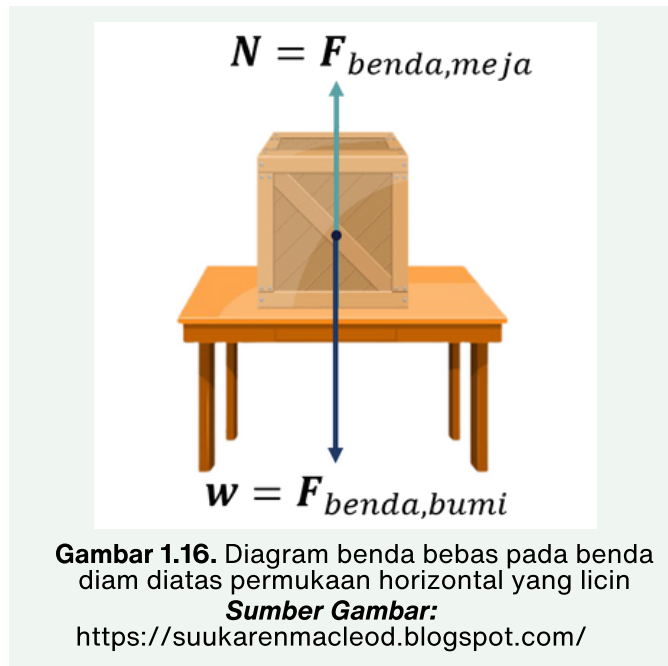
2. GAYA NORMAL

Gaya normal adalah gaya yang bekerja pada bidang sentuh antara dua permukaan yang bersentuhan. Gaya normal diberi lambang N yang berasal dari kata "normal" yang artinya tegak lurus bidang. Satuan gaya normal adalah newton (N). Perlu diperhatikan, karena gaya normal adalah interaksi antara dua benda, maka akan timbul pasangan aksi dan reaksi. Gaya normal memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan benda dan mencegahnya jatuh atau bergerak saat berada di permukaan. Pada permukaan-permukaan yang lembek, seperti tanah atau pasir, gaya normal masih tetap terjadi. Namun, besarnya gaya normal pada permukaan-permukaan tersebut dapat berbeda-beda tergantung pada sifat permukaan tersebut. Sebagai contoh, pada permukaan tanah yang keras, gaya normal yang bekerja pada benda akan lebih besar dibandingkan dengan gaya normal yang bekerja pada permukaan pasir yang lebih lunak.

Arah gaya normal selalu tegak lurus pada bidang sentuh. Jika bidang sentuh antara dua benda adalah horizontal maka arah gaya normal adalah vertikal. Jika bidang sentuh antara dua benda adalah vertikal, maka arah gaya normal adalah horizontal. Jika bidang sentuh miring membentuk sudut terhadap sudut horizontal maka arah gaya normal N juga miring.



Gaya normal dalam kehidupan sehari-hari, misalnya sebuah benda yang terletak di atas meja horizontal yang licin seperti pada **Gambar 1.16**. Pernahkan Anda bertanya-tanya mengapa benda tersebut tidak jatuh?




Tentu saja harus ada gaya lain yang mengimbangi berat benda w agar benda tidak jatuh. Benda bersentuhan dengan meja, sehingga pada benda bekerja gaya F yang arahnya tegak lurus pada bidang sentuh benda meja. Gaya inilah yang dinamakan gaya normal. Sekarang pada benda bekerja dua gaya yaitu gaya berat dan gaya normal yang berlawanan arah dan sama besarnya $N = w$. Kedua gaya ini membentuk keseimbangan pada buku sehingga benda tidak jatuh. Harus diingat bahwa gaya berat dan gaya normal bukanlah pasangan gaya aksi reaksi karena keduanya bekerja pada benda yang sama, tetapi gaya $N = F_{benda,meja}$ dan $w = F_{benda\ bumi}$. Jadi besar gaya normal yang bekerja pada benda sama dengan gaya berat yang bekerja pada balok tersebut namun berlawanan arah sesuai dengan hukum I Newton maka persamaan matematisnya dapat dituliskan.

$$\Sigma F = 0 \tag{1.6}$$

$$N - w = 0 \tag{1.7}$$

$$N = w \tag{1.8}$$

Agar lebih memahami tentang gaya normal, pelajarilah contoh 1.3 berikut:

 **CONTOH 1.3** Menentukan besar gaya normal

Seorang penggemar memberikan hadiah sekotak coklat khusus dengan massa 10 kg kepada idolanya. Tentukanlah **(a)** Gaya normal yang bekerja pada kotak tersebut jika kotak diletakkan di atas meja!; **(b)** Gaya normal pada kotak jika kotak ditekan dengan gaya 30 N; **(c)** Gaya normal pada kotak jika ditarik dengan gaya 30 N ($g=10\text{ m/s}^2$)

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$F = 30 \text{ N}$$

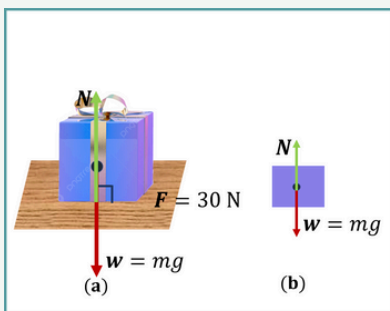
$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya:

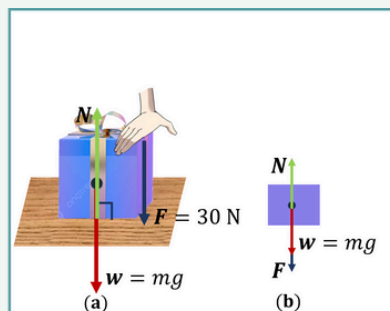
$$N = \dots?$$

Jawab:

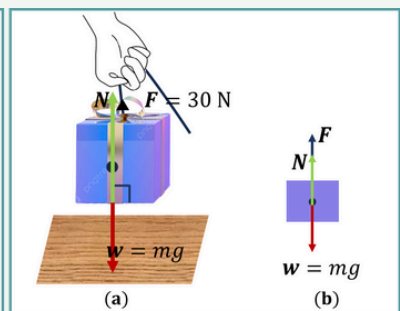
Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi



Gambar 1.17. Diagram benda bebas sesuai situasi pada soal (a)



Gambar 1.18. Diagram benda bebas sesuai situasi pada soal (b)



Gambar 1.19. Diagram benda bebas sesuai situasi pada soal (c)

Sumber Gambar: <https://pngtree.com/> ; <https://www.alamy.com/>

Menentukan persamaan yang relevan dengan permasalahan yang ingin dipecahkan. Pada soal ini yang ditanyakan adalah gaya normal ke arah vertikal. Maka, tetapkan arah ke atas sebagai arah positif. Asumsikan bahwa kotak dalam keadaan diam, sehingga gaya normal dapat ditentukan melalui persamaan hukum I Newton berikut:

$$\Sigma F = 0 \quad (1.6)$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

(a) Gaya normal yang bekerja pada kotak. Kotak dalam keadaan diam, terdapat dua gaya yang bekerja pada kotak yaitu gaya normal N positif dan gaya berat w negatif.

$$\Sigma F = 0$$

$$N - w = 0$$

$$N = w = 10 \times 10 = 100 \text{ N}$$

(b) Gaya normal pada kotak jika kotak ditekan dengan gaya 30 N, sehingga terdapat tiga buah gaya yang bekerja pada kotak tersebut yaitu gaya normal N , gaya berat w dan gaya tekan F yang berlawanan dengan arah gaya normal, sehingga:

$$\Sigma F = 0$$

$$N - w - F = 0$$

$$N = w + F$$

$$N = 100 + 30 = 130 \text{ N}$$

(c) Gaya normal pada kotak jika ditarik dengan gaya 30 N, maka gaya F yang bekerja searah dengan gaya normal maka bernilai positif sehingga:

$$\begin{aligned}\Sigma F &= 0 \\ N - w + F &= 0 \\ N &= w - F \\ N &= 100 - 30 = 70 \text{ N}\end{aligned}$$

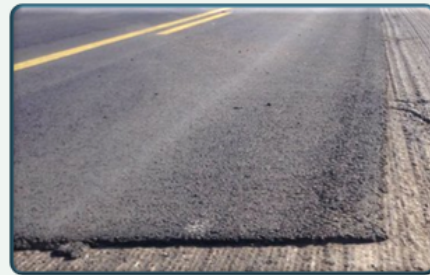
Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Sehingga dapat diketahui gaya normal yang bekerja pada kotak saat kotak tersebut diam adalah $N = 100 \text{ N}$, pada saat kotak hadiah tersebut ditekan dengan gaya 30 N, maka besar gaya normal yang bekerja menjadi $N = 130 \text{ N}$ sedangkan ketika ditarik dengan gaya sebesar 30 N gaya normalnya adalah $N = 70 \text{ N}$.

3. GAYA GESEK



Gambar 1.20. Ban kendaraan

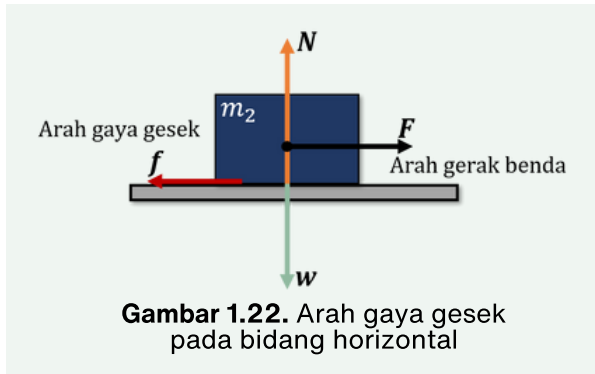


Gambar 1.21. Jalan Aspal

Sumber Gambar: <https://www.google.com/>

Dalam kehidupan sehari-hari terdapat fenomena menarik yang dapat diamati, salah satunya yaitu ketika berkendara di jalan raya. Mungkin Anda pernah bertanya-tanya mengapa ban kendaraan dibuat bergerigi dan jalan raya dibuat dengan permukaan yang kasar? Mengapa ban kendaraan tidak dirancang seperti donat yang halus? Atau mengapa jalan raya tidak dibuat sehalus lantai rumah? Ternyata fenomena ini membuka wawasan pada konsep penting dalam fisika yaitu gaya gesek. Apa itu gaya gesek?

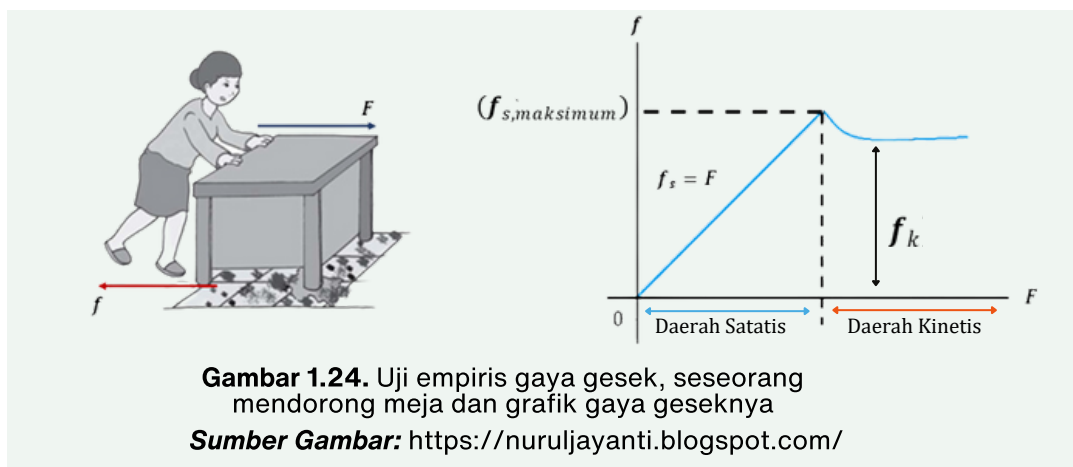
Gaya gesek adalah gaya yang muncul jika permukaan dua benda bersentuhan langsung secara fisik. Gaya gesek dapat disebut juga sebagai gaya yang mencoba menghambat atau menahan gerak suatu benda. Setiap kali suatu benda ditarik atau didorong disepanjang permukaan benda lain, terdapat hambatan terhadap gerakan tersebut. Hal ini karena tidak ada dua permukaan yang mulus sempurna. Oleh karena itu, sifat permukaan yang menyebabkan hambatan ini disebut dengan gesekan. Gaya gesek selalu bekerja sejajar dengan permukaan yang bersentuhan dan arahnya berlawanan dengan gerak benda seperti **Gambar 1.22.** dan **Gambar 1.23.** Tingkat kekasaran suatu permukaan sangat mempengaruhi gaya gesek suatu benda. Semakin kasar suatu permukaan semakin besar gaya yang dialami benda. Dalam fisika tingkat kekasaran suatu benda dinyatakan dengan koefisien gesek (μ).



Sumber Gambar: Dokumen Pribadi

Gaya gesek bekerja ketika benda di air, udara maupun saat meluncur pada benda padat lainnya. Namun, yang perlu diingat adalah untuk benda yang bergerak melalui udara, gaya gesekan pada benda bergantung pada luas benda yang bersentuhan dengan udara. Artinya semakin besar luas bidang sentuh, maka semakin besar gesekan udara pada benda. Sedangkan untuk benda padat yang meluncur di atas benda padat lainnya, luas bidang sentuh tidak mempengaruhi gaya gesekan. Sehingga, gaya gesekan antara benda dengan permukaan benda padat akan sama besar, baik pada luas bidang sentuh besar maupun pada luas bidang sentuh yang kecil.

Jika seseorang mendorong sebuah meja yang diam diatas lantai dengan sebuah gaya horizontal F mulai dari nol dan diperbesar secara berangsur. Begitu ia mulai memberi gaya pada meja akan bekerja gaya gesek f yang menghambat gaya dorong yang diberikan. Selama meja belum bergerak gaya gesek yang bekerja pada meja adalah gaya gesek statis (f_s) begitu meja bergerak maka gaya gesek yang bekerja pada meja adalah gaya gesek kinetis (f_k). Selama proses ini akan terlihat bahwa gaya gesek statis meningkat mulai dari nol sampai mencapai nilai maksimum ($f_{s,maksimum}$) kemudian meja mulai bergerak dan besar gaya gesek turun ke satu nilai konstan yaitu gaya gesek kinetis (f_k). Grafik gaya gesek (f) terhadap gaya tarik (F) ditunjukkan pada **Gambar 1.24**.



Hasil percobaan empiris menunjukkan gaya gesek statis maksimum antara dua permukaan kasar memenuhi aturan berikut:



Dengan tetapan tanpa dimensi μ_s disebut sebagai koefisien gesekan statis dan N adalah besarnya gaya normal dan f_s adalah besarnya gaya gesek statis. Tanda "=" digunakan ketika meja akan bergerak, yaitu ketika:

$$f_s = f_{s,maksimum} = \mu_s N \quad (1.9)$$

Tanda lebih kecil "<" dipakai untuk gaya dorong yang memiliki nilai lebih kecil dari nilai ini.

Gaya gesekan kinetis yang bekerja pada suatu benda adalah tetap dan diberikan oleh:

$$f_k = \mu_k N \quad (1.10)$$

Dengan μ_s adalah koefisien gesekan statis, f_k adalah besarnya gaya gesek kinetis dan N adalah besarnya gaya normal.

Nilai koefisien gesek kinetis dan koefisien gesek statis (μ_k dan μ_s) bergantung pada sifat antara dua permukaan yang bersentuhan, tetapi secara umum μ_k lebih kecil dari μ_s . Berikut disajikan nilai koefisien gesekan pada beberapa benda pada **Tabel 1.2**.

Tabel 1.2. Nilai koefisien gesekan statis dan kinetis pada beberapa permukaan

Permukaan	Koefisien Gesekan Statis (μ_s)	Koefisien Gesekan Kinetis (μ_k)
Kayu pada kayu	0,40	0,20
Kayu pada baja	0,70	0,40
Kayu pada salju	0,08	0,06
Baja pada baja	0,74	0,57
Alumunium pada baja	0,61	0,47
Tembaga pada baja	0,53	0,36
Kaca pada kaca	0,94	0,40
Tembaga pada kaca	0,68	0,53
Teflon pada teflon	0,04	0,04
Teflon pada baja	0,04	0,04
Karet pada beton (kering)	1,00	0,80
Karet pada beton (berair)	0,30	0,25
Bola gotri yang diberi oli	<0,01	<0,01

Sumber: *College Physics, Serway R, A, Faugh J.S, dalam Kanginan, M (2013)*

Gesekan berperan penting dalam kehidupan sehari-hari. Ini memiliki dampak positif dan dampak negatif. Dampak positif gaya gesek dalam kehidupan sehari-hari misalnya oli pada mesin mobil mengurangi gesekan antar bagian yang bergerak, tanpa gesekan antara

ban dan jalan maka mengendarai mobil akan berbahaya, panjang landasan pesawat terbang yang dirancang secara ideal agar pesawat dapat tinggal landas dan mendarat dijalur landasan dengan aman. Selain itu, gaya gesek pada rem sepeda dan kendaraan bermotor lainnya berguna untuk memperlambat laju sepeda motor saat pengereman dilakukan. Sedangkan dampak negatif dari gaya gesek dalam kehidupan sehari-hari seperti gesekan dapat mengurangi efisiensi mobil hingga 20% dan menyebabkan keausan pada bagian-bagian yang bergerak pada mesin kendaraan, gesekan antara dinding silinder dan piston yang bekerja terus menerus dan dapat menimbulkan kerusakan pada sisi luar piston. Keausan pada piston menyebabkan efisiensi energi gerak yang dihasilkan menjadi rendah. Demikian juga gesekan antara stang piston dengan poros engkol yang menyebabkan poros engkol menjadi longgar.



FUN FACT FISIKA

Mengapa Ban Kendaraan Bergerigi dan Jalan Raya Bertekstur Kasar? Mengupas Rahasia Gaya Gesek di Jalanan

Salah satu penerapan konsep gaya gesek dalam kehidupan sehari-hari adalah peristiwa berkendara. Ketika kamu mengamati ban kendaraan yang dibuat bergerigi dan jalanan yang dirancang dengan permukaan kasar adalah berkaitan dengan gaya gesek. Gaya gesek yang bekerja di antara permukaan yang bersentuhan, ternyata memiliki peran besar dalam kehidupan sehari-hari kita, terutama di jalanan. Fakta bahwa gaya gesek membantu kendaraan bergerak, berhenti, dan bahkan tetap aman saat melaju di jalanan.

Dalam perjalanan sehari-hari, kita akan menemukan bahwa ban kendaraan dibuat bergerigi agar gaya geseknya lebih efektif. Mengapa? Sebab, gaya gesek antara ban dan jalan memberikan dorongan yang mendorong kendaraan ke depan. Bayangkan jika gaya gesek itu tidak cukup, kendaraan akan kesulitan berhenti atau bahkan tergelincir. Oleh karena itu, desain bergerigi pada ban dan tekstur kasar pada jalan adalah rahasia di balik kemudahan pergerakan kendaraan.

Tidak hanya itu, gaya gesek juga menjadi pahlawan ketika kita harus berhenti tiba-tiba. Ban yang bergerigi dan jalan yang kasar memberikan gaya hambat yang



membantu kendaraan berhenti lebih cepat dan aman. Jika gaya geseknya kurang, bisa dibayangkan betapa sulitnya menghentikan mobil saat kita menekan rem. Namun, tantangan sebenarnya muncul saat kondisi jalanan basah atau licin. Gaya gesek antara ban dan jalan akan berkurang, meningkatkan risiko selip atau hydroplaning. Untungnya, desain bergerigi pada ban dan tekstur kasar pada jalan juga membantu mengatasi masalah ini dengan lebih baik.

Sumber:

www.gooddoctor.id

www.kompas.com

www.sindenews.com

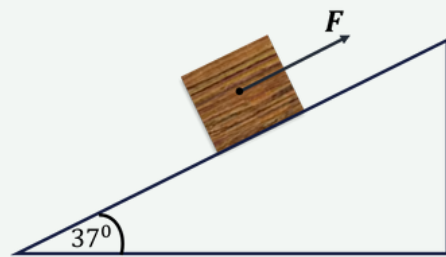
Youtube source: <https://youtu.be/JGfvyPtYR0Y?si=KTCTLi8MltdqDGDz>



CONTOH 1.4

Kasus gaya gesek pada benda yang terletak di bidang miring

Perhatikan **Gambar 1.25.** berikut!
Balok dengan berat 150 N ditarik ke atas dengan gaya F . Jika koefisien gesekan antara benda dan permukaan lantai adalah 0,2 besar nilai F minimal agar benda akan bergerak adalah... ($g = 10 \text{ m/s}^2$; $\sin 37^\circ = 0,8$; $\cos 37^\circ = 0,6$)



Gambar 1.25. Gambar permasalahan pada soal
Sumber Gambar: Dokumen Pribadi

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$w = 150 \text{ N}$$

$$\mu_s = 0,2$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\sin 37^\circ = 0,8; \cos 37^\circ = 0,6$$

Ditanya:

Besar gaya minimal agar benda akan bergerak bergerak?

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Untuk memecahkan kasus ini, pertama-tama gambarkan diagram benda bebas pada sistem **Gambar 1.26.** Kemudian, pisahkan gaya-gaya yang bekerja pada balok menjadi komponen-komponen sejajar dan tegak lurus dengan permukaan lantai. Diketahui bahwa balok ditarik dengan gaya F ke arah atas sejajar dengan bidang miring, maka akan timbul gaya gesek yang berlawanan dengan arah gerak balok. Pada soal akan dicari besar gaya minimal agar benda akan bergerak, maka dalam keadaan ini balok

masih dalam keadaan diam sehingga gaya gesek yang bekerja pada balok adalah gaya gesek statis. Untuk kasus ini, akan berlaku hukum 1 Newton sehingga diperoleh:

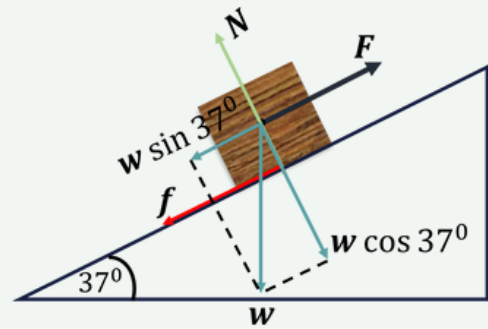
$$\sum F_x = 0$$

$$F - f_s - w \sin 37^\circ = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N - w \cos 37^\circ = 0$$

$$N = w \cos 37^\circ \quad (2)$$



Gambar 1.26. Diagram benda bebas sesuai situasi pada soal

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Substitusikan persamaan (1) dan (2). Selanjutnya substitusikan nilai-nilai yang diketahui, sehingga diperoleh:

$$F - f_s - w \sin 37^\circ = 0$$

$$F - \mu_s N - w \sin 37^\circ = 0$$

$$F - \mu_s w \cos 37^\circ - w \sin 37^\circ = 0$$

$$F = \mu_s w \cos 37^\circ + w \sin 37^\circ$$

$$F = (0,2)(150)(0,8) + (150)(0,6) = 114 \text{ N}$$

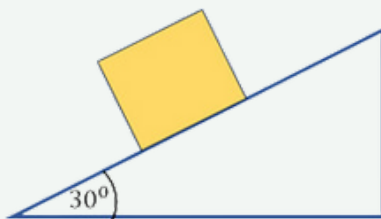
Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Maka gaya minimal yang diperlukan agar benda akan bergerak adalah sebesar $F = 144 \text{ N}$



CONTOH 1.5

Kasus gaya gesek pada benda yang terletak di bidang miring



Gambar 1.27. Gambar permasalahan pada soal

Sumber Gambar: Dokumen Pribadi

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 2 \text{ kg}$$

Perhatikan Gambar 1.27. berikut!

Sebuah balok meluncur pada sebuah bidang miring. Jika diketahui massa balok tersebut adalah 2 kg dan koefisien gesekan kinetis balok dan permukaan miring adalah 0,4. Berapakah besar gaya gesek yang bekerja pada balok tersebut?

$$\mu_s = 0,4; \theta = 30^\circ ; g = 10 \text{ m/s}^2$$

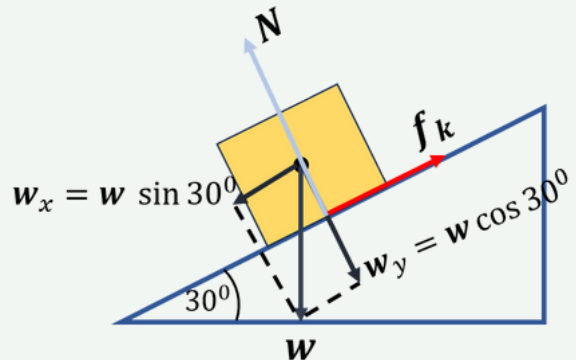
Ditanya:

$$f_k = \dots ?$$

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Menggambarkan diagram benda bebas, pada sistem. **Gambar 1.28.** Menentukan persamaan yang relevan dengan permasalahan yang ingin dipecahkan. Pada soal ini yang ditanyakan adalah besar gaya gesek kinetik yang bekerja pada balok, sehingga untuk menentukan besar gaya gesek kinetis yang bekerja pada balok dapat menggunakan **Persamaan (1.10)** gaya gesek kinetis.



Gambar 1.28. Diagram benda bebas sesuai situasi pada soal

$$f_k = \mu_k N \quad (1.10)$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

$$f_k = \mu_k N$$

$$f_k = \mu_k mg \cos \theta$$

$$f_k = \mu_k mg \cos 30^\circ$$

$$f_k = (0,4)(2)(10) \left(\frac{1}{2} \sqrt{3} \right)$$

$$f_k = 6,92 \text{ N}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Sehingga dapat diketahui besar gaya gesek kinetis yang bekerja pada balok adalah sebesar $f_k = 6,92 \text{ N}$

4. GAYA TEGANG TALI



Gambar 1.29. Lift (elevator) yang sedang bergerak



Gambar 1.30. Mesin Crane

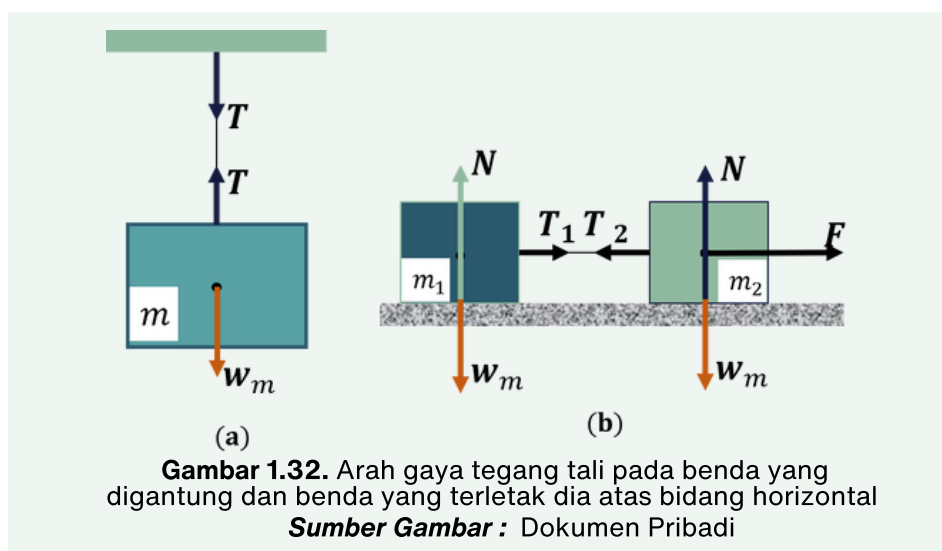


Gambar 1.31. Seseorang yang sedang memainkan gitar

Sumber Gambar : <https://www.canva.com/>

Pernahkan Anda menaiki sebuah lift atau pernahkan Anda memainkan sebuah gitar? Ini merupakan fenomena umum yang sering kita temui. Namun, pernahkan Anda berpikir cara kerja lift untuk bisa bergerak dan mengapa senar gitar harus dipasang dengan kencang agar menghasilkan bunyi yang indah? Pertanyaan ini membuka wawasan ke dalam pemahaman tentang sebuah konsep menarik dalam fisika, yaitu gaya tegang tali. Melalui pengamatan sederhana pada dua benda ini kita dapat mulai menjelajahi bagaimana gaya ini bekerja. Bagaimana sebenarnya lift dapat bergerak naik dan turun dengan aman? Apakah kamu tahu bagaimana gaya tegang tali berperan dalam menjaga kestabilan dan keamanan lift dan berperan pada bunyi yang akan dihasilkan oleh gitar saat dipetik? Mari kita bersama-sama menjelajahi dunia gaya tegang tali, yang ternyata menjadi kunci di balik cara kerja dua benda ini.

Tegang tali (*tension force*) adalah gaya tegang yang bekerja pada ujung-ujung tali karena tali tersebut tegang. Gaya tegang tali disimbolkan dengan huruf "T". Satuan SI gaya tegang tali adalah Newton (N). Jika tali dianggap ringan atau beratnya diabaikan, gaya tegang tali pada kedua ujung tali dianggap sama besar. Arah gaya tegang tali bergantung pada titik atau benda yang ditinjau. **Gambar 1.32 (a)**, menunjukkan gaya tegang tali T yang bekerja pada benda m berarah keatas sebaliknya gaya tegang tali T pada tempat tali digantungkan berarah ke bawah. **Gambar 1.32 (b)**, menunjukkan gaya tegang tali T_1 pada benda m_1 berarah ke kanan sedangkan pada m_2 bekerja T_2 yang berarah ke kiri akan tetap meskipun arahnya berlawanan besarnya gaya tegang tali sama $T = T$ dan $T_1 = T_2$.



Gaya tegang tali berhubungan dengan banyak fenomena fisika dalam kehidupan. Oleh karena itu sangat penting untuk mempelajari konsep tegang tali yang bekerja pada suatu benda. Dengan mempelajari konsep gaya tegang tali, maka dapat menganalisis permasalahan-permasalahan terkait dengan gaya tegang tali dalam kehidupan sehari-hari.

Lift merupakan salah satu alat transportasi vertikal yang pengoperasiannya menggunakan tali-tali untuk menggerakkan kabin ke atas atau ke bawah. Tali-tali ini akan mengalami gaya tegangan tali yang besar, sehingga dalam perancangan lift diperlukan

perhitungan yang tepat agar dapat beroperasi dengan aman. Gitar juga merupakan salah satu alat musik yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Gitar menggunakan senar-senar yang dipetik untuk menghasilkan bunyi. Gaya tegang tali yang bekerja pada senar akan mempengaruhi frekuensi nada yang dihasilkan oleh senar. Jika kamu pernah melihat mesin crane pada pembangunan sebuah gedung, mesin ini juga menggunakan tali untuk memindahkan sebuah benda. Tali tersebut akan mengalami tegangan tali yang besar ketika mengangkat sebuah benda, oleh karena itu penting untuk memperhitungkan gaya tegangan tali dengan tepat agar dapat memperhitungkan kapasitas angkat, kestabilan dan keamanan mesin.



CONTOH 1.6

Menghitung gaya tegang tali

Sebuah tali yang ringan menopang sebuah lampu hias bermassa 20 kg yang tergantung pada ujung bawahnya. Jika ujung atas tali diikatkan pada pengait di langit-langit. Berapakah tegangan pada tali tersebut?

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya:

$$T = \dots?$$

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Untuk menyelesaikan kasus ini terlebih dahulu tinjau semua gaya yang bekerja pada lampu hias. **Gambar 1.33.**

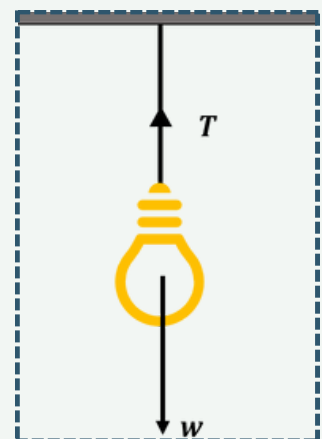
Kemudian diketahui bahwa lampu hias tergantung pada ujung bawah tali dalam keadaan diam. Sesuai dengan prinsip hukum I Newton jika ujung atas tali diikatkan pada pengait di langit-langit, maka gaya berat lampu hias akan ditarik ke atas oleh gaya tegangan tali. Oleh karena itu, tegangan pada tali tersebut sama dengan gaya berat lampu hias, maka:

$$\Sigma F = 0$$

$$T - w = 0$$

$$T = w$$

$$T = mg$$



Gambar 1.33. Gaya-gaya yang bekerja pada lampu yang digantung

Sumber Gambar :
Dokumen Pribadi

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui, maka diperoleh:

$$T = mg$$

$$T = 20 \times 10 = 200 \text{ N}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Dengan demikian besar tegangan tali untuk menggantung lampu hias tersebut adalah $T = 200 \text{ N}$

4. DIAGRAM BENDA BEBAS

Diagram benda bebas adalah teknik yang digunakan untuk menggambarkan semua gaya luar yang bekerja pada suatu benda. Benda diwakili oleh satu titik terisolasi (benda bebas), dan hanya gaya yang bekerja pada benda dari luar (gaya luar) yang ditampilkan. Diagram benda bebas juga dapat didefinisikan sebagai diagram gaya yang bekerja pada benda yang kita pilih dan bebas dari lingkungan. Perlu diingat bahwa gambar pasangan aksi reaksi tidak pernah muncul dalam diagram benda bebas karena pasangan aksi reaksi tidak bekerja pada suatu benda. Ketiga hukum Newton mengandung semua prinsip dasar untuk menyelesaikan semua persoalan di bidang mekanika. Oleh karena itu, diagram benda bebas sangat berguna dalam menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada suatu sistem dan digunakan secara luas dalam studi dan penerapan hukum Newton.

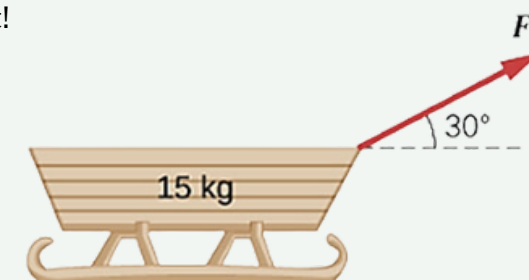
Selanjutnya, pada bagian ini juga akan dijelaskan bagaimana cara menganalisis kasus yang berkaitan dengan Hukum Newton: Pertama, tentukan benda yang dipilih. Setelah memilih benda, tandai gaya-gaya yang bekerja pada benda tersebut. Jangan bingung antara gaya yang bekerja pada sebuah benda dengan gaya-gaya yang diberikan oleh suatu benda terhadap benda lainnya. Hanya gaya-gaya yang bekerja pada benda yang telah Anda pilih yang akan dimasukkan dalam perhitungan. Selanjutnya, untuk membantu mengetahui gaya-gaya yang relevan, gambarlah diagram benda bebas.



CONTOH 1.7

Menggambar Diagram Benda Bebas dari suatu kasus

Sebuah kereta luncur bermassa 15 kg ditarik dengan gaya F dengan sudut 30° diatas permukaan es yang licin seperti diilustrasikan pada **Gambar 1.34**. Gambarkan diagram benda bebas pada sistem tersebut!



Gambar 1.34. Ilustrasi soal

Sumber Gambar: <https://courses.lumenlearning.com/>



Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 15 \text{ kg}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$F = F$$

Ditanya:

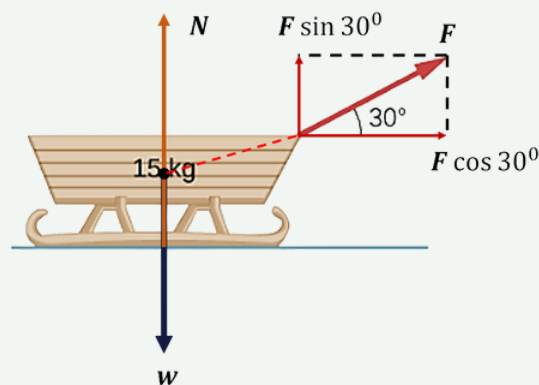
Gambarkan diagram benda bebas yang bekerja pada kereta luncur

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Untuk menggambarkan diagram benda bebas, terlebih dahulu menentukan benda yang menjadi fokus utama yaitu kereta luncur. Lalu identifikasi gaya-gaya yang bekerja pada sistem yaitu gaya tarik F , gaya berat w dan gaya normal N . Tinjau juga gaya-gaya yang bekerja pada sumbu x dan sumbu y . Kemudian, gambarkan diagram benda bebas benda pada sistem seperti ditunjukkan pada **Gambar 1.35**.

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah



Gambar 1.35. Gambar diagram benda bebas sesuai situasi pada soal

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Periksa kembali dengan seksama dan pastikan seluruh gaya-gaya yang bekerja pada sistem telah tergambar seluruhnya.

C. HUKUM GERAK NEWTON

Gerak telah menjadi bagian dari kehidupan manusia sejak zaman dahulu, seperti orang berjalan, kuda berlari atau buah yang jatuh dari pohonnya. Ilmu yang mempelajari gerak benda tanpa memperhatikan penyebabnya disebut dengan kinematika. Sedangkan ilmu yang mempelajari gerak benda sekaligus yang mempelajari penyebabnya disebut dengan dinamika. Dalam buku ini akan membantu siswa untuk memahami tentang dinamika dengan lebih baik sehingga dapat menyelesaikan masalah-masalah yang berkaitan dengan dinamika.



Gambar 1.36. Contoh gerak dalam kehidupan sehari-hari
Sumber Gambar: <https://www.picturesanimations.com/>

Isaac Newton adalah ilmuwan yang banyak berkontribusi dalam mempelajari gerak benda berikut penyebabnya. Namun jauh sebelum Newton, penyelidikan tentang gerak benda telah dilakukan oleh ilmuwan yang berasal dari Yunani yaitu Aristoteles dan Galileo. Hasil penyelidikan Newton mengungkapkan bahwa penyebab perubahan gerak suatu benda adalah gaya. Newton juga mengemukakan tiga hukum tentang gerak suatu benda yaitu hukum I Newton, hukum II Newton, dan hukum III Newton.

Hukum I Newton menjelaskan bagaimana suatu benda dapat berperilaku ketika gaya yang bekerja padanya seimbang atau ketika tidak ada gaya luar yang bekerja padanya sama sekali. Artinya suatu benda yang semula bergerak dengan kecepatan konstan akan tetap bergerak dengan kecepatan konstan atau benda yang semula diam akan tetap diam. Hukum I Newton menyangkut tentang kelembaman suatu benda.

Hukum II Newton tentang gerak berkaitan dengan gaya-gaya yang tidak seimbang atau biasa disebut gaya resultan. Ini akan mengakibatkan terjadinya percepatan. Besar percepatan sebanding dengan besar gaya resultan dan arahnya mengikuti arah dari gaya resultan tersebut.

Hukum III Newton tentang gerak berbicara tentang gaya aksi reaksi antara dua benda. Sehingga dapat diketahui bahwa gaya-gaya tidak pernah terjadi secara sendiri-sendiri tetapi selalu bekerja secara berpasangan.

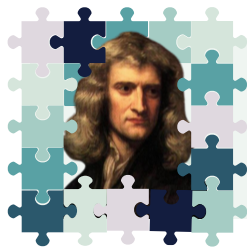
D. HUKUM I NEWTON

Pandangan bahwa gerak benda disebabkan oleh suatu gaya telah diyakini oleh Aristoteles sejak tahun 350 sebelum masehi (SM). Ia menyatakan bahwa keadaan alami sebuah benda adalah diam dan suatu gaya diperlukan untuk membuat benda bergerak. Kemudian, ia membagi gerak ke dalam dua jenis yaitu gerak alami dan gerak paksa. Gerak alami adalah gerak yang tidak disebabkan oleh gaya misalnya asap yang bergerak ke atas udara. Sedangkan

gerak paksa adalah gerak yang disebabkan oleh gaya, seperti tarikan atau dorongan. Misalnya meja bergerak akibat didorong oleh manusia, kapal layar yang bergerak karena dorongan angin. Gerak paksa selalu disebabkan oleh gaya luar yang bekerja pada suatu benda. Jika pada suatu benda yang bergerak tidak ada gaya luar yang bekerja padanya, maka suatu saat benda itu akan kembali ke keadaan alaminya yaitu diam. Benda tidak mungkin mempertahankan gerak oleh dirinya sendiri.

Dua ribu tahun kemudian pandangan ini diperbaharui oleh Galileo. Ia melakukan sebuah penelitian untuk menguji apakah benar bahwa suatu benda tidak mungkin mempertahankan geraknya atau dengan kata lain haruskah gaya terus diberikan agar benda terus bergerak. Penelitian ini memperoleh sebuah kesimpulan yaitu keadaan alamiah sebuah benda adalah diam atau bergerak dengan kecepatan tetap (keadaan setimbang). Untuk mengubah kecepatan gerak benda dibutuhkan gaya luar, tetapi untuk mempertahankan kecepatan benda tidak dibutuhkan gaya luar sama sekali.

Kesimpulan Galileo ini kemudian dipelajari kembali oleh Isaac Newton, hingga berhasil menyatakan hukum pertamanya tentang gerak yang sekarang kita kenal dengan Hukum I Newton. Dalam hukum pertamanya ini Newton menjelaskan keadaan benda jika benda tidak dipengaruhi oleh gaya luar atau benda memiliki resultan gaya sama dengan nol (gaya total sama dengan nol). Hukum I Newton berbunyi:



" Benda yang diam akan tetap diam dan benda yang bergerak dengan kecepatan konstan (tetap) akan bergerak dengan kecepatan konstan (tetap) apabila gaya total yang bekerja pada benda adalah nol".

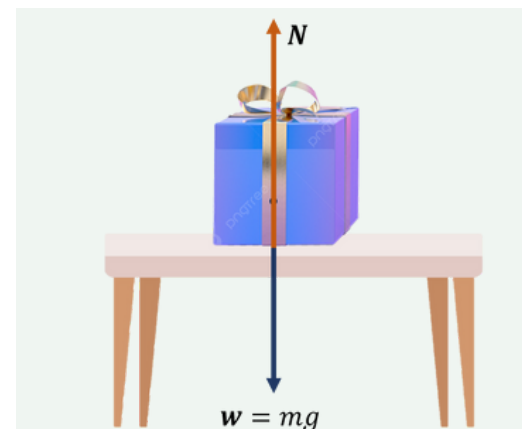
Secara matematis Hukum I Newton dapat dituliskan:

$$\Sigma F = 0$$

(1.11)

F adalah simbol untuk gaya dengan satuan newton (N)

Berdasarkan hukum I Newton, benda yang diam atau bergerak beraturan akan mempunyai percepatan sama dengan nol. Ini bukan berarti tidak ada gaya yang bekerja pada benda saat percepatannya sama dengan nol, tetapi masih ada gaya-gaya yang bekerja padanya tetapi gaya-gaya tersebut seimbang. Yaitu besarnya sama dan arahnya berlawanan, ini memberikan percepatan nol. Perhatikan sebuah kotak hadiah pada **Gambar 1.37**. Berat kotak hadiah bergerak ke bawah karena gaya gravitasi bumi.



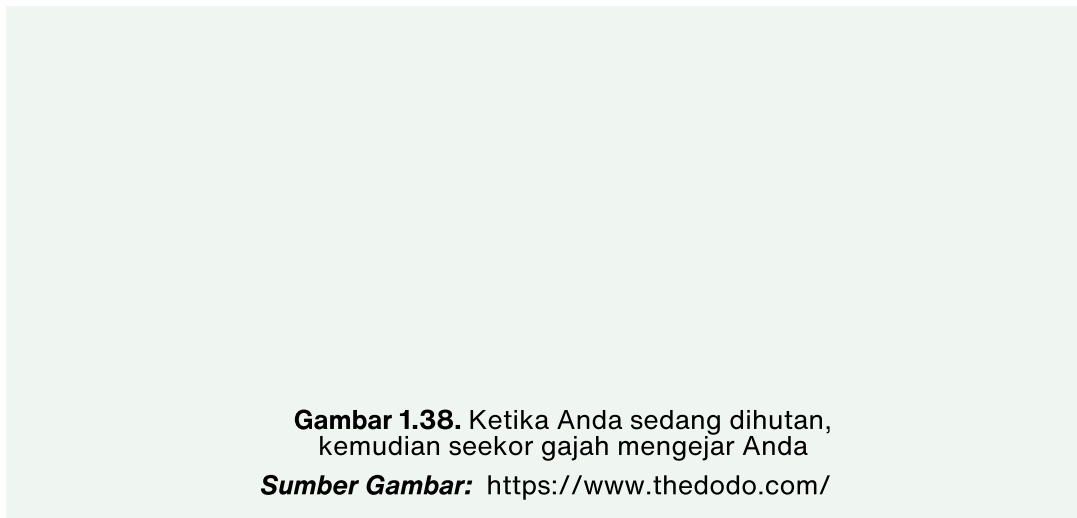
Gambar 1.37. Pada saat diletakkan di atas meja dalam keadaan diam, terdapat dua buah gaya yang bekerja pada kotak hadiah

Sumber Gambar : <https://id.pngtree.com/>

Namun, kotak hadiah tersebut tidak jatuh bebas (atau dipercepat) karena meja menghalanginya. Dalam hal ini, meja memberikan gaya ke atas yang sama besarnya N , yang mendorong kembali kotak hadiah yaitu N sama dengan w . Perhatikan bahwa gaya ini akan seimbang karena keduanya sama besar dan berlawanan arah. Oleh karena itu resultan gaya adalah nol. Sehingga kotak hadiah tersebut akan tetap dalam keadaan diam.

Hukum I Newton dikenal dengan hukum Inersia. Misal Benda-benda yang mula-mula diam akan mempertahankan keadaan diamnya (malas bergerak) dan benda-benda yang mula-mula bergerak akan mempertahankan keadaan Bergeraknya (malas berhenti). Kecenderungan benda untuk mempertahankan keadaan diam atau bergerak gerak disebut dengan **kelembaman** atau **inersia (kemalasan)**. Semua benda memiliki sifat kelembaman atau inersia (kemalasan). Apabila kecepatan benda diubah, maka sifat kelembamannya akan menghambat perubahan gerak tersebut. Semakin besar massa suatu benda, maka sifat kelembamannya semakin besar (makin sulit untuk digerakkan atau dihentikan). Inersia berkaitan dengan massa. Contohnya:

Jika suatu hari Anda sedang berada di hutan dan tiba-tiba seekor gajah berlari ke arah Anda. Haruskah Anda lari lurus atau zigzag? Jawaban ini mungkin akan terlihat sederhana tetapi apa alasan dibalikinya?



Suatu benda yang mempunyai massa yang sangat besar akan mengalami banyak kesulitan dalam mencoba mengubah keadaan diam atau Bergeraknya. Sifat suatu benda disebut inersia. Kita sekarang dapat mendefinisikan inersia sebagai perlawanan suatu benda terhadap perubahan keadaan diam atau Bergeraknya dari hukum I Newton, akan dipahami bahwa gaya akan mempengaruhi kecepatan suatu objek. Ingat bahwa kecepatan adalah besaran vektor yang artinya besar dan arah kecepatan dapat dipengaruhi oleh gaya.

E. HUKUM I NEWTON : PENERAPAN DALAM KEHIDUPAN

Penting untuk memahami konsep hukum Newton secara mendalam, karena konsep ini dapat membantu dalam memahami perilaku benda-benda di lingkungan sekitar. Beberapa

contoh penerapan hukum I Newton dalam kehidupan sehari-hari seperti:

- (1) Seorang atlet yang melakukan lari pendek sebelum melakukan lompat jauh atau lompat tinggi. Hal ini dikarenakan dengan berlari jarak pendek pemain mempersiapkan tubuhnya menopang gerak yang ada didalamnya sehingga membantu menunjukkan lompatan yang mulus.
- (2) Ketika kendaraan bergerak secara tiba-tiba, penumpang dan pengemudi yang duduk didalamnya akan merasakan sentakan sehingga menarik tubuh mereka ke belakang. Hal ini dapat terjadi karena mobil bergerak, namun tubuh tetap mempertahankan keadaan keadaan diamnya, sehingga menyebabkan perubahan gerak secara tiba-tiba.
- (3) Jika kamu pernah bertanya mengapa seorang pelari maraton tidak berhenti tepat setelah melawati garis finis, maka hal ini diakrenakan pelari maraton tidak mampu menghentikan dirinya sendiri setelah melewati garis finis. Ini sesuai dengan hukum I Newton, dimana suatu benda yang bergerak konstan akan menolak untuk berhenti secara tiba-tiba dan memaksa benda untuk mempertahankan keadaan geraknya.
- (4) Mesin pengering baju merupakan salah satu bentuk teknologi yang sistem pengoprasian berdasarkan prinsip hukum Inersia. Untuk mengeringkan pakaian, drum bagian pengering digerakkan, selanjutnya menyebabkan pakaian ikut bergerak. Namun, molekul air yang terkandung dalam kain tidak mengikuti gerak dan tetap dalam posisi diam. Karena tarikan gravitasi bumi, air terkumpul di dasar drum. Lubang-lubang pada drum memungkinkan air keluar sehingga pakaian tetap kering.



Gambar 1.39. Beberapa contoh penerapan Hukum I Newton dalam kehidupan sehari-hari

Sumber Gambar: <https://www.gettyimages.com/> ; <https://www.animatorisland.com/> ; <https://www.canstar.co.nz/>; <https://xtremepowerusa.com/>

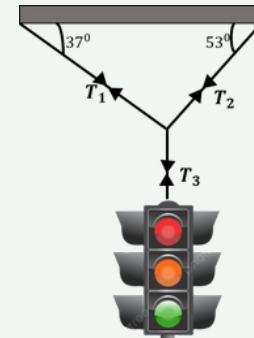
F. CONTOH KASUS DALAM FISIKA : ANALISIS KUANTITATIF MASALAH MENGGUNAKAN HUKUM I NEWTON

Beberapa contoh penerapan hukum I Newton juga dapat digunakan untuk menganalisis dan menyelesaikan berbagai masalah fisika berkaitan dengan gaya dan gerak sebagai berikut:

CONTOH 1.8

Lampu lalu lintas pada keadaan diam

Sebuah lampu lalu lintas beratnya 120 N menggantung pada sebuah kabel yang diikat dengan dua kabel yang dikencangkan untuk menyokongnya seperti pada **Gambar 1.40**. Dua kabel yang lebih tinggi membentuk sudut dengan garis horizontal. Kabel yang lebih tinggi tidak sekuat kabel vertikal dan akan putus jika pegangannya melebihi 100 N. Akankah lampu lalu lintas tetap menggantung pada situasi ini atau salah satu kabelnya akan putus?



Gambar 1.40. Ilustrasi Soal
Sumber Gambar:
<https://www.pngegg.com/>

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$w_{\text{lampu}} = 120 \text{ N}$$

$$T_{\text{maksimum}} \text{ pada kabel yang lebih tinggi} = 100 \text{ N}$$

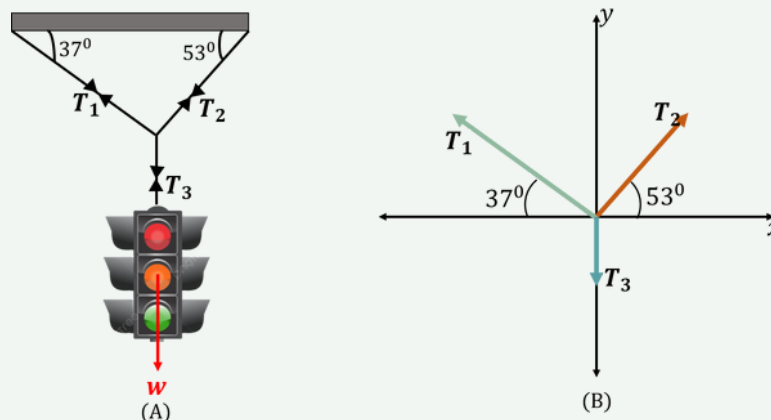
Ditanya:

Akankah lampu lalu lintas tetap menggantung pada situasi ini atau salah satu kabelnya akan putus?

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Menggambar diagram benda bebas, pada sistem. **Gambar 1.41.**



Gambar 1.41. Diagram benda bebas sesuai situasi pada soal

Menentukan persamaan yang relevan dengan permasalahan yang ingin dipecahkan. Asumsikan bahwa kabel tidak putus dan lampu dalam keadaan diam, sehingga tidak ada percepatan apapun pada setiap arahnya. Karena percepatan sistem adalah nol, diketahui bahwa gaya total yang bekerja pada lampu dan gaya total yang bekerja pada simpul keduanya bernilai nol. Maka untuk menyelesaikan persoalan ini diperlukan persamaan (1.11) hukum I Newton sebagai berikut:

$$\Sigma F = 0 \quad (1.11)$$

Tinjau masing-masing tali untuk mengetahui besar tegang tali yang bekerja pada sistem:

Tinjau tegangan tali T_1

$$\begin{aligned} \Sigma F &= 0 \\ -T_{1x} \cos 37^\circ + T_{1y} \sin 37^\circ &= 0 \end{aligned}$$

Tinjau tegangan tali T_2

$$\begin{aligned} \Sigma F &= 0 \\ T_{2x} \cos 53^\circ + T_{2y} \sin 53^\circ &= 0 \end{aligned}$$

Tinjau tegangan tali T_3

$$\begin{aligned} \Sigma F &= 0 \\ T_{3y} - w &= 0 \\ T_3 &= w \end{aligned}$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Tinjau gaya-gaya yang bekerja pada komponen sumbu x dan komponen sumbu y sebagai berikut:

Komponen sumbu x :

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= 0 \\ -T_{1x} \cos 37^\circ + T_{2x} \cos 53^\circ &= 0 \\ T_2 \cos 53^\circ &= T_1 \cos 37^\circ \\ T_2 &= T_1 \left(\frac{\cos 37^\circ}{\cos 53^\circ} \right) = 1,33 T_1 \end{aligned} \quad (1)$$

Komponen sumbu y :

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= 0 \\ T_{1y} \sin 37^\circ + T_{2y} \sin 53^\circ - T_{3y} &= 0 \\ T_1 \sin 37^\circ + T_2 \sin 53^\circ - T_3 &= 0 \\ T_1 \sin 37^\circ + (1,33 T_1)(\sin 53^\circ) - 120 &= 0 \\ T_1 &= 72,11 \text{ N} \end{aligned} \quad (2)$$

Substitusikan nilai $T_1 = 72,11 \text{ N}$ ke persamaan (1) maka diperoleh:

$$\begin{aligned} T_2 &= 1,33 \times 72,11 \\ T_2 &= 95,91 \text{ N} \end{aligned}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Sehingga dapat diketahui besar gaya tegang tali $T_1 = 72,11 \text{ N}$ dan $T_2 = 95,91 \text{ N}$ kedua nilai tegangan tali ini kurang dari 100 N , maka dapat disimpulkan bahwa tali tidak akan putus.



CONTOH 1.9

Kasus peristiwa kelembaman pada suatu benda

Jelaskan situasi berikut dengan menggunakan hukum I Newton dan inersia!

"Jika sebuah buku ditarik keluar dengan sangat cepat dari tengah tumpukan buku, buku-buku yang berada di atas akan terjatuh dan ikut bergerak"

Penyelesaian:

Untuk menjelaskan situasi tersebut, perlu memahami hukum I Newton dan inersia. Hukum I Newton (hukum Inersia) menyatakan bahwa:

"sebuah benda akan tetap diam atau bergerak dengan kecepatan konstan jika tidak ada gaya luar yang mempengaruhinya".

Sedangkan, inersia adalah sifat benda untuk mempertahankan keadaannya. Jadi, jika sebuah buku ditarik keluar dengan sangat cepat dari tengah tumpukan buku, buku-buku yang berada di atas akan terjatuh dan ikut bergerak karena inersia. Buku-buku tersebut tidak memiliki gaya luar yang cukup untuk menahan perubahan kecepatan yang terjadi akibat tarikan buku di bawahnya. Oleh karena itu, mereka cenderung melanjutkan gerak lurus beraturan sesuai dengan hukum I Newton.



CONTOH 1.10

Kasus benda bergerak dengan kecepatan tetap

Benda bermassa 5 kg terletak di atas bidang datar. Benda ditarik oleh gaya sebesar F seperti pada **Gambar 1.42**. Jika koefisien gesek kinetik benda dengan permukaan bidang datar adalah 0,3 dan percepatan gravitasi bumi di tempat tersebut adalah 10 m/s^2 . Berapakah besar gaya F yang harus diberikan agar benda dapat bergerak dengan kecepatan konstan (tetap)? ($\cos 53^\circ = 0,6$; $\sin 53^\circ = 0,8$)

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

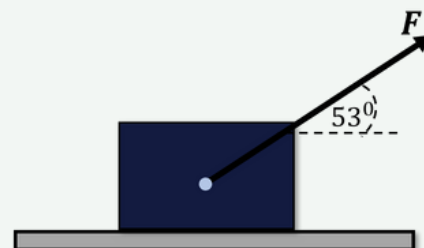
Diketahui:

$$m = 5 \text{ kg}$$

$$\mu_k = 0,3$$

$$\theta = 53^\circ$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$



Gambar 1.42. Ilustrasi pada soal
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

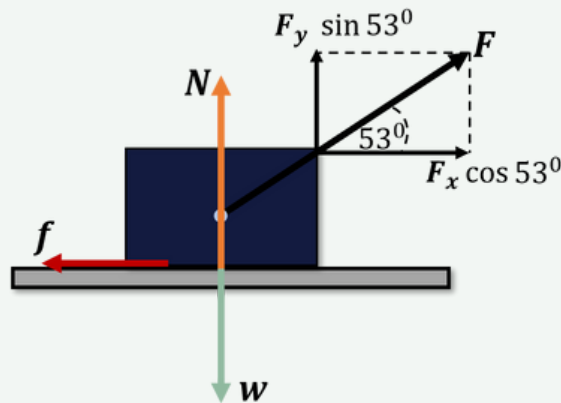


Ditanya:

Besar gaya F yang harus diberikan agar benda dapat bergerak dengan kecepatan konstan (tetap)?

Jawab:**Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi**

Untuk memecahkan kasus tersebut pertama, gambarkan gaya-gaya yang bekerja pada benda.



Gambar 1.43. Diagram benda bebas sesuai situasi pada soal

Kemudian uraikan gaya yang bekerja pada benda menjadi komponen-komponennya. Karena benda bergerak dengan kecepatan tetap, maka percepatannya adalah 0 ($a = 0$). sehingga dapat dituliskan:

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ N + F_y \sin \theta - w &= 0 \\ N + F \sin 53^\circ - mg &= 0 \\ N &= mg - F \sin 53^\circ\end{aligned}\quad (1)$$

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ F_x \cos \theta - f &= 0 \\ F \cos 53^\circ - \mu_k N &= 0 \\ F \cos 53^\circ - \mu_k (mg - F \sin 53^\circ) &= 0\end{aligned}\quad (2)$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui ke persamaan (2), diperoleh:

$$\begin{aligned}F(0,6) - 0,3(5 \times 10 - F(0,8)) &= 0 \\ 0,6F - 15 + 0,24F &= 0 \\ 0,84F &= 15 \\ F &= 17,8 \text{ N}\end{aligned}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Maka, besar gaya F yang harus diberikan agar benda dapat bergerak dengan kecepatan konstan (tetap) adalah $F = 17,8 \text{ N}$.



CONTOH 1.11

Kasus benda yang tergantung pada sebuah katrol diam

Benda dengan berat 350 N ditarik melalui katrol sehingga memiliki posisi seperti pada **Gambar 1.44**. Jika sistem dalam keadaan diam maka berapa gaya F ? ($\cos 37^\circ = 0,8$; $\sin 37^\circ = 0,6$)

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$w = 350 \text{ N}$$

$$\theta = 37^\circ$$

Ditanya:

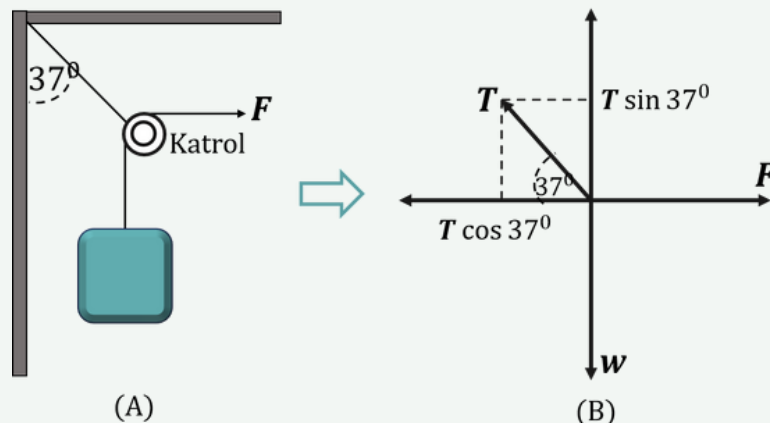
$$F = \dots?$$

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Tinjau gaya-gaya yang bekerja pada sistem, kemudian gambarkan diagram benda bebas.

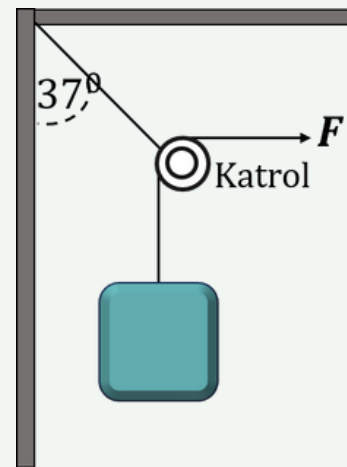
Gambar 1.45.



Gambar 1.45. Diagram benda bebas sesuai situasi pada soal

Mengacu **Gambar 1.45**, terdapat tiga buah gaya yang bekerja pada sistem tersebut yaitu gaya berat w , gaya tegang tali T dan gaya tarik F yang tidak segaris sehingga untuk menentukan gaya total yang bekerja pada sistem tersebut dapat menggunakan sumbu koordinat xy . Diketahui sistem dalam keadaan diam sehingga berlaku hukum I Newton sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ T \sin 37^\circ - w &= 0 \\ T &= \frac{w}{\sin 37^\circ} \end{aligned} \quad (1)$$



Gambar 1.44. Ilustrasi pada soal
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ F - T \cos 37^\circ &= 0 \\ F &= T \cos 37^\circ\end{aligned}\quad (2)$$

Substitusikan nilai T pada persamaan (1) ke persamaan (2), maka persamaan menjadi:

$$F = \left(\frac{W}{\sin 37^\circ}\right) \cos 37^\circ \quad (3)$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui ke persamaan (3), diperoleh:

$$F = \left(\frac{350}{0,6}\right) 0,8$$

$$F = 466,6 \text{ N}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Maka, diketahui besar gaya F yang bekerja pada sistem tersebut adalah $F = 466,6 \text{ N}$



FASE 3:

FASE 3 | MULTI REPRESENTASI (MULTIPLE REPRESENTATION)

MULTI REPRESENTASI

Jawablah pertanyaan berikut sesuai dengan penyelidikan yang telah Anda lakukan dan konsep yang telah Anda pelajari sebelumnya.

1. Identifikasi gaya-gaya yang bekerja pada **Gambar 1.1.** dan gambarlah diagram benda bebasnya!



Jawab :



.....

.....

.....

.....

2. Dari percobaan yang telah dilakukan, bagaimana sifat inersia suatu benda berlaku pada percobaan tersebut?

Jawab :

.....

.....

.....

.....



MULTI REPRESENTASI

3. Bagaimana kaitan antara penyelidikan yang telah Anda lakukan dengan peristiwa yang telah Anda amati sebelumnya? Jelaskan dengan konsep hukum I Newton!

Jawab :

.....

.....

.....

.....

4. Tuliskan bunyi hukum I Newton?

Jawab :

.....

.....

.....

.....

5. Bagaimana persamaan dari hukum I Newton?

Jawab :

.....

.....

.....

.....





FASE 4 | APLIKASI (APPLICATION)



QUICK TIPS

PETUNJUK PEMECAHAN MASALAH

Untuk memecahkan masalah fisika, Anda dapat mengikuti petunjuk pemecahan masalah berikut:

1. Identifikasi masalah dengan menuliskan seluruh informasi yang diketahui dan masalah apa yang harus dipecahkan.
2. Tentukan strategi. Gambarlah sebuah diagram bebas benda yang bekerja pada sistem kemudian konseptualisasikan masalahnya. Kemudian gunakan persamaan yang sesuai dengan konsep dan persoalan yang akan dipecahkan.
3. Selesaikan masalah. Gunakan seluruh informasi dan konsep serta persamaan yang telah disusun sebelumnya untuk menemukan hasil/solusi permasalahan.
4. Periksa dan evaluasi. Periksa dan evaluasi dengan seksama proses serta hasil pemecahan masalah, buatlah kesimpulan dari apa yang telah diperoleh.



Soal-soal Pemecahan Masalah Hukum I Newton

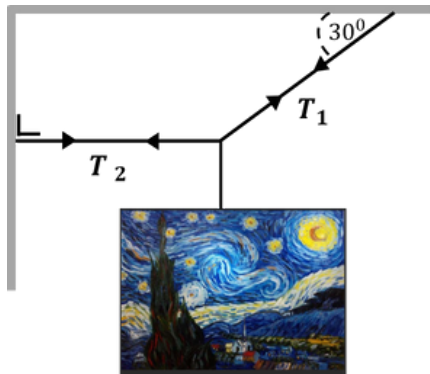
1. Dua orang anak mendorong anak ketiga dalam sebuah gerobak dengan kecepatan konstan. Sistem yang teramati adalah gerobak ditambah anak kecil. Dua anak dibelakan gerobak mendorong gerobak tersebut dengan gaya F_1 dan F_2 gesekan yang bekerja pada roda adalah gaya eksternal lain yang bekerja pada sistem. Dua gaya eksternal lain yang bekerja pada sistem adalah gaya berat yang mendorong ke bawah dan gaya normal yang mendorong dari tanah ke atas. Karena gerobak bergerak maju dengan kecepatan konstan maka gaya gesekan harus sama besarnya dengan jumlah gaya yang dilakukan oleh kedua anak yang mendorong kereta tersebut. Dari peristiwa ini gambarlah diagram benda bebas (diagram gaya) yang bekerja pada sistem tersebut!



Gambar 1.46. Kasus pada sistem
Sumber Gambar: <https://www.texascourses.org/>



2. Perhatikan **Gambar 1.47.** berikut!



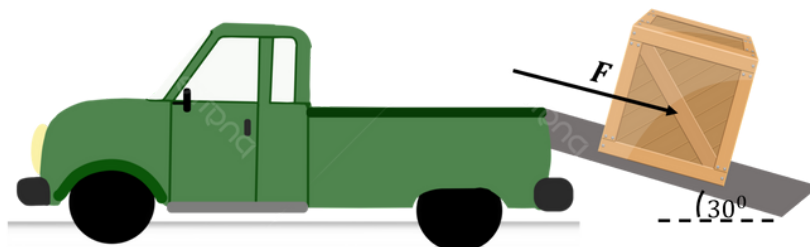
Sebuah lukisan dengan massa 0,5 kg tergantung pada sebuah tali yang berada di dinding ruang tamu, terlihat seperti **Gambar 1.47.** Jika percepatan gravitasi ($g = 10 \text{ m/s}^2$), tentukan:

- Gaya tegang tali T_1
- Gaya tegang tali T_2

Gambar 1.47. Lukisan yang menggantung pada dua buah tali yang diam

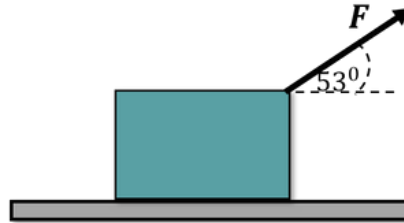
Sumber Gambar: <https://id.pinterest.com/>

- Suatu sore yang cerah Alex seorang skateboarder berpengalaman memutuskan untuk menghabiskan waktunya bermain skateboard di sepanjang trotoar di lingkungannya. Dengan kecepatan yang meningkat, ia mahir melewati tikungan dan rintangan sepanjang jalan. Namun, ketika ia mendekati ujung trotoar, tiba-tiba muncul sebuah rintangan yang tak terduga. Alex, tanpa cukup waktu untuk menghindari menabrak tepi trotoar dengan keras. Dari peristiwa ini jika dihubungkan dengan hukum I Newton jelaskan apa yang akan terjadi pada tubuh Alex ketika menabrak tepi trotoar tersebut!
- Sebuah beban bermassa 10 kg terletak pada bidang miring dengan sudut kemiringan θ ($\tan \theta = 3/4$). Jika percepatan gravitasi di tempat tersebut adalah 10 m/s^2 maka besar gaya normal bidang adalah...
- Kotak berisi buah-buahan bermassa 40 kg diturunkan dari mobil truk menggunakan bidang miring dengan kemiringan 30° terhadap bidang datar. Jika koefisien gesek statis antara kotak dan bidang miring adalah 0,75 serta nilai percepatan gravitasi bumi adalah 10 m/s^2 , dan gaya yang bekerja untuk menurunkan kotak berisi buah-buahan adalah sebesar F . Pada situasi ini akankah kotak berisi buah-buahan bergerak dan berhasil diturunkan?



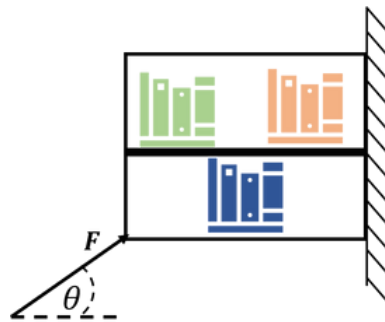
Gambar 1.48. Sebuah kotak buah yang diturunkan dari truk dengan gaya F
Sumber Gambar : <https://id.pngtree.com/>

6. Sebuah kotak kayu dengan massa 5 kg terletak di atas lantai mendatar. Balok tersebut ditarik oleh gaya 10 N keatas membentuk sudut 30° terhadap arah mendatar. Bila percepatan gravitasi disekitar wilayah tersebut adalah 10 m/s^2 , koefisien kinetis antara balok dan lantai adalah 0,1. Sedangkan koefisien gesekan statisnya adalah 0,2 maka gaya gesek yang bekerja pada balok dan lantai adalah...



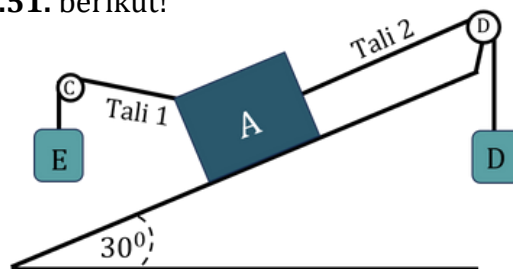
Gambar 1.49. Kotak kayu ditarik dengan gaya sebesar F pada arah horizontal
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

7. Rak buku bermassa 10 kg diletakkan pada suatu dinding vertikal dengan posisi seperti pada **Gambar 1.50**. Koefisien gesekan antara rak buku dan dinding adalah 0,2. Untuk mempertahankan rak buku agar tidak terjatuh diberikan gaya F yang membentuk sudut 60° terhadap horizontal. Pada situasi ini berapakah gaya F yang dibutuhkan agar rak buku tetap berada diposisinya?



Gambar 1.50. Rak buku yang diletakkan pada dinding vertikal
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

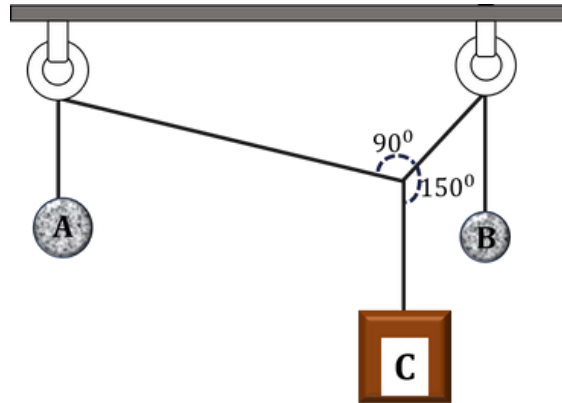
8. Perhatikan **Gambar 1.51**. berikut!



Gambar 1.51. Sistem katrol pada bidang miring
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

Massa beban A dan E adalah 10 kg dan 1 kg. Apabila tali AC horizontal dan tali AB sejajar bidang. Jika permukaan bidang miring licin dan massa katrol diabaikan maka sistem setimbang untuk berat D sebesar....

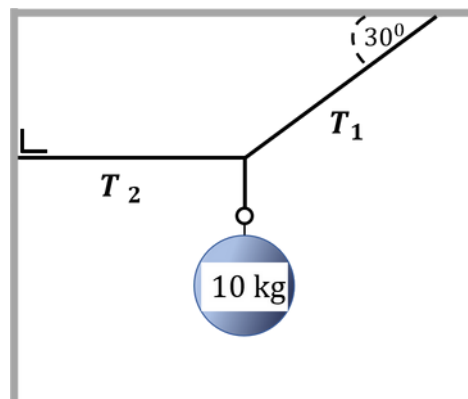
9. Perhatikan **Gambar 1.52.** berikut!



Gambar 1.52. Sistem katrol gantung
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

Jika sistem dalam keadaan setimbang dan gesekan tali dengan katrol diabaikan, maka hubungan m_A dan m_B adalah...

10. Sebuah bola dengan massa 10 kg digantungkan pada beberapa tali hingga membentuk posisi seperti pada **Gambar 1.53.** Apabila sistem dalam keadaan diam, hitunglah besar tegangan tali T_1 dan T_2 ? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



Gambar 1.53. Bola bermassa yang tergantung pada tali yang diam
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

Jawab :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





FASE 5 | EVALUASI (EVALUATION)



KUNCI JAWABAN

Kunci jawaban soal-soal hukum I Newton adalah sebagai berikut:

- Untuk menjawab pertanyaan nomor 1 dapat mengacu pada petunjuk berikut:
 - Sistem yang diamati pada gambar tersebut adalah seorang anak yang di dalam kereta yang didorong oleh dua anak lainnya
 - Identifikasi gaya yang bekerja pada sistem pada anak yang berada di dalam kereta yaitu, gaya berat (w) gaya normal (N) dan gaya gesek (f) yang menghambat pergerakan kereta
 - Dua orang anak lainnya adalah gaya luar yang memberikan dorongan pada anak di dalam kereta tersebut, dapat digambarkan sebagai F_1 dan F_2
- (a). Tegangan tali $T_1 = 10 \text{ N}$
 (b). Tegangan tali $T_2 = 10\sqrt{3} \text{ N}$
- Untuk menjawab pertanyaan nomor 3 dapat mengacu pada petunjuk berikut:
 - Fokus pada keadaan Alex sebelum dan sesudah menabrak trotoar.
 - Perhatikan bahwa Alex sedang bergerak dengan kecepatan konstan sebelum menabrak trotoar.
 - Perhatikan bahwa tepi trotoar hanya menghentikan papan skateboard, bukan Alex.
 - Hubungkan dengan konsep kelembaman suatu benda pada hukum 1 Newton
- Besar gaya normal yang bekerja pada sistem $N = 80 \text{ N}$
- Gaya gesek maksimum antara kotak dan bidang miring adalah $f_{s \text{ max}} = 260 \text{ N}$, sementara gaya untuk menggerakkan kotak $F = 200 \text{ N}$. Maka ($f_{s \text{ max}} > F$) sehingga kotak berisi buah-buahan tetap dalam keadaan diam. Untuk membuat kotak berisi buah-buahan bergerak dapat dilakukan dengan mengatur ulang kemiringan bidang atau menambahkan gaya F yang bekerja untuk menggerakkannya
- Gaya gesek yang bekerja pada balok dan lantai adalah sebesar $f_s = 3 \text{ N}$. Karena gaya gesek yang bekerja pada sistem adalah gaya gesek statis maka diketahui bahwa benda tersebut masih dalam keadaan diam.
- Besar gaya F yang dibutuhkan agar rak buku tetap berada diposisinya adalah $F = 103,5 \text{ N}$
- Hubungan antara m_A dan m_B adalah $m_B = \sqrt{3} m_A$
- Sistem setimbang untuk berat D sebesar $w_D = 58,5 \text{ N}$
- Besar gaya tegang tali T_1 adalah $T_1 = 200 \text{ N}$ dan T_2 adalah $T_2 = 100\sqrt{3} \text{ N}$



LIHAT HASIL



CHAPTER 2: HUKUM II NEWTON

$$F = ma$$



$$a = \frac{F}{m}$$



Sumber Gambar: Instagram
@chemistryofscience

TUJUAN PEMBELAJARAN

- Mendeskripsikan penyebab benda mengalami percepatan
- Menjelaskan hubungan gaya, massa dan percepatan gerak benda
- Melakukan percobaan terkait hukum II Newton serta melaporkan hasil dengan multi representasi
- Menjelaskan hukum Newton pada benda yang bergerak melingkar
- Mengaplikasikan persamaan hukum II Newton untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sesuai dengan langkah-langkah pemecahan masalah



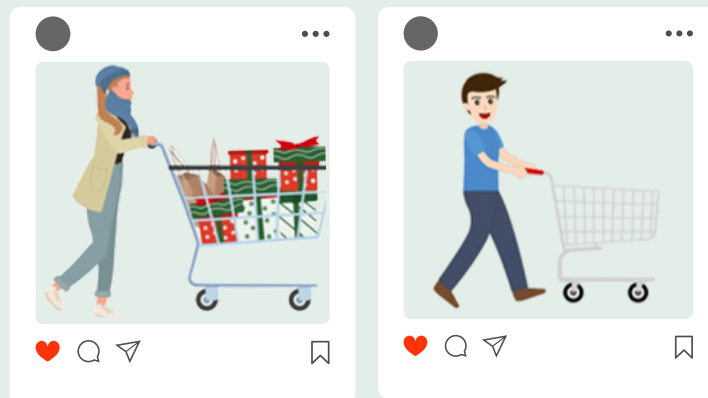
FASE 1: | ORIENTASI (ORIENTATION)



FENOMENA FISIKA

Misteri Troli Belanja: Antara Kosong dan Penuh

Anda tentu pernah berbelanja di sebuah supermarket. Saat berbelanja, tak jarang Anda melihat orang menggunakan troli untuk menaruh tempat belanjaan atau bahkan Anda sendiri juga sering menggunakannya. Seperti **Gambar 2.1.** berikut:



Gambar 2.1. Seorang wanita yang mendorong troli berisi belanjaan dan seorang pria yang mendorong troli kosong
Sumber Gambar: <https://www.canva.com/>

Q&A

TANYA JAWAB!

PERTANYAAN?

Jawablah pertanyaan berikut sesuai dengan apa yang telah Anda amati:

1. Apa yang Anda rasakan ketika Anda mendorong troli belanja saat masih kosong dan saat sudah terisi penuh?
2. Jika Anda mendorong troli tersebut dengan kekuatan yang sama, manakah troli yang akan lebih cepat bergerak?

JAWAB!

.....

.....

.....

.....



Cetak Template



JAWABAN ANDA



- Centang semua kotak keterangan gaya (*force*), jumlah gaya (*sum of force*), nilai (*values*), massa (*masses*), kecepatan (*speed*), percepatan (*Acceleration*) seperti pada **Gambar 2.3!**
- Sebelum memulai, kondisikan benda tidak mengalami gesekan (*friction:none*) dengan mengatur tombol "Pause" terlebih dahulu



Gambar 2.3. Simulasi percobaan, langkah 3 dan 4
Sumber Gambar: <https://PhET.colorado.edu/>

a. Percobaan 1 (Gaya Bervariasi)

- Pada percobaan 1, atur massa tetap sebesar 50 kg, kecepatan rata-rata 40 m/s
- Gunakan gaya 200 N
- Perhatikan "speed", setelah mendekati/ mencapai 40 m/s, klik "pause" dan amati berapa percepatannya (*acceleration*). Isikan data pada **Tabel 2.1**.
- Tekan tombol "reset" untuk percobaan selanjutnya
- Ulangi langkah 1-4 diatas untuk besar gaya yang diubah-ubah

b. Percobaan 2 (Massa Bervariasi)

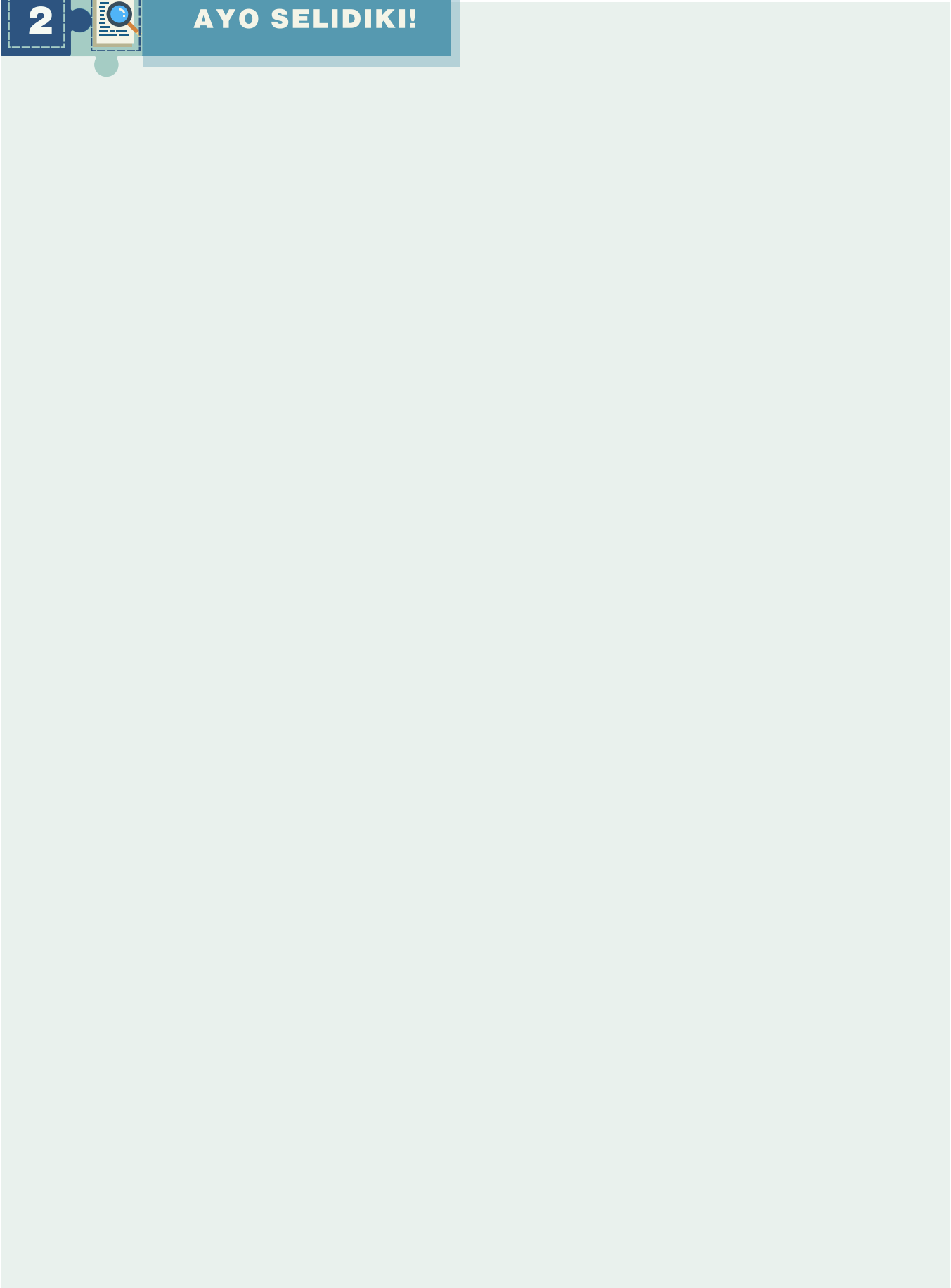
- Pada percobaan 2 atur gaya tetap sebesar 300 N, kecepatan rata-rata 40 m/s
- Gunakan massa 40 kg.
- Perhatikan "speed", setelah mendekati/ mencapai 40 m/s, klik "pause" dan amati berapa percepatannya (*acceleration*). Isikan data pada **Tabel 2.2**.
- Tekan tombol "reset" untuk percobaan selanjutnya
- Ulangi langkah 1-4 diatas untuk besar gaya yang diubah-ubah



2



AYO SELIDIKI!





IV. Hasil Penyelidikan

Tabel 2.1. Hasil percobaan 1 (gaya bervariasi)

No	Massa Benda (kg)	Gaya (N)	Kecepatan Rata-rata (m/s)	Percepatan (m/s^2)
1.	50	200		
2.	50	250		
3.	50	300		
4.	50	350		
5.	50	400		

Tabel 2.2. Hasil percobaan 2 (massa bervariasi)

No	Massa Benda (kg)	Gaya (N)	Kecepatan Rata-rata (m/s)	Percepatan (m/s^2)
1.	40	300		
2.	50	300		
3.	80	300		
4.	100	300		
5.	200	300		

V. Analisis

1. Berdasarkan hasil percobaan yang telah Anda lakukan apa yang terjadi jika gaya yang bekerja pada benda semakin besar?

.....

.....

2. Berdasarkan hasil percobaan yang telah Anda lakukan, apabila massa benda semakin besar apa yang terjadi dengan gaya dan percepatannya?

.....

.....

3. Buatlah kesimpulan!

.....

.....



Cetak Template



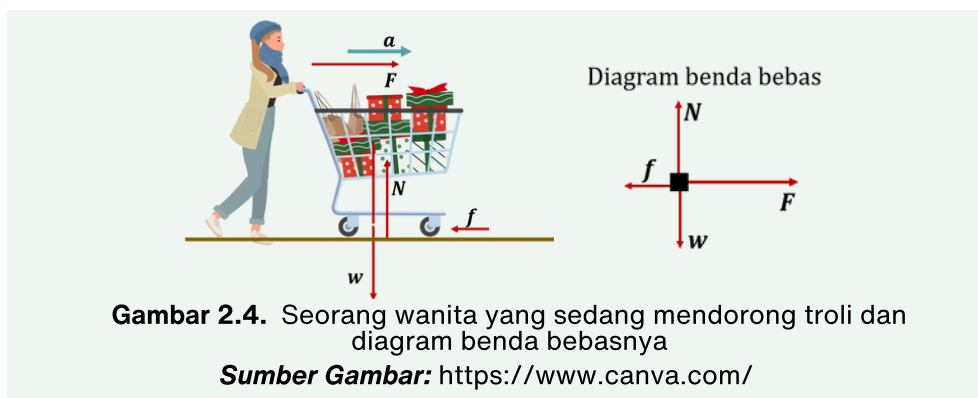
SUBMIT HASIL
PENYELIDIKAN

MATERI

A. HUKUM II NEWTON

Kita semua pasti pernah mendorong atau menarik benda-benda di sekitar kita, seperti meja, kursi, tas, atau sepeda. Pernahkah Anda memperhatikan bahwa benda yang lebih kecil akan lebih mudah didorong atau ditarik daripada benda yang lebih besar? Misalnya, mendorong sebuah meja yang berat lebih sulit daripada mendorong sebuah kursi yang ringan. Mengapa demikian?

Hukum II Newton juga dikenal sebagai hukum percepatan adalah prinsip dasar yang menyatukan gaya, massa dan percepatan. Saat Anda mendorong sebuah benda yang ringan akan jauh lebih mudah dan percepatannya akan lebih besar dibandingkan ketika Anda mendorong sebuah benda dengan massa yang lebih besar, sehingga percepatannya jauh lebih lambat. Dalam hukum pertamanya, Newton menjelaskan keadaan benda jika benda tidak dipengaruhi oleh gaya eksternal atau benda memiliki resultan gaya sama dengan nol (gaya total sama dengan nol). Benda yang semula diam akan tetap diam atau benda yang semula bergerak akan bergerak dengan kecepatan konstan (tetap). Nah, gaya eksternal adalah gaya yang bekerja pada suatu benda atau sistem yang berasal dari luar benda atau sistem tersebut. Sebaliknya, gaya internal adalah gaya yang berasal dari dalam sistem yang diamati. Sederhananya, gaya internal adalah gaya yang bekerja pada satu bagian suatu benda dan dikerjakan oleh bagian lain dari benda yang sama. Gaya eksternal adalah gaya yang bekerja pada suatu benda akibat adanya benda lain. Gaya internal yang ada di dalam suatu benda tidak dapat menyebabkan perubahan pada gerak keseluruhan benda tersebut. Hanya gaya luar yang mempengaruhi gerak suatu sistem menurut hukum pertama Newton. Contohnya gaya yang dilakukan tangan kanan terhadap tangan kiri merupakan gaya eksternal, namun gaya yang ada di tangan Anda (tekanan otot, kompresi tulang) yang bereaksi terhadap gaya tersebut adalah gaya internal. Gaya eksternal yang bekerja pada suatu sistem dapat divisualisasikan menggunakan diagram benda bebas. Panah digunakan untuk mewakili semua gaya eksternal yang ditampilkan. Perhatikan **Gambar 2.4.** menunjukkan seorang wanita yang sedang mendorong troli belanja maka sistem yang diamati adalah troli yang berisikan barang belanjaan. Gaya dorong F yang dilakukan oleh wanita yang mendorong troli, berat w sistem dan tumpuan tanah N juga diperlihatkan. Vektor f melambangkan gesekan yang bekerja pada gerobak ke arah kiri, berlawanan dengan gerak troli disebut dengan *gaya eksternal*.

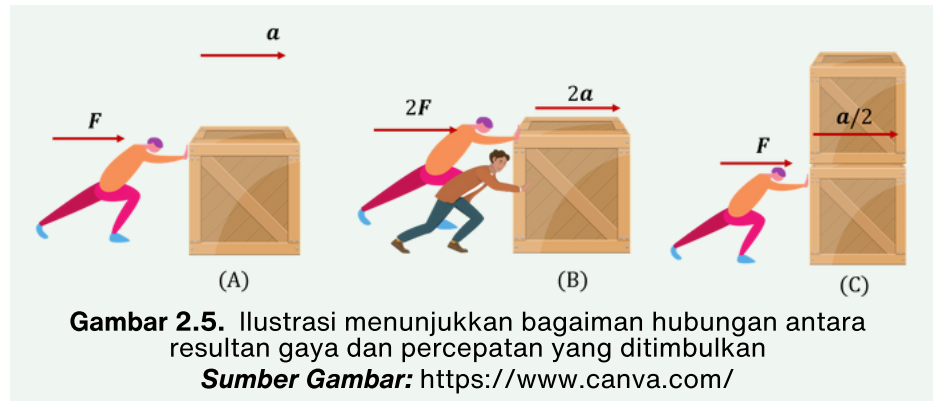


Gambar 2.4. Seorang wanita yang sedang mendorong troli dan diagram benda bebasnya

Sumber Gambar: <https://www.canva.com/>



Hukum II Newton menjelaskan tentang gerak suatu benda ketika resultan gaya yang bekerja pada suatu benda tidak sama dengan nol, dengan kata lain terdapat satu atau beberapa gaya yang bekerja pada benda tersebut. Pada keadaan ini benda akan mulai bergerak artinya benda akan mengalami perubahan kecepatan, maka perubahan kecepatan inilah yang disebut dengan percepatan. Jika benda itu mulanya bergerak maka gaya itu akan mempercepat, memperlambat atau mengubah kecepatannya. Dalam setiap kasus benda yang mengalami percepatan. Maka pada hukum II Newton ini akan diketahui hubungan antara resultan gaya dan percepatan yang ditimbulkannya, perhatikan ilustrasi pada **Gambar 2.5.** berikut:



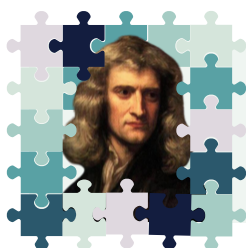
Ketika Anda mendorong sebuah kotak diatas permukaan licin ke pada arah horizontal. Anda memberikan gaya horizontal F pada kotak, kotak tersebut akan bergerak dengan suatu percepatan a seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.5(A)**. Jika Anda memberikan gaya dua kali lipat ($2F$) pada kotak tersebut maka percepatan balok menjadi dua kali lipat ($2a$) seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.5(B)**. Jika massa (m) kotak dua kali lebih besar maka gaya yang sama akan menghasilkan percepatan $a/2$ seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.5(C)**. Sehingga dapat disimpulkan bahwa percepatan suatu benda berbanding lurus dengan gaya yang bekerja padanya dan besarnya percepatan benda berbanding terbalik dengan massanya.

$$a \approx F \tag{2.1}$$

$$a \approx \frac{1}{m} \tag{2.2}$$

Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan hukum kedua tentang gerak atau yang kita kenal dengan Hukum II Newton.

Hukum II Newton berbunyi:



"Jika satu atau lebih gaya bekerja pada benda, maka percepatan yang dihasilkan berbanding lurus dan searah dengan resultan gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda."

Secara matematis Hukum II Newton dapat dituliskan:

$$\Sigma F = ma \quad (2.3)$$

Dengan:

F : gaya total yang dialami benda (N)

m : massa kelembaman benda (kg)

a : percepatan (m/s^2)

B. HUKUM II NEWTON : PENERAPAN DALAM KEHIDUPAN

Hukum II Newton sangat penting untuk dipelajari dan dipahami karena hukum ini dapat digunakan untuk memahami dan menganalisis gerak benda di berbagai situasi. Hukum II Newton juga dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah fisika, seperti gaya gesek, gaya sentripetal, dan lain-lain. Selain itu, hukum II Newton juga berkaitan dengan banyak fenomena alam yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Berikut adalah beberapa contoh fenomena alam yang berkaitan dengan hukum II Newton:

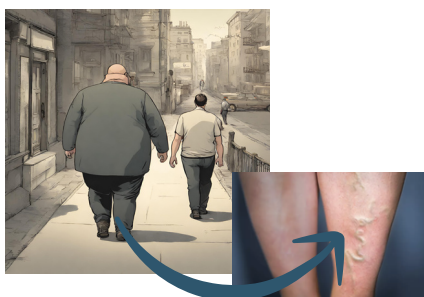


Gambar 2.6. seseorang mendorong keranjang belanja berisi dan keranjang belanja kosong

Sumber Gambar:

<https://www.bing.com/images>

Mendorong keranjang belanja yang kosong lebih mudah daripada mendorong keranjang belanja yang sudah terisi. Hal ini karena adanya hubungan antara massa benda, gaya yang diberikan padanya, dan percepatan yang dihasilkan. Karena massa mempunyai hubungan terbalik dengan percepatan, maka keranjang yang bermuatan cenderung bergerak lebih lambat dibandingkan dengan keranjang yang kosong.



Gambar 2.7. Dua orang dengan massa berbeda berjalan bersama dan orang dengan massa lebih besar rentan terkena varises

Sumber Gambar:

<https://www.bing.com/images>;
<https://www.halodoc.com/>

Dua orang yang massanya berbeda, berjalan bersama. Karena hubungan terbalik antara massa dan percepatan, orang yang bermassa lebih besar cenderung bergerak lebih lambat, dan orang yang bermassa lebih kecil cenderung bergerak lebih cepat.

Orang dengan massa badan yang lebih besar juga memiliki gaya berat yang lebih besar. Untuk tetap berdiri, kaki harus menerapkan gaya normal sebagai penyeimbang. Ini berarti otot-otot di kaki bekerja lebih keras, sehingga bisa menyebabkan varises. Sekenario ini membenarkan hukum II Newton tentang gerak dalam kehidupan nyata dengan menetapkan hubungan antara massa, percepatan, dan gaya.



Gambar 2.8. Atlet karate sedang mencoba memecahkan batu bata
Sumber Gambar:
<https://www.bing.com/images>



Gambar 2.9. Pesawat supersonik
Sumber Gambar:
<https://www.bing.com/images>

Seorang atlet karate memanfaatkan hukum II Newton untuk memecahkan lempengan batu bata. Karena menurut hukum II Newton gaya sebanding dengan percepatan, pemain cenderung menggerakkan tangannya di atas lempengan batu bata dengan cepat. Ini membantunya mendapatkan percepatan dan menghasilkan gaya yang proporsional. Kekuatannya cukup untuk memecahkan batu bata.

Pesawat supersonik menggunakan prinsip hukum II Newton untuk terbang dengan kecepatan yang melebihi kecepatan suara di udara. Pesawat supersonik juga menggunakan prinsip hukum II Newton untuk mengatasi gaya gesek dan gaya tekanan yang sangat besar yang timbul saat pesawat terbang dengan kecepatan supersonik.

C. CONTOH KASUS DALAM FISIKA : ANALISIS KUANTITATIF MASALAH MENGGUNAKAN HUKUM II NEWTON

Beberapa contoh penerapan hukum II Newton juga dapat digunakan untuk menganalisis dan menyelesaikan berbagai masalah fisika berkaitan dengan gaya dan gerak sebagai berikut:



CONTOH 2.1

Gaya total untuk mendorong sebuah balok

Sebuah balok bermassa 10 kg didorong dengan dua buah gaya yang berlawanan F_1 dan F_2 seperti pada **Gambar 2.10**. Jika gaya F_1 sebesar 40 N dan F_2 sebesar 20 N. Tentukan **(a)** gaya total yang bekerja pada sistem; **(b)** besar percepatan balok.

Penyelesaian:

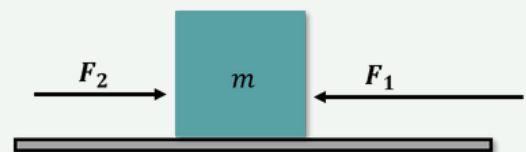
Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 10 \text{ kg}; F_1 = 40 \text{ N}; F_2 = 20 \text{ N}$$

Ditanya:

Tentukan: (a) gaya total yang bekerja pada sistem;
 (b) besar percepatan balok.



Gambar 2.10. Kotak yang didorong oleh dua buah gaya

Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Menggambarkan diagram bebas benda **Gambar 2.11**.

Gaya F_1 mendorong balok ke arah negatif dan gaya F_2 mendorong balok ke arah positif. Maka gaya total dapat ditentukan dengan menjumlahkan semua gaya yang bekerja pada sistem

$$\sum F = F_1 + F_2$$

Selanjutnya, untuk mencari besar percepatan sistem memerlukan persamaan (2.3) berikut:

$$\sum F = ma \quad (2.3)$$

$$\frac{\sum F}{m} = a$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

(a) gaya total yang bekerja pada sistem;

$$\sum F = -40 + 20 = -20 \text{ (tanda negatif (-) menunjukkan arah gaya)}$$

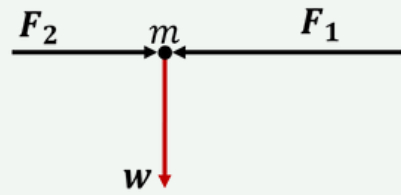
(b) besar percepatan balok.

$$a = \frac{-20}{10} = -10 \text{ m/s}^2 \text{ (tanda negatif (-) menunjukkan arah gaya)}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Sehingga dapat diketahui gaya total yang bekerja pada sistem tersebut adalah sebesar 20 N ke arah negatif (kiri). Perlu diperhatikan ketika mencari besar gaya, harus dinyatakan dengan bilangan positif, karena gaya adalah sebuah vektor maka tanda negatif menunjukkan arah gaya. Selanjutnya diketahui besar percepatan pada sistem adalah sebesar 10 m/s^2 ke arah kiri, artinya benda tersebut mengalami perlambatan.

Diagram benda bebas
(diagram gaya)



Gambar 2.11. Diagram benda bebas yang sesuai dengan kasus contoh 2.1

CONTOH 2.2

Percepatan Benda pada Bidang Miring Licin

Sebuah benda memiliki massa sebesar 3 kg dilepaskan dari keadaan diam pada bidang miring yang licin ke arah horizontal dengan sudut 30° . Berapakah percepatan balok tersebut? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 3 \text{ kg} ; \theta = 30^\circ ; g = 10 \text{ m/s}^2$$

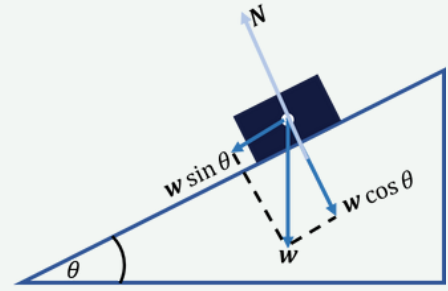
Ditanya:

Berapakah percepatan balok tersebut?

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Menggambar diagram bebas benda **Gambar 2.12**. Untuk memudahkan pemecahan masalah pada kasus ini, dapat dilakukan dengan meninjau gaya-gaya yang bekerja pada sumbu x dan sumbu y . Dari soal diketahui bahwa benda bergerak pada arah horizontal sehingga pemecahan masalah dapat difokuskan pada arah horizontal (sumbu x). Untuk mencari percepatan dapat menggunakan persamaan (2.3) hukum II Newton.



Gambar 2.12. Diagram benda bebas yang sesuai dengan kasus contoh 2.2
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

$$\Sigma F = ma \quad (2.3)$$

$$w \sin \theta = ma$$

$$\frac{mg \sin \theta}{m} = a$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui, maka diperoleh:

$$\frac{(3)(10) \sin 30^\circ}{(3)} = a$$

$$\frac{(3)(10) (1/2)}{(3)} = 5 \text{ m/s}^2 = a$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Sehingga besar percepatan balok tersebut adalah $a = 5 \text{ m/s}^2$



CONTOH 2.3

Kasus lift yang bergerak dipercepat

Seorang pria dengan massa 75 kg berdiri diatas timbangan dalam lift (elevator). Jika percepatan gravitasi bumi adalah 10 m/s^2 tentukanlah hasil pembacaan timbangan: **(a)** Jika lift bergerak ke atas dengan percepatan $1,20 \text{ m/s}^2$ dan **(b)** Jika lift bergerak dengan kecepatan konstan 1 m/s

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 75 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$a = 1,20 \text{ m/s}^2$$

$$v = 1 \text{ m/s}$$



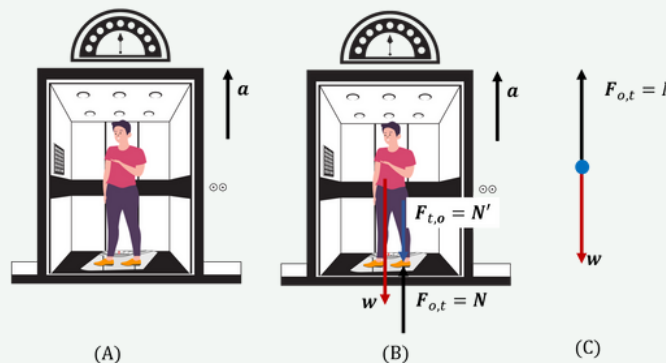
Ditanya:

Hasil pembacaan timbangan?

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Untuk memecahkan kasus tersebut gambarkan terlebih dahulu gaya-gaya yang bekerja pada orang tersebut dalam lift. Jika lift dalam keadaan diam, maka pembacaan timbangan akan sama dengan gaya berat w yang bekerja pada orang tersebut. **Gambar 2.13.** menunjukkan gaya-gaya yang bekerja pada orang tersebut ketika lift bergerak ke atas. Kaki orang mendesak timbangan yang berada di atas lantai lift dengan gaya tekan ($F_{t,o} = N'$) (disebut aksi). Sedangkan reaksi dari gaya ini adalah gaya tekan timbangan di atas lift pada kaki orang ($F_{o,t} = N$) (sering disebut dengan gaya normal). Gaya normal ini bekerja pada orang tersebut. Gaya aksi dan reaksi ini memiliki besar yang sama namun dengan arah yang berlawanan sesuai dengan Hukum III Newton.



Gambar 2.13. Contoh 2.3 seseorang yang sedang berada di elevator dan diagram benda bebasnya

Sumber Gambar: <https://www.canva.com/>

Pada kasus **(a)** jika lift bergerak dengan percepatan tertentu maka untuk menentukan hasil pembacaan timbangan, kita dapat menghitung gaya normal yang bekerja pada orang tersebut dengan menggunakan hukum II Newton. Tetapkan gaya-gaya yang memiliki arah ke atas adalah positif dan gaya-gaya yang memiliki arah ke bawah adalah negatif, sehingga diperoleh:

$$\Sigma F = ma$$

$$N - w = ma$$

$$N = ma + w$$

$$N = ma + mg$$

Sedangkan untuk kasus **(b)** lift bergerak konstan sehingga percepatannya sama dengan nol. Maka hasil pembacaan timbangan akan sama dengan besar gaya berat yang bekerja pada orang tersebut.

$$\Sigma F = ma$$

$$\Sigma F = m(0)$$

$$\Sigma F = 0$$

$$N - w = 0$$

$$N = w_0$$

$$N = mg$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui sehingga diperoleh hasil pembacaan:

(a) Jika lift bergerak ke atas dengan percepatan $1,20 \text{ m/s}^2$

$$N = (75 \times 1,20) + (75 \times 10)$$

$$N = 840 \text{ N}$$

(b) Jika lift bergerak dengan kecepatan konstan 1 m/s

$$N = 75 \times 10$$

$$N = 750 \text{ N}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Jadi, pembacaan timbangan di dalam elevator ketika bergerak dengan percepatan $1,20 \text{ m/s}^2$ adalah sebesar 840 N . Sedangkan saat lift bergerak dengan kecepatan konstan 1 m/s adalah sebesar 750 N . Ketika lift bergerak dengan percepatan tertentu maka berat seseorang akan lebih besar dibandingkan dengan saat lift bergerak konstan atau diam. Ini berarti timbangan tersebut mendorong orang tersebut ke atas dengan gaya yang lebih besar daripada berat badannya, sebagaimana yang harus dilakukan untuk mempercepatnya ke atas. Jelasnya, semakin besar percepatan lift (elevator), semakin besar pula pembacaan skalanya.



CONTOH 2.4

Benda yang Terhubung pada Sistem Katrol

Dua bola m_1 dan m_2 tergantung pada sebuah katrol seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.14**. Massa bola m_1 dan m_2 adalah 3 kg dan 5 kg . Jika sistem tersebut bergerak setelah 2 detik kemudian putus, maka tinggi maksimum yang dapat di capai bola sebelum jatuh adalah...

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m_1 = 3 \text{ kg}$$

$$m_2 = 5 \text{ kg}$$

$$t = 2 \text{ sekon}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya:

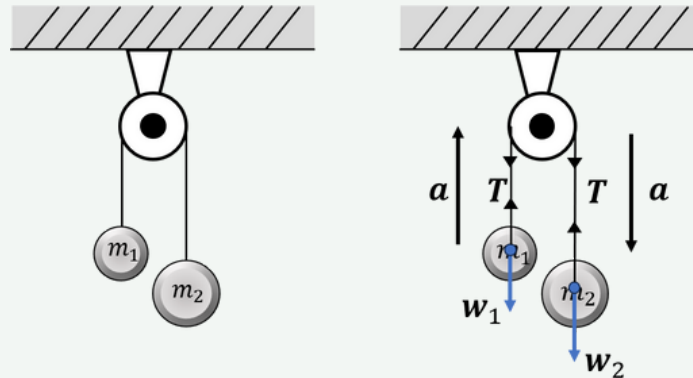
Tinggi maksimum yang dapat di capai bola m_1 sebelum jatuh adalah?

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Pada kasus ini disajikan sebuah sistem dua bola dengan massa yang berbeda dihubungkan dalam sebuah katrol gantung, saat benda bergerak akan timbul percepatan

Pada kasus ini disajikan sebuah sistem dua bola dengan massa yang berbeda dihubungkan dalam sebuah katrol gantung, saat benda bergerak akan timbul percepatan sesuai dengan hukum II Newton. Kemudian tinjau seluruh gaya yang bekerja pada sistem, yaitu gaya tegang tali T dan gaya berat w , dapat dilihat pada **Gambar 2.14**. Untuk mencari ketinggian maksimum saat bola sebelum jatuh maka cari percepatan sistem terlebih dahulu. Besar percepatan dari sistem dapat diperoleh dengan mengaplikasikan hukum II Newton, karena sistem bergerak tidak konstan maka ketinggian maksimumnya dapat diperoleh dengan menerapkan persamaan gerak lurus beraturan.



Gambar 2.14. Contoh 2.4 dua bola yang tergantung pada sebuah katrol dan diagram benda bebasnya

Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Tinjau bola 1:

$$\begin{aligned}\sum F_y &= m_1 a \\ T - w_1 &= m_1 a \\ T &= m_1 a + w_1 \\ T &= m_1 a + m_1 g\end{aligned}\quad (1)$$

Tinjau bola 2:

$$\begin{aligned}\sum F_y &= m_2 a \\ -T + w_2 &= m_2 a \\ w_2 &= m_2 a + T\end{aligned}\quad (2)$$

Substitusikan $T = m_1 a + m_1 g$, sehingga persamaan menjadi:

$$\begin{aligned}m_2 g &= m_2 a + m_1 a + m_1 g \\ m_2 g - m_1 g &= m_2 a + m_1 a \\ (m_2 - m_1)g &= (m_2 + m_1)a \\ \frac{(m_2 - m_1)g}{(m_2 + m_1)} &= a\end{aligned}\quad (3)$$

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui ke persamaan (3), maka diperoleh besar percepatan:

$$\frac{(5 - 3)10}{(5 + 3)} = 2,5 \text{ m/s}^2 = a$$

$$\frac{(5 - 3)10}{(5 + 3)} = 2,5 \text{ m/s}^2 = a$$

Tentukan ketinggian saat benda bergerak 2 detik, sistem bergerak tidak konstan sehingga ketinggian dapat ditentukan dengan persamaan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Asumsikan benda mula-mula diam, maka kecepatan awal sama dengan nol sehingga diperoleh:

$$h_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (4)$$

$$h_1 = 0 + \frac{1}{2} (2,5)(2)^2 = 5 \text{ m}$$

kecepatan bola m_1 setelah tali putus adalah:

$$v_t = v_0 + a t \quad (5)$$

$$v_t = 0 + (2,5)(2) = 5 \text{ m/s}$$

Ketinggian yang masih dicapai setelah tali putus dapat diperoleh dengan persamaan GLBB, dengan kecepatan saat adalah nol karena tali telah putus dan benda tidak bergerak. Sedangkan kecepatan awal benda adalah kecepatan benda yang masih dapat dicapai saat tali putus. Maka diperoleh:

$$v_t^2 = v_0^2 - 2gh_2 \quad (6)$$

$$0 = (5)^2 - 2(10)h_2$$

$$h_2 = 1,25 \text{ m}$$

Tinggi maksimum yang dapat di capai bola m_1 sebelum jatuh, dapat diperoleh dengan menjumlahkan ketinggian saat benda bergerak 2 detik (h_1) dan ketinggian yang masih dapat dicapai benda setelah tali tersebut putus (h_2):

$$h_{total} = h_1 + h_2 \quad (7)$$

$$h_{total} = 5 + 1,25 = 6,25 \text{ m}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

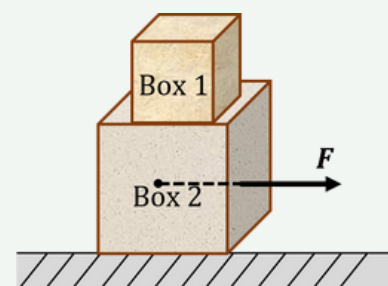
Maka tinggi maksimum yang dapat di capai bola m_1 sebelum jatuh adalah $h = 6,25 \text{ m}$



CONTOH 2.5

Percepatan pada Gerak Benda yang Bertumpuk

Dua box dengan massa masing-masing adalah 1 kg dan 2 kg berada di atas permukaan lantai kasar dengan koefisien gesek 0,2 disusun seperti pada **Gambar 2.15**. Jika koefisien statis antara kedua benda adalah 0,3 dan benda kedua diberi gaya sebesar F , maka nilai F maksimum agar kedua benda tetap bergerak bersama-sama adalah...



Gambar 2.15. Contoh 2.5 dua buah box ditumpuk kemudian diberi gaya F
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$\begin{aligned}m_1 &= 1 \text{ kg} \\m_2 &= 2 \text{ kg} \\ \mu &= 0,2 \\ \mu_s &= 0,3 \\ g &= 10 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

Ditanya:

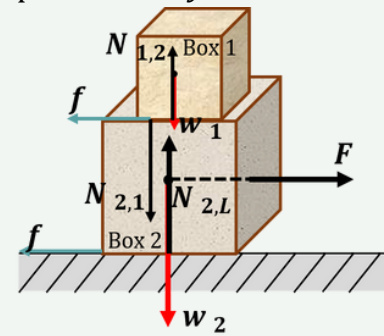
F maksimum agar kedua benda tetap bergerak bersama-sama?

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Untuk memecahkan kasus ini, pertama tentu saja tinjau seluruh gaya yang bekerja pada box 1 dan box 2 dan gambarkan diagram benda bebasnya seperti terlihat pada **Gambar 2.16**. Uraikan gaya-gaya yang bekerja pada kedua box dalam komponen x dan y .

Mengacu pada **Gambar 2.16.**, dua box terletak bertumpuk pada bidang datar horizontal, maka ketika diberi gaya F akan bergerak ke arah kanan searah sumbu x positif. Agar box 1 tetap bergerak bersama box 2, terlebih dahulu mencari nilai percepatan maksimumnya sehingga gaya maksimum dapat ditentukan. Aplikasikan hukum II Newton dalam bentuk komponennya dengan memperhatikan $a_y = 0$ sehingga:



Gambar 2.16. Digram benda bebas sesuai situasi pada soal Contoh 2.5

$$\sum F_y = 0$$

$$N - w = ma$$

$$N = ma + w$$

$$N = ma + mg$$

(1)

Tinjau benda 1:

$$\sum F_x = ma$$

$$f_{gmax} = m_1 a_{max}$$

$$\mu_s N = m_1 a_{max}$$

$$\mu_s (m_1 g) = m_1 a_{max}$$

$$\frac{\mu_s (m_1 g)}{m_1} = \mu_s g = a_{max} \quad (2)$$

Tinjau benda 2:

$$\sum F_x = ma$$

$$F_{max} - f_{gmax} = m_{total} a_{max}$$

$$F_{max} = m_{total} a_{max} + f_{gmax}$$

$$F_{max} = (m_1 + m_2) a_{max} + \mu N \quad (3)$$

Substitusikan persamaan (2) dan persamaan (3), sehingga persamaan menjadi:

$$F_{max} = (m_1 + m_2) a_{max} + \mu (m_{total} g)$$

$$F_{max} = (m_1 + m_2) (\mu_s g) + \mu ((m_1 + m_2) g) \quad (4)$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui ke persamaan (4), maka diperoleh besar gaya maksimum:

$$F_{max} = (1 + 2)(0,3 \times 10) + 0,2 ((1 + 2) \times 10)$$

$$F_{max} = 15 \text{ N}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Dengan demikian nilai F maksimum agar kedua benda tetap bergerak bersama-sama adalah $F_{max} = 15 \text{ N}$



CONTOH 2.6

Benda yang Terhubung dengan Katrol pada Bidang Miring

Balok bermassa 5 kg dan bola bermassa 2 kg terhubung dengan tali melewati katrol tak bermassa. Jika balok terletak di atas permukaan bidang miring tanpa gesekan dan bola menggantung vertikal seperti pada **Gambar 2.16**. Berapakah percepatan pada sistem tersebut? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m_1 = 5 \text{ kg}$$

$$m_2 = 2 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\theta = 30^\circ$$

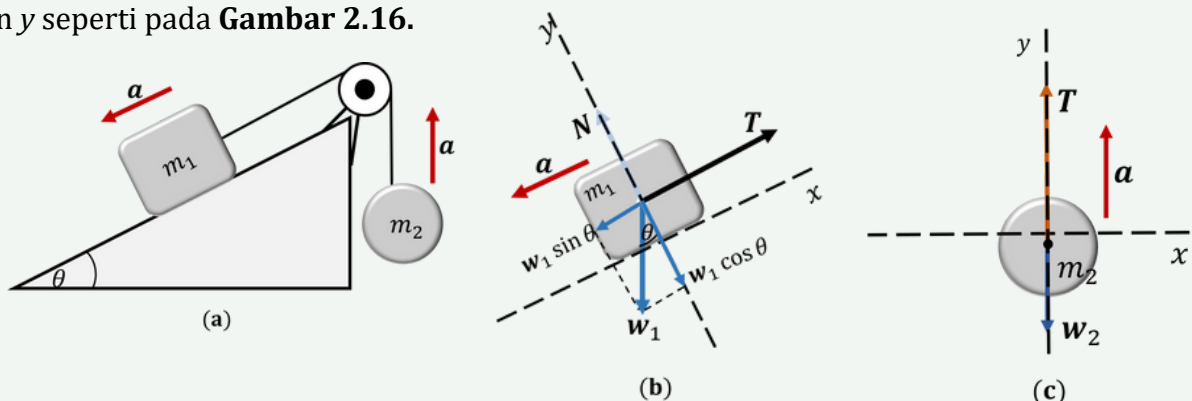
Ditanya:

$$a = \dots?$$

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Untuk memecahkan kasus ini, pertama tinjau seluruh gaya yang bekerja pada sistem. Selanjutnya uraikan gaya-gaya yang bekerja pada balok dan bola dalam dua komponen x dan y seperti pada **Gambar 2.16**.



Gambar 2.16. Contoh 2.6 (a) sebuah balok dan sebuah bola terhubung dengan katrol pada bidang miring; (b) digram benda bebas balok; (c) digram benda bebas bola

Sumber Gambar : Dokumen Pribadi





Mengacu pada **Gambar 2.16**. ketika sistem bergerak, maka balok akan bergerak horizontal dan bola akan bergerak vertikal **Gambar 2.16 (b)** dan **Gambar 2.16 (c)**. Sehingga pada balok tinjau gaya-gaya yang bekerja pada komponen x dan pada bola tinjau gaya-gaya yang bekerja pada komponen y .

Diketahui $m_1 > m_2$ sehingga pada balok akan bergerak ke bawah bidang miring dan bola bergerak naik ke atas. Maka, dapat ditetapkan arah ke atas adalah bernilai positif. Sekarang aplikasikan hukum II Newton dalam bentuk komponennya sehingga pada benda hasilnya:

$$\sum F_y = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_x = ma$$

$$w_{1x} \sin \theta - T = m_1 a$$

$$T = w_{1x} \sin \theta - m_1 a \quad (2)$$

Pada bola, hasilnya:

$$\sum F_y = ma$$

$$T - w_2 = m_2 a \quad (3)$$

$$\sum F_x = 0 \quad (4)$$

Substitusikan persamaan (2) dan persamaan (3) sehingga persamaan menjadi

$$w_{1x} \sin \theta - m_1 a - w_2 = m_2 a$$

$$w_1 \sin 30^\circ - w_2 = (m_1 + m_2) a$$

$$m_1 g \sin 30^\circ - m_2 g = (m_1 + m_2) a$$

$$\frac{m_1 g \sin 30^\circ - m_2 g}{(m_1 + m_2)} = a \quad (5)$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui ke persamaan (5), maka diperoleh nilai percepatan:

$$\frac{(5 \times 10 \times 1/2) - (2 \times 10)}{(5 + 2)} = a$$

$$0,71 \text{ m/s}^2 = a$$

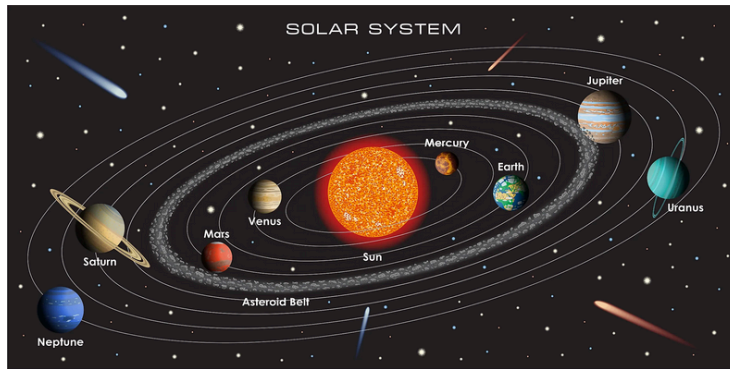
Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Jadi, percepatan sistem adalah $a = 0,71 \text{ m/s}^2$. Balok mengalami percepatan menuruni bidang miring karena $m_1 \sin \theta > m_2$. Sebaliknya jika $m_1 \sin \theta < m_2$, maka bola akan bergerak dipercepat ke bawah dan balok akan bergerak ke atas menaiki bidang miring.

D. HUKUM II NEWTON DALAM GERAK MELINGKAR (PENGAYAAN)

Kita semua tahu bahwa dalam sistem tata surya planet bumi dan planet lainnya bergerak mengelilingi matahari. Salah satu jenis satelit buatan manusia bergerak mengelilingi bumi. Apa yang menyebabkan benda-benda langit tersebut tetap berada di orbitnya? Untuk memahaminya simak dengan seksama penjelasannya.





Gambar 2.17. Sistem tata surya
Sumber Gambar: <https://www.worldatlas.com/>

Gerak melingkar beraturan adalah gerak suatu benda yang menempuh lintasan berbentuk lingkaran. Gerak melingkar beraturan didefinisikan sebagai gerak suatu benda menempuh lintasan melingkar dengan kelajuan tetap. Jika r adalah jari-jari lintasan dan T adalah periode (waktu) yang dibutuhkan untuk mengelilingi satu lingkaran penuh, maka kecepatan dinyatakan dengan keliling selama periode tersebut. Persamaan serupa menghubungkan besarnya percepatan dengan kecepatan yaitu:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad (2.4)$$

Dan

$$a_s = \frac{2\pi v}{T} \quad (2.5)$$

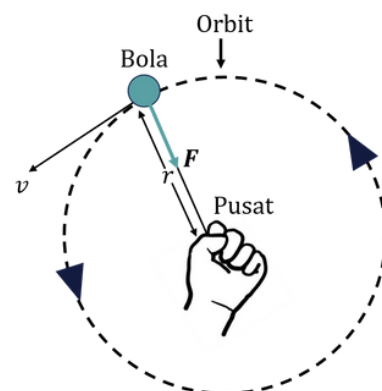
Substitusikan persamaan (2.4) ke (2.5) dengan $\frac{2\pi}{T} = \omega$ dan $\omega = \frac{v}{r}$ maka diperoleh:

$$a_s = \omega v = \frac{v}{r} (v) = \frac{v^2}{r} \quad (2.7)$$

atau

$$a_s = \frac{(r\omega)^2}{r} = \omega^2 r \quad (2.8)$$

Persamaan (2.7) dan persamaan (2.8) disebut dengan percepatan sentripetal, dimana $a_s = \frac{v^2}{r}$ adalah bentuk khusus percepatan yang terjadi ketika berhadapan langsung dengan kasus-kasus benda yang mengalami gerak melingkar beraturan. Percepatan sentripetal (a_s) mengarah pada pusat lingkaran, lebih jauh lagi percepatan sentripetal (a_s) selalu tegak lurus dengan v (jika terdapat komponen yang sejajar dengan v maka kelajuan partikelnya dapat berubah). Misalnya sebuah benda bermassa m diikat pada benang tak bermassa dengan panjang r dan diputar dengan kelajuan tetap sepanjang lintasan melingkar, seperti pada **Gambar 2.18**.



Gambar 2.18. Tampak atas sebuah benda yang bergerak sepanjang lintasan melingkar
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

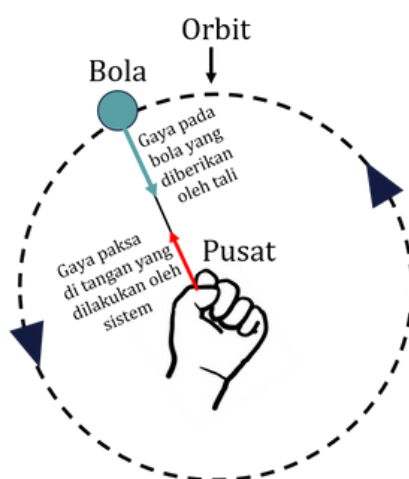
Benda tersebut tetap dapat bergerak dalam satu lingkaran tanpa terjatuh. Hal ini berdasarkan hukum I Newton, benda cenderung bergerak sepanjang garis lurus, akan tetapi benang mencegah terjadinya gerakan sepanjang garis lurus dengan cara memberikan gaya radial (F_R) pada benda yang membuat benda tersebut bergerak mengikuti gerak melingkar. Gaya ini diberikan pada sepanjang benang dengan arah menuju pusat lingkaran. Jika menggunakan hukum II Newton sepanjang arah radialnya, maka didapati bahwa gaya total yang menghasilkan percepatan sentripetalnya dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$\sum F = ma_s = m \frac{v^2}{r} \quad (2.9)$$

Dengan F adalah gaya total (N), m adalah massa (kg), v adalah kecepatan gerak benda (m/s) dan r adalah jari-jari lintasan (m). Untuk gerak melingkar beraturan $v = \text{konstan}$, dengan percepatannya adalah a_r .

Arah gaya total terus berubah sehingga selalu mengarah ke pusat lingkaran. Gaya ini kadang-kadang disebut dengan gaya sentripetal (menuju ke arah pusat). Namun perlu diketahui bahwa "gaya sentripetal" tidak menunjukkan pada satu jenis gaya baru. Istilah ini hanya menggambarkan arah gaya total yang diperlukan untuk menghasilkan lintasan melingkar. Gaya total diarahkan ke pusat lingkaran. Gaya tersebut harus diterapkan oleh benda lain. Misal ketika benda diayun membentuk lingkaran pada ujung tali, Anda menarik talinya dan tali tersebut akan memberikan gaya pada benda.

Banyak orang salah mengira bahwa suatu benda yang bergerak dalam lingkaran mempunyai gaya luar yang bekerja padanya, yang disebut gaya sentrifugal ("mengarah keluar lingkaran"). Ini tidak benar, tidak ada gaya luar pada benda yang berputar. Misalnya saja seseorang mengayunkan bola dengan ujung tali di sekeliling kepalanya **Gambar 2.19**.

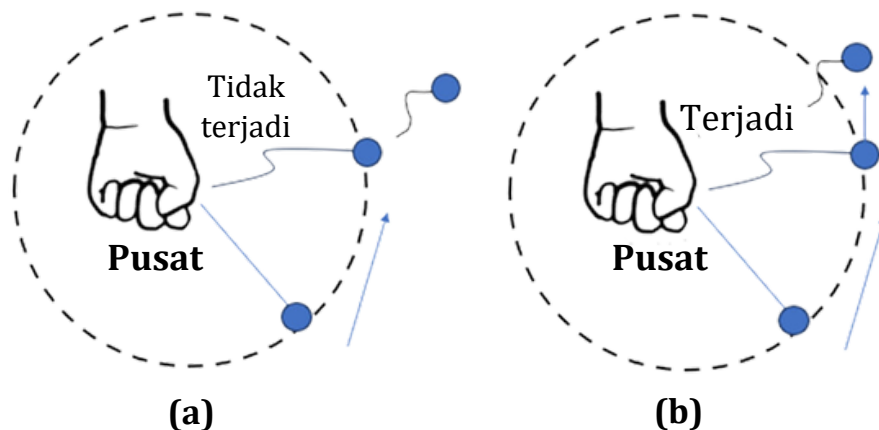


Gambar 2.19. Tampak atas sebuah bola yang diayunkan melingkar dengan ujung tali disatu sisi
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

Kesalahpahaman muncul ketika tarikan ini diartikan sebagai gaya "sentrifugal" keluar yang menarik bola yang diteruskan sepanjang tali ke tangan Anda. Hal ini sama sekali tidak terjadi. Saat tali diputar, terdapat dua gaya yang bekerja pada benda yang bergerak melingkar,

yaitu gaya sentripetal dan gaya sentrifugal. **Gaya sentripetal** adalah gaya nyata yang menarik benda ke pusat lingkaran. Gaya ini membuat benda berputar dengan mengubah arahnya terus-menerus. **Gaya sentrifugal** adalah gaya semu yang mendorong benda ke luar lingkaran. Gaya ini hanya ada di pikiran kita, karena kita merasa ada gaya luar saat berputar, padahal sebenarnya tidak ada. Gaya ini hanya terasa jika kita bergerak dengan percepatan. Gaya sentrifugal sama besar tetapi berlawanan arah dengan gaya sentripetal.

Untuk menjaga agar bola tetap bergerak dalam lingkaran, Anda menarik tali ke dalam, tali tersebut memberi gaya sentripetal pada bola. Sebaliknya bola memberikan gaya yang sama besar dan berlawanan arah pada tali sesuai hukum ketiga Newton, dan inilah gaya luar yang dirasakan tangan Anda (lihat **Gambar 2.19.**). Gaya pada bola adalah gaya yang Anda berikan ke dalamnya melalui tali. Untuk melihat bukti yang lebih meyakinkan bahwa "gaya sentrifugal" tidak bekerja pada benda, lepaskan tali kemudian amati apa yang terjadi pada benda. Jika gaya sentrifugal bekerja, benda tidak akan bergerak lagi pada lintasan melingkarnya, seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.20(a)**. Tapi ternyata tidak, bola bergerak secara tangensial (**Gambar 2.20 (b)**), searah dengan kecepatannya saat dilepaskan, karena gaya ke arah pusat lingkaran tidak lagi bekerja.



Gambar 2.20. (a) Bola berputar yang terkena gaya sentrifugal akan terbang keluar lintasan. (b) Faktanya, bola terbang secara tangensial saat dilepaskan
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

E. HUKUM II NEWTON DALAM GERAK MELINGKAR: PENERAPAN DALAM KEHIDUPAN

Prinsip dinamika gerak melingkar pada benda sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari diantaranya:

- a) Baling-baling kipas angin di langit-langit berputar mengelilingi hub dengan gerakan melingkar
- b) Kincir raksasa atau bianglala adalah wahana hiburan yang merupakan salah satu daya tarik utama karnaval atau sebuah perayaan tahunan. Kabin yang menempel pada tepi roda raksasa cenderung bergerak sepanjang jalur melingkar yang tetap.

- c) Pergerakan satelit mengelilingi planet ditunjukkan dalam orbit tetap berbentuk lingkaran.
- d) Ketika tali yang diikatkan pada batu di salah satu ujungnya diberi gaya untuk memutarinya di udara, tinggi batu akan naik dan membentuk jalur melingkar. Jenis gaya khusus yang dikenal sebagai gaya sentripetal bekerja pada batu yang membantu mempertahankan gerakannya.
- e) Komidi putar adalah salah satu wahana paling umum yang ada di karnaval atau taman bermain. Anak-anak yang berdiri di tepi komidi putar kemungkinan besar akan mengalami gaya yang menarik mereka keluar. Gaya ini disebut gaya sentrifugal yang timbul akibat gerak melingkar yang dilakukan suatu benda.

Untuk lebih jelasnya Anda dapat menyaksikan video peristiwa gerak melingkar berikut:



Ayo Menonton

F. CONTOH KASUS DALAM FISIKA : ANALISIS KUANTITATIF MASALAH PADA BENDA YANG BERGERAK MELINGKAR

Selain itu terdapat beberapa peristiwa sehari-hari yang dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan gaya sentripetal sebagai berikut:



CONTOH 2.7 Mobil yang Berada di Puncak Lintasan Melingkar

Mobil bermassa 1 ton melintasi jembatan melengkung dengan jari-jari kelengkungan 20 m dengan pusat dibawah jembatan. Jika kelajuan mobil adalah 40 km/jam dan percepatan gravitasi bumi adalah 10 m/s^2 berapakah besar gaya yang diberikan mobil pada jembatan saat mobil berada di puncak jembatan?



Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$$

$$v = 40 \text{ km/jam} = 11 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya:

Besar gaya yang diberikan mobil pada jembatan saat mobil berada di puncak jembatan?

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Gaya yang diberikan mobil pada jembatan sama dengan gaya yang diberikan jembatan pada mobil yaitu gaya normal. Seperti yang terlihat pada **Gambar 2.21**. Selain gaya normal, pada mobil juga bekerja gaya berat. Kedua gaya ini merupakan gaya radial (berhimpit dengan diameter lingkaran) yang saling berlawanan. Resultan kedua gaya ini, yaitu gaya berat $w = mg$ dan gaya normal N , bertindak sebagai gaya sentripetal. Tetapkan gaya yang berarah ke pusat lingkaran bernilai positif sedangkan gaya yang berarah keluar lingkaran adalah negatif. Mengacu pada **Gambar 2.21**, gaya berat w mengarah ke pusat lingkaran sedangkan gaya normal N mengarah keluar lingkaran sehingga persamaan dapat dituliskan:

$$mg - N = m \frac{v^2}{r}$$

$$N = mg - m \frac{v^2}{r} \quad (1)$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

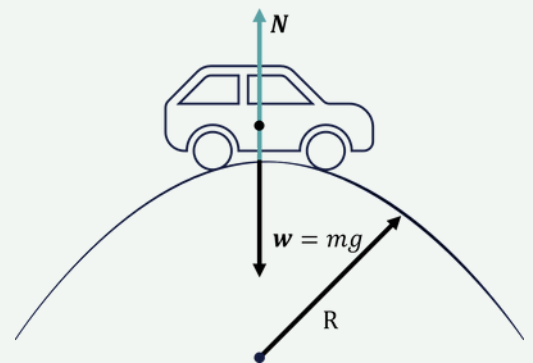
Substitusikan nilai-nilai yang diketahui ke persamaan (1), maka diperoleh besar gaya:

$$N = (1000)(10) - (1000) \frac{(40)^2}{(20)}$$

$$N = 3950 \text{ N}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Jadi, besar gaya yang diberikan mobil pada jembatan saat mobil berada di puncak jembatan adalah $N = 3950 \text{ N}$



Gambar 2.21. (Contoh 2.7) Sebuah mobil yang berada di puncak jembatan berbentuk setengah lingkaran dan diagram benda bebasnya

Sumber Gambar : Dokumen Pribadi



CONTOH 2.8

Benda yang Diputar Secara Melingkar ke Arah Vertikal

Sebuah benda dengan massa 0,2 kg diikat pada ujung tali. Ujung lain diputar dengan kecepatan sudut tetap 20 rad/s, sehingga benda menempuh lintasan vertikal dengan jari-jari 30 cm. Tentukanlah besar tegangan tali dititik P dan di titik A!

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 0,2 \text{ kg}$$

$$\omega = 20 \text{ rad/s}$$

$$r = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$\theta = 60^\circ$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya:

Besar tegangan tali dititik P dan di titik A?

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Dalam kasus ini gaya sentripetal adalah resultan dari tegang tali yang mengarah ke pusat lingkaran, mengacu pada **Gambar 2.23**. dapat dilihat bahwa komponen gaya yang mengarah ke pusat lingkaran adalah positif dan yang mengarah keluar lingkaran adalah negatif. Maka, tegangan tali di titik A dan P dapat dihitung dengan menyamakan gaya sentripetal ini dengan persamaan:

$$F_s = m\omega^2 r \quad (1)$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

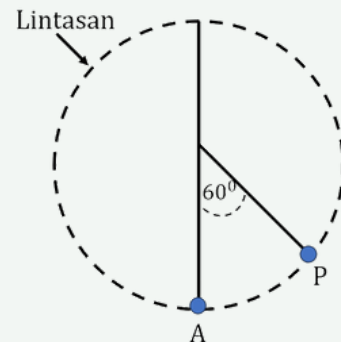
Untuk memecahkan kasus besar tegangan tali di titik P dengan sudut θ , komponen gaya berat dalam arah radial (menuju pusat lingkaran), yaitu $mg \cos \theta$ berarah radial ke luar (bertanda negatif), sehingga persamaan gaya sentripetal dititik P dapat dituliskan:

$$F_s = m\omega^2 r$$

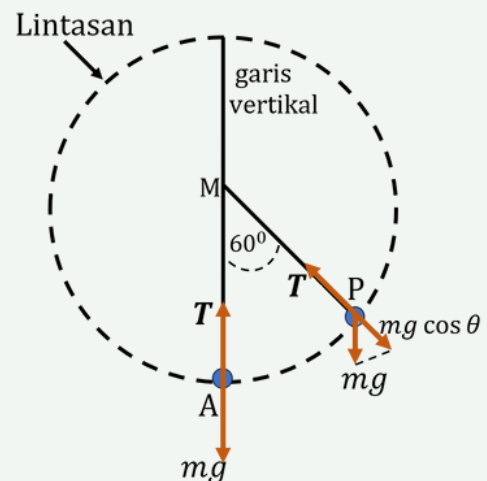
$$T_p - mg \cos \theta = m\omega^2 r$$

$$T_p = m\omega^2 r + mg \cos 60^\circ$$

$$T_p = m(\omega^2 r + g \cos 60^\circ) \quad (2)$$



Gambar 2.22. (Contoh 2.8) Sebuah benda yang diputar menggunakan tali
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi



Gambar 2.23. Diagram benda bebas sesuai situasi pada kasus (Contoh 2.8)

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui ke persamaan (2), maka diperoleh besar gaya tegang tali saat bola di titik P:

$$T_p = 0.2 \left((20^2 \times 0,3) + \left(10 \times \frac{1}{2} \right) \right)$$

$$T_p = 25 \text{ N}$$

Untuk memecahkan mengetahui tegangan tali dititik A, perhatikan komponen gaya berat ke arah radial, yaitu mg berarah radial keluar bertanda negatif, sehingga persamaan gaya sentripetal di titik A dapat dituliskan:

$$F_{s,A} = m\omega^2 r$$

$$T_A - mg = m\omega^2 r$$

$$T_A = m (\omega^2 r + g) \quad (3)$$

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui ke persamaan (3), maka diperoleh besar gaya tegang tali saat bola di titik A:

$$T_A = 0.2 (20^2 \times 0,3 + 10)$$

$$T_A = 26 \text{ N}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Maka besar tegangan tali saat benda di titik P dan di titik A adalah $T_p = 25 \text{ N}$ dan $T_A = 26 \text{ N}$. Dari hasil perhitungan ini diketahui bahwa besar tegangan tali saat benda dititik P lebih besar dari tegangan tali saat di benda di titik A.



CONTOH 2.9

Timba Berisi Air yang di Putar Vertikal Sebelah dalam Lingkaran

Sebuah timba berisi air diputar dalam satu lingkaran vertikal dengan jari-jari 0,8 m, seperti pada **Gambar 2.24**. Berapakah kelajuan minimum timba di titik tertinggi agar air di dalamnya tidak tumpah?

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

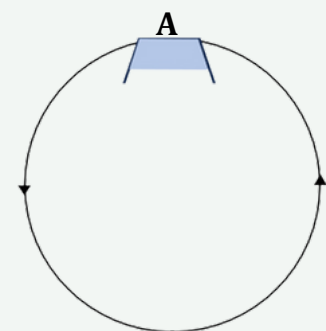
Diketahui:

$$R = 0,8 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya:

Kelajuan minimum timba di titik tertinggi agar air di dalamnya tidak tumpah?



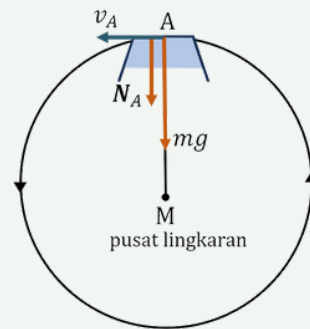
Gambar 2.24. Contoh 2.9 tampak sebuah timbangan yang berada di puncak lingkaran

Sumber Gambar :
Dokumen Pribadi

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Di titik tertinggi A terdapat dua gaya dalam arah radial yang bekerja pada air sebagai penyebab gaya sentripetal, yaitu gaya tekan alas ember pada air (disebut gaya normal N) dan berat air $w = mg$. Keduanya berarah radial ke dalam (bertanda positif), lihat **Gambar 2.25**. Dengan menyamakannya dengan persamaan gaya sentripetal sehingga gaya sentripetal dititik A adalah:



Gambar 2.25. Diagram benda bebas sesuai situasi pada kasus (Contoh 2.9)

$$\begin{aligned} F_{s,A} &= m \frac{v^2}{R} \\ N_A + mg &= m \frac{v^2}{R} \end{aligned} \quad (1)$$

Kelajuan minimum benda (air dalam ember) di titik A agar air tidak tumpah disebut kelajuan kritis v_k diperoleh $N_A = 0$ untuk dengan demikian:

$$\begin{aligned} 0 + mg &= m \frac{v^2}{R} \\ v^2 &= \frac{mgR}{m} \\ v &= \sqrt{gR} \end{aligned} \quad (2)$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui ke persamaan (2), maka diperoleh kelajuan maksimum:

$$v = \sqrt{10 \times 0,8} = 2,82 \text{ m/s}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

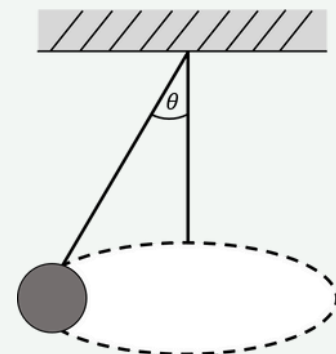
Kelajuan minimum timba di titik teringgi agar air di dalamnya tidak tumpah adalah $v = 2,82$ m/s.



CONTOH 2.10

Benda yang Diputar Secara Horizontal Menggunakan Tali

Sebuah benda kecil bermassa m digantungkan pada seutas benang dengan panjang L . Benda tersebut berputar dengan kelajuan konstan v dalam sebuah lingkaran dalam horizontal yang berjari-jari r seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.26**. Berdasarkan situasi tersebut maka kelajuan v dapat dinyatakan?



Gambar 2.26. Contoh 2.10 sebuah benda kecil berputar dalam sebuah lingkaran dalam horizontal
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

massa m ; panjang L ; kelajuan konstan v ; jari-jari r

Ditanya:

Kelajuan v dapat dinyatakan?

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Untuk menganalisis kasus ini, pertama memisalkan θ sebagai sudut antara benang dan garis vertikal. Dalam diagram benda bebas **Gambar 2.27.**, gaya T yang dipengaruhi oleh benang akan dipecah menjadi komponen vertikalnya $T \cos \theta$, dan komponen horizontalnya $T \sin \theta$ yang bekerja ke arah pusat putarannya. Oleh karena bendanya tidak dipercepat pada arah vertikal dan komponen vertikal ke atas dari T harus seimbang dengan gaya gravitasi ke bawah.

Maka $T \cos \theta = mg$

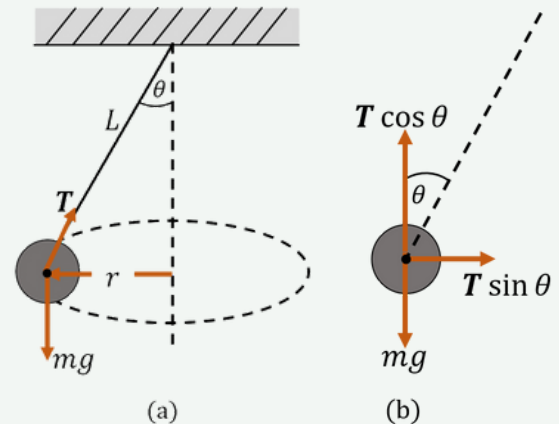
$$T = \frac{mg}{\cos \theta} \quad (1)$$

Oleh karena gaya yang memberikan percepatan sentripetal dalam kasus ini adalah komponen $T \sin \theta$, maka dapat digunakan persamaan (2.9) gaya sentripetal berikut:

$$\begin{aligned} \sum F &= ma_s \\ F &= \frac{mv^2}{r} \\ T \sin \theta &= \frac{mv^2}{r} \quad (1) \end{aligned}$$

Substitusikan T pada persamaan (1), sehingga persamaan menjadi :

$$\begin{aligned} \frac{mg}{\cos \theta} \sin \theta &= \frac{mv^2}{r} \\ \frac{\sin \theta}{\cos \theta} mg &= \frac{mv^2}{r} \\ \tan \theta mg &= \frac{mv^2}{r} \end{aligned}$$



Gambar 2.27. Diagram benda bebas sesuai situasi pada kasus (Contoh 2.10)

$$v^2 = \frac{mgr \tan \theta}{m}$$

$$v = \sqrt{gr \tan \theta}$$

$$v = \sqrt{gL \sin \theta \tan \theta} \quad (2)$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Mengacu pada **Gambar 2.27**, dapat dilihat bahwa $r = L \sin \theta$, oleh sebab itu:

$$v = \sqrt{gL \sin \theta \tan \theta} \quad (3)$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Maka, kelajuan v dapat dinyatakan $v = \sqrt{gL \sin \theta \tan \theta}$. Dari persamaan (3) tersebut terlihat bahwa kelajuan tidak bergantung pada massa benda.



CONTOH 2.11

Mobil yang Melewati Tikungan Kasar

Sebuah mobil bermassa 1,5 ton bergerak sepanjang jalan mendatar yang berkelok, seperti pada **Gambar 2.28**. Jika jari-jari kelengkungan jalan adalah 30 m dan koefisien statik antara ban dan jalan adalah 0,500. Berapakah kelajuan maksimum mobil yang diperbolehkan agar dapat berkelok tanpa keluar dari lintasan?

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 1,5 \text{ ton} = 1.500 \text{ kg}$$

$$r = 30 \text{ m}$$

$$\mu_s = 0,500$$

Ditanya:

Berapakah kelajuan maksimum mobil yang diperbolehkan agar dapat berkelok tanpa keluar dari lintasan?

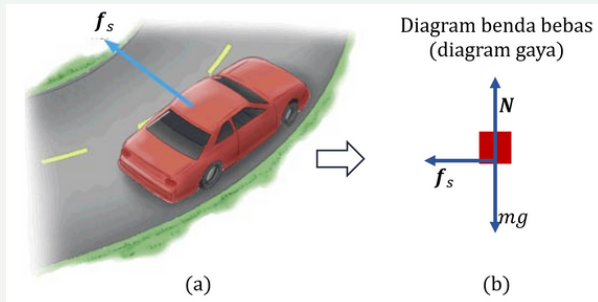
Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Pada kasus ini, gaya yang membuat mobil tetap berada pada lintasan adalah gaya gesek statis. Ini karena mobil tidak tergelincir saat terjadi kontak antara jalan dan ban. Jika gesekan sama dengan nol, misalnya saat mobil melewati jalanan licin maka mobil akan bergerak lurus dan tergelincir keluar dari lintasannya. Maka:

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$f_s = \frac{mv^2}{r} \quad (1)$$



Gambar 2.28. Contoh 2.11 Sebuah mobil yang melewati tikungan mendatar dan digram benda bebasnya

Sumber Gambar: <https://www.ux1.eiu.edu/>

Kelajuan maksimum mobil saat berbelok adalah kelajuan dimana mobil tersebut tepat berada tepat pada batas ambang tergelincirnya. Pada titik ini, gaya gesek mencapai nilai maksimumnya yaitu $f_{s,max} = \mu_s N = \mu_s mg$. Mengacu pada diagram benda bebas **Gambar 2.28** mobil akan seimbang pada sumbu vertikalnya, sehingga besar gaya normal yang bekerja pada mobil akan sama dengan gaya berat yang bekerja pada mobil tersebut, maka, persamaan (1) menjadi:

$$\mu_s mg = \frac{mv^2}{r}$$

$$v^2 = \frac{\mu_s mgr}{m}$$

$$v = \sqrt{\mu_s gr} \quad (2)$$

Langkah pemecahan masalah:
Menyelesaikan masalah

Subtitusikan nilai-nilai yang diketahui pada persamaan (2), diperoleh nilai kelajuan maksimum:

$$v = \sqrt{0,500 \times 10 \times 30} = 12,24 \text{ m/s}$$

Langkah pemecahan masalah:
Memeriksa dan mengevaluasi

Sehingga kelajuan maksimum yang diperbolehkan mobil agar tidak keluar dari lintasannya adalah $v = 12,24 \text{ m/s}$. Perhatikan bahwa kelajuan maksimum tidak bergantung pada massa mobil. Itulah sebabnya jalan-jalan yang besar dan berkelok tidak membutuhkan pemasangan rambu-rambu tentang seberapa batas kecepatan untuk melindungi sejumlah besar kendaraan yang melintasi jalan-jalan tersebut.

CONTOH 2.12

Merancang Jalan Tikungan yang Landai

Seorang insinyur sipil di suatu negara empat musim sedang membuat konstruksi sebuah jalanan berkelok yang landai pada suatu jalan raya. Pembuatan konstruksi ini bertujuan agar mobil yang melintasi jalan tersebut tidak harus mengandalkan gaya gesek ketika mobil membelok agar tidak tergelincir. Dengan kata lain, mobil yang sedang melaju dengan kelajuan tertentu dapat menoleransi belokan tersebut meskipun saat musim salju jalanan

tersebut tertutup es. Ini seperti jalanan landai yang biasanya, tetapi dimiringkan ke arah belokan tersebut. Jika kelajuan yang ditetapkan adalah 13,4 m/s dan jari-jari belokan tersebut adalah 50 m. Berapakah sudut yang diperlukan untuk membuat belokan tersebut?

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah:
Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$v = 13,4 \text{ m/s}$$

$$r = 30 \text{ m}$$

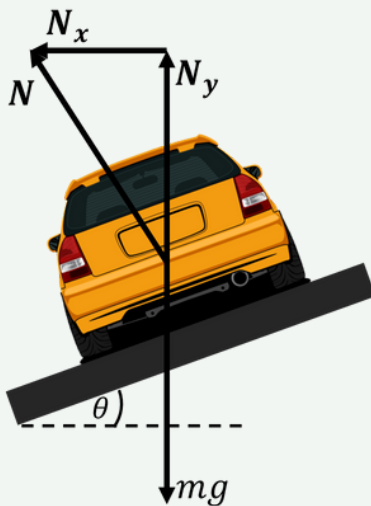
Ditanya:

$$\theta = \dots ?$$

Jawab:

Langkah pemecahan masalah:

Menentukan Strategi



Gambar 2.29. Diagram benda bebas sesuai dengan kasus Contoh 2.12

Sumber Gambar:

<https://depositphotos.com/>

Jika pada jalan yang lurus, gaya yang menyebabkan percepatan sentripetal adalah gaya statik antara ban dan jalan raya. Namun jika jalanan tersebut dimiringkan dengan sudut teta, seperti pada **Gambar 2.29**. Gaya normal N memiliki komponen horizontal $N \sin \theta$ yang mengarah ke pusat kelengkungan. Sehingga, jalanan tersebut harus diancang sedemikian rupa hingga gaya statisnya nol. Pada kasus ini hanya komponen N_x yang menyebabkan gaya sentripetal. Sehingga dengan menerapkan hukum II Newton arah radial maka akan menghasilkan:

$$\sum F_r = \frac{mv^2}{r}$$

$$N \sin \theta = \frac{mv^2}{r}$$

$$N = \frac{mv^2}{r \sin \theta} \quad (1)$$

Mobil dalam keadaan setimbang pada arah vertikal $\sum F_y = 0$, sehingga diperoleh:

$$\sum F_y = 0$$

$$N \cos \theta - w = 0$$

$$N \cos \theta = w$$

$$\frac{mv^2}{r \sin \theta} \cos \theta = mg$$

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{mv^2}{mgr}$$

$$\tan \theta = \frac{v^2}{gr}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{v^2}{gr} \right) \quad (2)$$

Langkah pemecahan masalah:

Menyelesaikan masalah

Substitusikan nilai-nilai yang diketahui pada persamaan (2), diperoleh besar sudut:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{(13,4)^2}{10 \times 30} \right) = 30,9^\circ \approx 31^\circ$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Sehingga, sudut yang diperlukan untuk membuat belokan tersebut sebesar $\theta = 31^\circ$. Dari kasus ini diketahui bahwa sudut belokan tidak bergantung pada massa kendaraan yang sedang membelok.



FASE 3:

FASE 3 | MULTI REPRESENTASI (MULTIPLE REPRESENTATION)

MULTI REPRESENTASI

Jawablah pertanyaan berikut sesuai dengan penyelidikan yang telah Anda lakukan dan konsep yang telah Anda pelajari sebelumnya.

1. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, apa yang terjadi pada benda dengan massa tetap jika gaya yang bekerja padanya diperbesar atau diperkecil?

Jawab :

.....

.....

.....

.....

2. Hubungan antara gaya (F) dan percepatan (a) benda adalah...

Jawab :

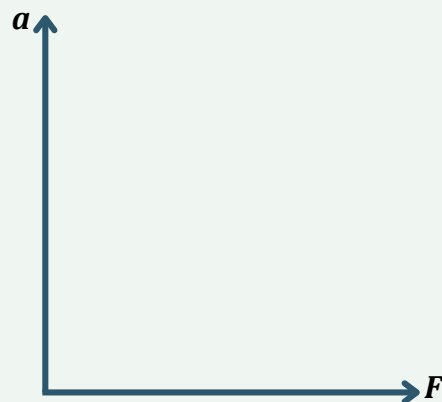
.....

.....

.....

.....

3. Gambarkan hubungan gaya (F) dengan percepatan (a) dalam bentuk grafik!



4. Hubungan dan massa (m) dan percepatan (a) adalah?

MULTI REPRESENTASI

Jawab :

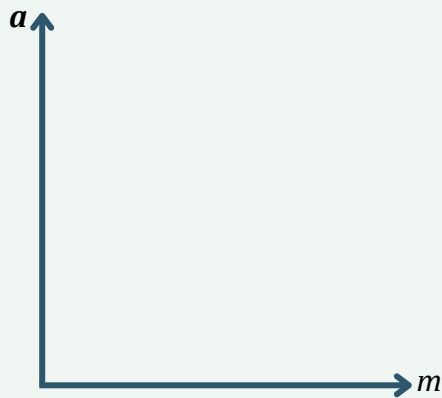
.....

.....

.....

.....

5. Gambarkan hubungan massa (m) dan percepatan (a) dalam bentuk grafik!



6. Tuliskan bunyi hukum II Newton!

Jawab :

.....

.....

.....

.....

7. Tuliskan persamaan Hukum II Newton

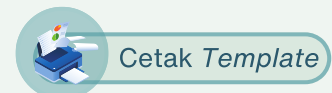
Jawab:

.....

.....

.....

.....





FASE 4 | APLIKASI (APPLICATION)



QUICK
TIPS

PETUNJUK PEMECAHAN MASALAH

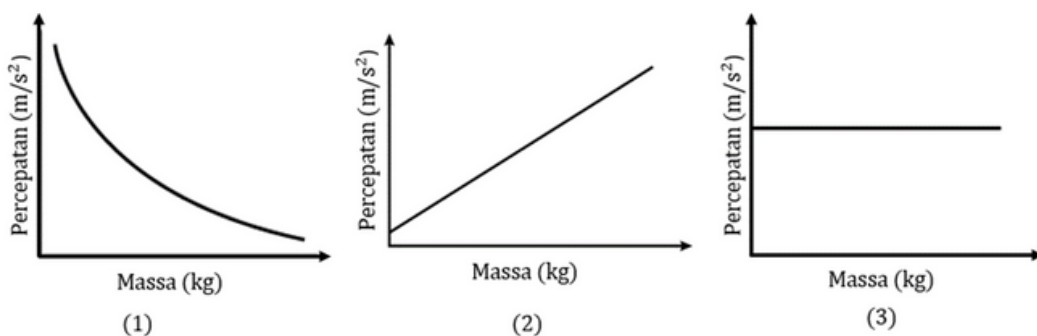
Untuk memecahkan masalah fisika, Anda dapat mengikuti petunjuk pemecahan masalah berikut:

1. Identifikasi masalah dengan menuliskan seluruh informasi yang diketahui dan masalah apa yang harus dipecahkan
2. Tentukan strategi. Gambarlah sebuah diagram bebas benda yang bekerja pada sistem kemudian konseptualisasikan masalahnya. Kemudian gunakan persamaan yang sesuai dengan konsep dan persoalan yang akan dipecahkan.
3. Selesaikan masalah. Gunakan seluruh informasi dan konsep serta persamaan yang telah disusun sebelumnya untuk menemukan hasil/solusi permasalahan.
4. Periksa dan evaluasi. Periksa dan evaluasi dengan seksama proses serta hasil pemecahan masalah, buatlah kesimpulan dari apa yang telah diperoleh.



Soal-soal Pemecahan Masalah Hukum II Newton

1. Suatu sore di lapangan sekolah, terlihat seorang siswa bernama Aria yang berpostur tubuh kecil sedang asyik bermain dorong-dorongan dengan teman-temannya. Tiba-tiba, ide brilian muncul di benaknya untuk mengajak gurunya Miss Desyyang berpostur tubuh besar untuk ikut bermain. Dengan semangat, Aria melangkah maju dan dengan segala tenaganya mendorong Miss Desy yang memiliki massa lebih besar. Miss Desy, yang terkejut dengan keberanian dan kekuatan Aria, merasa tertantang untuk memberikan dorongan balik kepada Aria. Jika dihubungkan dengan hukum II Newton maka apa yang akan terjadi pada Aria ketika Miss Desy mencoba memberikan dorongan balik kepada Aria?
2. Perhatikan **Gambar 2.30.** grafik berikut!



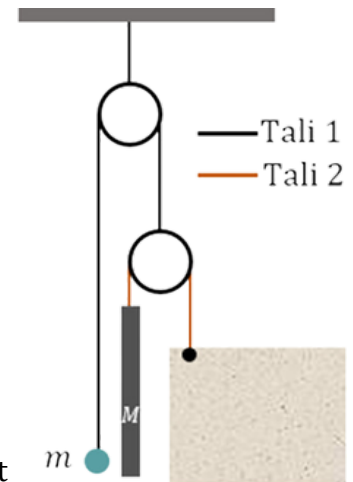
Gambar 2.30.

Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

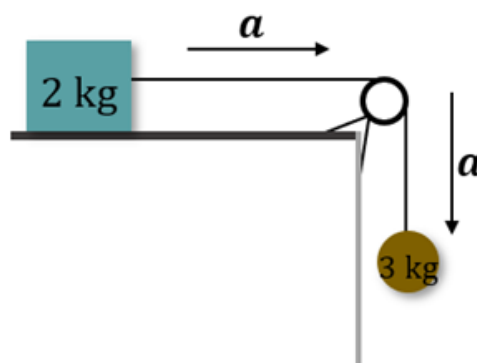


Dari ketiga grafik tersebut, manakah grafik yang menunjukkan hubungan antara massa dan percepatan yang bekerja pada sebuah benda. Jika diketahui gaya yang bekerja pada benda tersebut adalah konstan! Berikan alasanmu!

- Sebutir kelereng dan sebuah batang disusun seperti pada **Gambar 2.31.** disamping. Mula-mula kelereng m sejajar dengan ujung bawah batang. Jika massa kelereng m adalah 1,5 kali massa batang seperti pada gambar tentukanlah:
 - Hubungan perepatan benda dan
 - Berpakah percepatan kedua benda
- Sebuah kotak dan sebuah bola besi dengan massa berturut-turut 2 kg dan 3 kg dihubungkan dengan tali yang tidak bermassa melalui sebuah katrol yang dianggap tidak memiliki pengaruh pada sistem seperti **Gambar 2.32.** berikut!



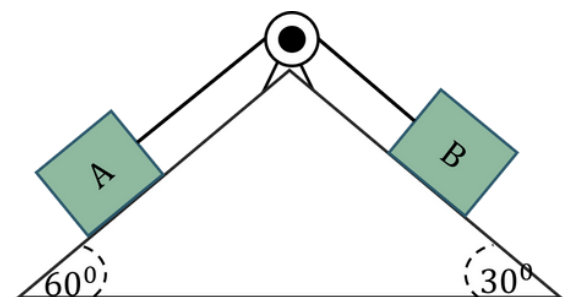
Gambar 2.31. Dua buah benda yang terhubung dalam sistem katrol
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi



Gambar 2.32. Sebuah kotak dan sebuah bola besi yang terhubung dalam sistem katrol
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

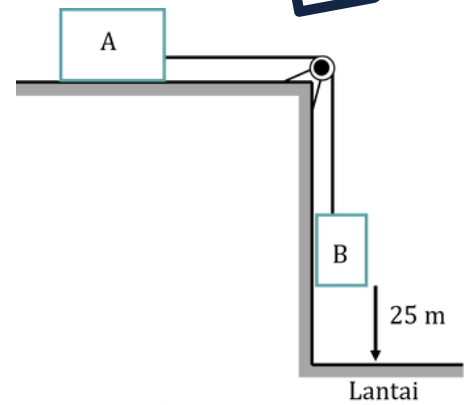
Jika koefisien gesekan antara balok dan meja adalah $1/2$ dan percepatan gravitasi bumi di tempat tersebut adalah 10 m/s^2 tentukan:

- Percepatan gerak pada sistem
 - Tegangan pada tali
- Dua buah benda terhubung dengan sebuah katrol pada bidang miring seperti **Gambar 2.33.** Jika permukaan bidang miring tersebut licin, berat benda A adalah 300 N dan berat benda B adalah 200 N. Berapakah percepatan sistem tersebut? (10 m/s^2)



Gambar 2.33. Dua buah benda terhubung dengan katrol pada bidang miring
Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

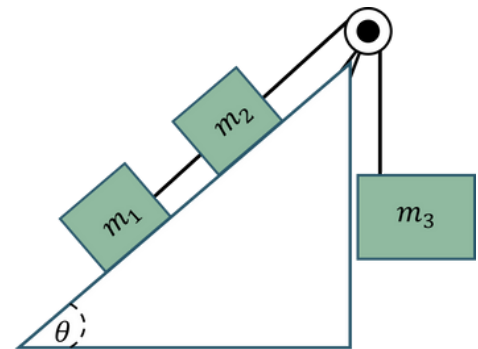
6. Dua buah balok A dan B bermassa 3 kg dan 4 kg terhubung dengan sebuah katrol seperti **Gambar 2.34**. Balok B tergantung dengan jarak 25 m dari lantai. Balok B yang semula diam, kemudian perlahan bergerak. Jika massa katrol diabaikan dan gesekan antara permukaan horizontal dan benda A adalah 0,2. Berapakah selang waktu yang diperlukan balok B hingga menyentuh lantai?



Gambar 2.34.

Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

7. Perhatikan **Gambar 2.35**. berikut!
Jika $m_3 > m_1 + m_2$ dan percepatan gravitasi dinyatakan dalam g , maka besar percepatan sistem dapat dinyatakan?

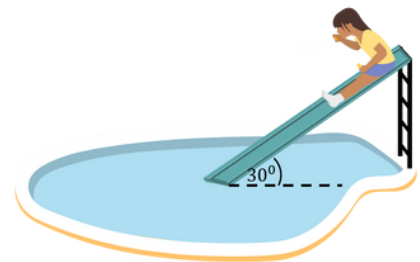


Gambar 2. 35.

Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

8. Sebuah benda digantung pada sebuah neraca pegas dalam lift (elevator). Pembacaan skala pada neraca pegas adalah T Newton ketika lift (elevator) dalam keadaan diam. Jika dipercepat ke bawah sebesar 2 m/s^2 , berapakah pembacaan neraca pegas sekarang? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

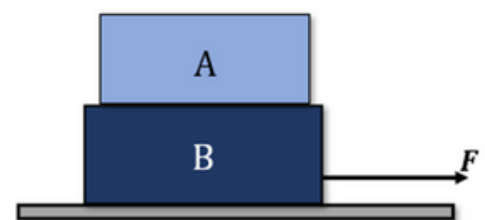
9. Andaikan suatu saat kamu bermain perosotan dikolam renang dengan sudut kemiringan 30° . Asumsikan besar koefisien gesekan adalah 0,1 dan kamu bergerak lurus berubah beraturan, maka berpakah besar percepatan yang kamu alami ketika kamu meluncur dan berapakah besar kecepatan yang kamu alami setelah meluncur selama 4 sekon? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



Gambar 2.36. Seorang yang bermain perosotan di kolam renang

Sumber Gambar : <https://www.canva.com/>

10. Benda A terletak di atas benda B seperti pada **Gambar 2.37**. Koefisien gesek statis antara balok A dan B adalah 0,3. Sedangkan Koefisien gesekan kinetik antara lantai dan benda adalah 0,2. Gaya F bekerja pada benda hingga percepatan tertentu. Berapakah besar gaya F maksimum agar benda A tidak slip jika diketahui $M_A = 2 \text{ kg}$ dan $M_B = 3 \text{ kg}$? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



Gambar 2.37. Dua buah benda yang bertumpuk diatas bidang datar

Sumber Gambar : Dokumen Pribadi



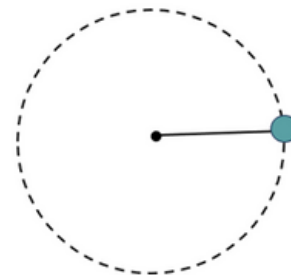
11. Sebuah mobil yang bermassa 1,2 ton melalui tikungan yang jari-jari kelengkungannya $r = 45$ m. Jika koefisien gesek statis antara jalan dan ban adalah $\mu_s = 0,82$, berapakah kecepatan maksimum yang diperbolehkan agar mobil aman melaju ditikungan tersebut!
12. Seorang atlet lempar martil sedang bersiap melakukan lemparan. Bola bermassa 0,500 kg diikatkan pada ujung tali yang panjangnya 1,50 m. Kemudian bola tersebut diputar pada lingkaran horizontal. Jika tali tersebut dapat menahan tegangan maksimum 50 N dan asumsikan bahwa tali tersebut tetap horizontal selama bergerak, berapakah kelajuan maksimum putaran bola sebelum tali tersebut putus?



Gambar 2.38. Seorang atlet lempar martil yang sedang mengayunkan bola

Sumber gambar: <https://www.blibli.com/>

13. Sebuah bola dengan massa 2 kg diikat pada ujung seutas tali, kemudian diputar dalam bidang horizontal dengan kelajuan tetap yaitu 5 m/s seperti yang tampak pada **Gambar 2.39**. Jika jari-jari lingkaran adalah 1 m, tentukan besar gaya tegang talinya!



Gambar 2.39.

Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

Jawab :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





KUNCI JAWABAN

Kunci jawaban soal-soal Hukum II Newton adalah sebagai berikut:

1. Untuk menjawab pertanyaan nomor 1 dapat mengacu pada petunjuk berikut:
 - Identifikasi situasi saat Aria dan teman-temannya bermain dorong-dorongan dengan Miss Desy di lapangan sekolah.
 - Fokus pada momen ketika Aria mencoba mendorong Miss Desy, yang memiliki massa lebih besar daripada Aria.
 - Pertimbangkan konsep hukum Newton II yang menyatakan bahwa percepatan suatu benda sebanding dengan resultan gaya yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya.
 - Jawablah pertanyaan tersebut dengan merujuk pada prinsip hukum Newton II yang menjelaskan hubungan antara gaya, massa, dan percepatan dalam situasi ini.
2. Gambar yang menunjukkan hubungan antara percepatan dan massa adalah gambar grafik nomor 1.
3. Hubungan percepatan kelereng m batang M adalah $\mathbf{a}_M = -2\mathbf{a}_m$. Tanda negatif menunjukkan bahwa percepatan kelereng dan percepatan batang berlawanan arah. Percepatan kelereng adalah $\mathbf{a}_M = \frac{-2g}{11}$ ke atas dan percepatan batang adalah $\mathbf{a}_m = \frac{g}{11}$ ke arah bawah.
4. Percepatan sistem adalah sebesar $\mathbf{a} = 4 \text{ m/s}^2$ dan besar tegangan talinya adalah sebesar $\mathbf{T} = 18 \text{ N}$
5. Besar percepatan sistem adalah $\mathbf{a} = 3,19 \text{ m/s}^2$
6. Selang waktu yang diperlukan balok B hingga menyentuh lantai adalah $t = 3,21$ sekon
7. Besar percepatan sistem dapat dinyatakan: $\mathbf{a} = \frac{g(m_3 - (m_1 + m_2) \sin \theta)}{(m_1 + m_2 + m_3)}$
8. Pembacaan neraca pegas saat lift mengalami percepatan sebesar 2 m/s^2 adalah $\mathbf{T} = \frac{4}{5}T$
9. Besar percepatan saat kamu meluncur adalah sebesar $\mathbf{a} = 4,13 \text{ m/s}^2$ dan kecepatan yang kamu alami setelah meluncur selama 4 sekon adalah sebesar $v = 16,53 \text{ m/s}$
10. Gaya maksimum agar benda A tidak selip adalah sebesar $\mathbf{F}_{max} = 25 \text{ N}$
11. Kecepatan maksimum yang diperbolehkan agar mobil aman melaju ditikungan tersebut adalah sebesar $v = 19,2 \text{ m/s}$.
12. Kelajuan maksimum putaran bola sebelum tali tersebut putus adalah $v = 12,2 \text{ m/s}$
13. Besar gaya tegang tali adalah $\mathbf{T} = 50 \text{ N}$



LIHAT HASIL





CHAPTER 3: HUKUM III NEWTON

TUJUAN PEMBELAJARAN

- Mendeskripsikan gaya aksi dan reaksi pada Hukum III Newton
- Melakukan percobaan terkait Hukum III Newton serta melaporkan hasil dengan multi representasi
- Mengaplikasikan persamaan Hukum III Newton untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sesuai dengan langkah-langkah pemecahan masalah





FASE 1: | ORIENTASI (ORIENTATION)



FENOMENA FISIKA

Tarik Tambang : Lomba Tradisional Menyemarakkan HUT RI

Pada Hari kemerdekaan Indonesia (17 Agustus) Anda pasti tidak asing dengan salah satu permainan ini.

Tarik tambang merupakan salah satu olahraga tradisional yang populer di Indonesia dan mancanegara. Anda mungkin pernah melihatnya atau bahkan menjadi salah satu peserta dalam perlombaan tersebut.

Permainan ini memiliki aturan yang sangat sederhana, yaitu dua tim dengan jumlah anggota yang sama berdiri saling berhadapan di kedua ujung tali tambang. Saat permainan dimulai semua peserta memegang tali lalu menariknya dengan sekuat tenaga, pada saat tersebut tangan mereka menerapkan gaya tarik (gaya aksi) pada tali. Di saat yang sama, tali memberikan gaya reaksi yang sama besar namun berlawanan ke arah tangan. Inilah yang membuat tangan peserta merasakan panas dan sakit. Tim yang mampu menerapkan gaya lebih besar pada tali akan membuat tim lain bergerak ke arah mereka. Kunci kemenangan adalah bagaimana tim mendorong tanah dengan kakinya. Saat mendorong tanah, tim menerapkan gaya ke bawah (gaya aksi) dan tanah memberikan gaya reaksi yang mendorong tim ke atas dan ke depan. Gaya reaksi inilah yang membantu tim menarik tali dan menyeret tim lain melewati garis tengah. Jadi, tim yang mampu menerapkan gaya terbesar pada tanah akan menjadi pemenang.



Gambar 3.1. Tarik tambang

Sumber gambar: <https://www.blibli.com/>

Q&A

TANYA JAWAB!

PERTANYAAN

Jawablah pertanyaan berikut sesuai dengan apa yang telah Anda baca:

1. Jika Anda adalah salah satu peserta tarik tambang tersebut, Anda harus menarik tali dengan sekuat tenaga agar memenangkan permainan, saat menarik tali tersebut dengan kuat apakah Anda merasakan sakit pada telapak tangan Anda?
2. Mengapa demikian?

JAWAB!



Cetak Template



JAWABAN ANDA





FASE 2: | INVESTIGASI (*INVESTIGATION*)

Untuk memahami tentang Hukum III Newton lakukan kegiatan penyelidikan 3 berikut:

3



AYO SELIDIKI!

INVESTIGASI HUKUM III NEWTON:

Memahami Prinsip Gaya aksi dan Reaksi: Investigasi Permainan Tarik Tambang dengan Variasi Massa

Nama Kelompok

Nama Anggota 1:

Nama Anggota 4:

Nama Anggota 2:

Nama Anggota 5:

Nama Anggota 3:

Kelas:

I. Alat dan Bahan:

1. Leptop/Smartphone
2. Simulasi PhET
3. Halaman hasil investigasi

II. Hipotesis

Buatlah hipotesis penyelidikan yang akan Anda lakukan!

.....

.....

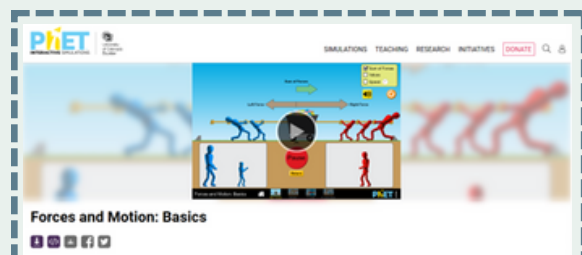
.....

III. Langkah Percobaan

1. Buka aplikasi PhET Simulation: *Force and Motion* atau dapat mengaksesnya melalui browser melalui tautan berikut:

<https://PhET.colorado.edu/en/simulations/forces-and-motion-basics/about>

2. Klik tombol "play" pada tampilan simulasi "*force and motion: basic*" untuk memulai menjalankan simulasi.



Gambar 3.2. Tampilan simulasi
Sumber Gambar:

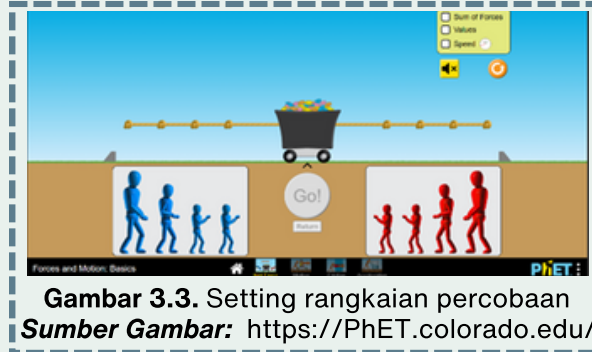
<https://PhET.colorado.edu/>



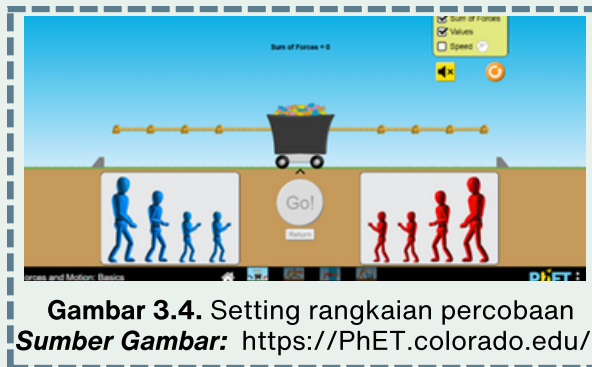
3

AYO SELIDIKI!

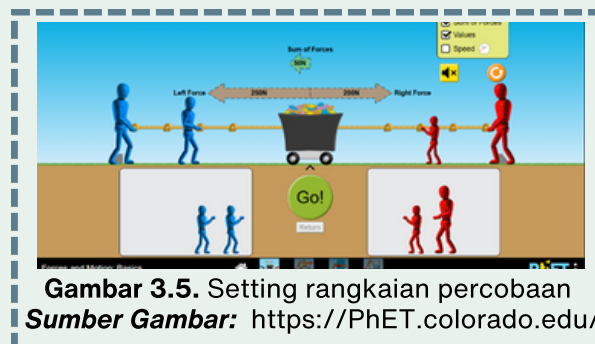
3. Pilih "style summation" atau penjumlahan gaya, sehingga muncul tampilan pada **Gambar 3.3.** sebagai berikut!



4. Beri tanda centang pada bagian resultan gaya (*sum of force*), nilai (*values*) sehingga muncul tampilan pada **Gambar 3.4.** berikut!



5. Lakukan percobaan dengan memberi gaya pada sisi sebelah kanan dan kiri benda
6. Pada sisi sebelah kiri (x) gunakan orang dengan gaya yang sama dan ubahlah orang disebelah kanan (y) dengan gaya yang berbeda.



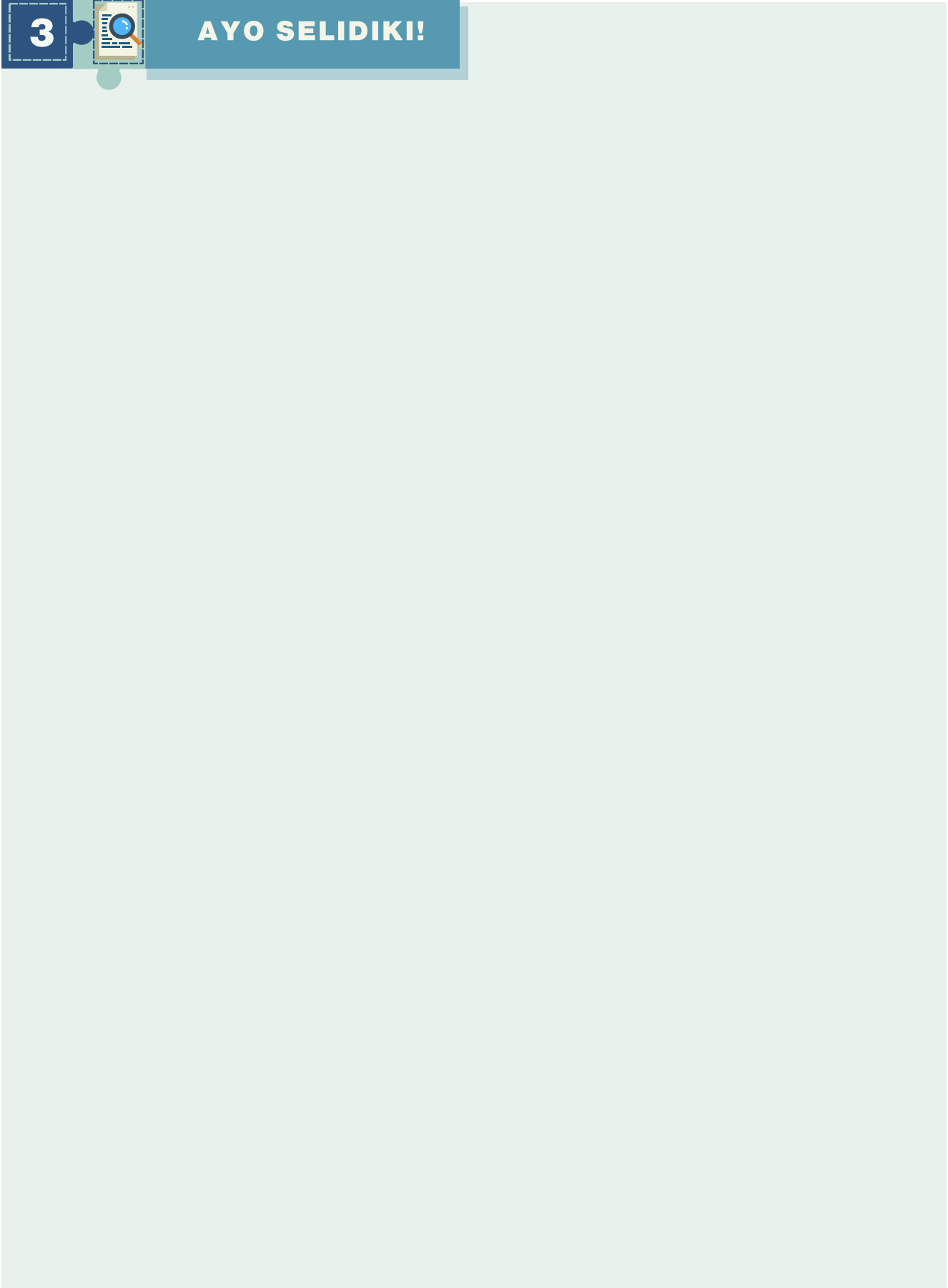
7. Amati besar gaya dan kearah mana benda bergerak, catatlah besar gaya pada sisi kiri benda (x) dan kanan benda (y)
8. Ulangi langkah 1 sampai 4 dengan besar gaya yang berbeda
9. Catat hasil yang diperoleh pada **tabel 3.1** berikut!



3



AYO SELIDIKI!





IV. Hasil Penyelidikan

Tabel 3.1. Hasil Investigasi 3

No	Besar Gaya Pada Orang Disisi Kiri (X)	Besar Gaya Pada Orang Disisi Kanan (Y)	Arah Gaya
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

V. Analisis

1. Berdasarkan percobaan yang Anda lakukan, apa yang akan terjadi ketika Anda menempatkan dua tim dengan massa yang sama?

.....

.....

.....

2. Berdasarkan percobaan yang Anda lakukan, apa yang akan terjadi ketika Anda menempatkan dua tim dengan massa yang berbeda?

.....

.....

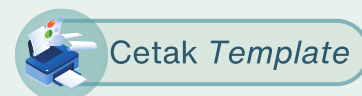
.....

3. Apa yang dapat Anda simpulkan dari percobaan diatas?

.....

.....

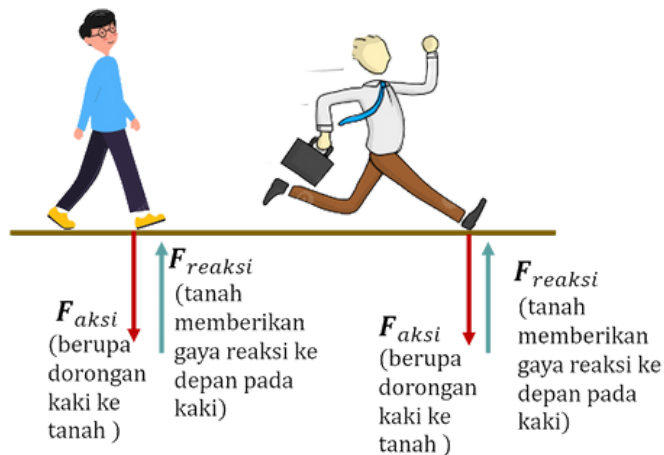
.....



A. HUKUM III NEWTON

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menyaksikan berbagai peristiwa di sekitar kita yang melibatkan gerak dan interaksi antar benda. Misalnya ketika Anda sedang berjalan atau berlari seperti diilustrasikan pada **Gambar 3.6**. Pernahkan Anda bertanya-tanya mengapa langkah kaki Anda selalu mampu mendorong tubuh Anda ke depan? Kemudian mengapa setiap tindakan yang Anda lakukan menghasilkan respons tertentu?

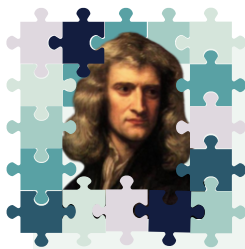
Jika diperhatikan dengan seksama ketika Anda sedang berjalan atau berlari kaki Anda memberikan gaya aksi berupa dorongan ke tanah dan sebagai respon terhadap dorongan kaki Anda, tanah memberikan gaya reaksi ke depan pada kaki Anda. Sehingga gaya reaksi inilah yang membuat Anda dapat bergerak ke depan.



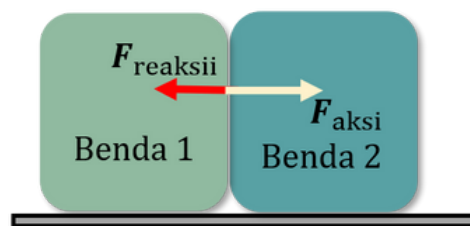
Gambar 3.6. Gaya aksi reaksi pada orang yang berjalan atau berlari

Sumber gambar: <https://id.pngtree.com/>

Contoh tersebut menggambarkan konsep umum dari hukum III Newton yang berbunyi:



"Untuk setiap aksi akan menimbulkan reaksi yang sama besar tetapi arahnya berlawanan. Jika dua benda saling berinteraksi, gaya yang dikerjakan oleh benda 1 pada benda 2 (F_{12}) memiliki besar yang sama tetapi arahnya berlawanan dengan gaya yang dikerjakan oleh benda 2 pada benda 1 (F_{21})."



Gambar 3.7. Gaya aksi reaksi pada benda 1 dan benda 2, sama besarnya namun berlawanan arah

Sumber Gambar : Dokumen Pribadi

Secara matematis dapat dituliskan:

$$\mathbf{F}_{aksi} = -\mathbf{F}_{reaksi} \quad (3.1)$$

$$\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21} \quad (3.2)$$

Hukum III Newton sering disebut sebagai “hukum aksi-reaksi”. Ini dikarenakan hukum III Newton menjelaskan bahwa gaya selalu terjadi berpasangan dan saling berlawanan arah. Benda yang melakukan gaya (aksi) pada benda lain akan mengalami gaya yang sama besar dan berlawanan arah (reaksi) dari benda tersebut. Hukum ini menunjukkan adanya kesimetrian di alam, dan membantu kita untuk menganalisis asal usul gaya dan memahami gaya mana yang berada di luar sistem. Hukum III Newton memberikan 4 ciri-ciri gaya yaitu:

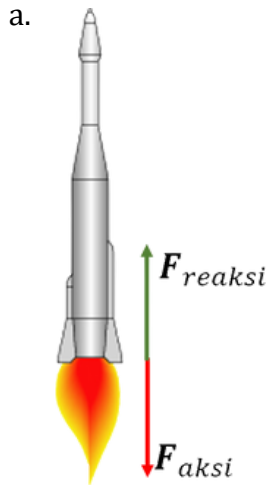
1. Gaya selalu terjadi secara berpasangan, yaitu gaya aksi dan gaya reaksi.
2. Gaya aksi dan gaya reaksi mempunyai besar yang sama.
3. Gaya aksi dan reaksi bekerja dalam arah yang berlawanan.
4. Gaya aksi dan gaya reaksi bekerja pada benda yang berbeda.

Perlu diingat bahwa pada pasangan gaya aksi-reaksi pada poin 4 yaitu gaya aksi dan reaksi bekerja pada benda yang berbeda. Jika gaya aksi disebabkan oleh benda A yang bekerja pada benda B, maka gaya reaksi disebabkan oleh benda B yang bekerja pada benda A. Gaya aksi dan reaksi tidak bekerja pada benda yang sama sehingga tidak bisa saling meniadakan. Untuk lebih memahaminya simak video berikut.

Ayo Menonton

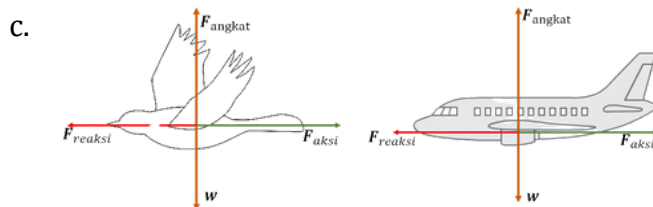
B. HUKUM III NEWTON : PENERAPAN DALAM KEHIDUPAN

Fenomena aksi-reaksi dapat dijumpai dalam kehidupan sehari-hari beberapa diantaranya sebagai berikut:



Gambar 3.8. Ilustrasi sebuah roket yang akan diluncurkan
Sumber gambar: <https://id.pngtree.com/>

Roket yang akan diluncurkan dapat bergerak ke atas dengan mengeluarkan gas panas ke belakang dengan kecepatan tinggi. Artinya roket memberikan gaya pada gas panas dengan arah ke bawah (aksi), maka akan timbul reaksi berupa gaya dorong ke atas pada roket yang dilakukan oleh gas panas tersebut. Akibat reaksi tersebut roket terdorong ke atas dan dapat diluncurkan ke luar angkasa.



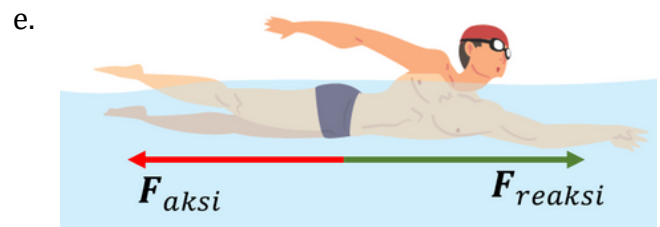
Gambar 3.9. Gaya aksi dan reaksi pada burung dan pesawat
Sumber gambar: <https://id.pngtree.com/>

Burung dan pesawat terbang juga dapat terbang di udara karena memaksa udara ke bawah dan ke belakang dengan sayapnya. Udara ini memberikan gaya aksi pada

burung atau pesawat, dan burung atau pesawat memberikan gaya reaksi pada udara. Gaya reaksi ini membuat burung atau pesawat mendapatkan daya angkat dan gerak maju.

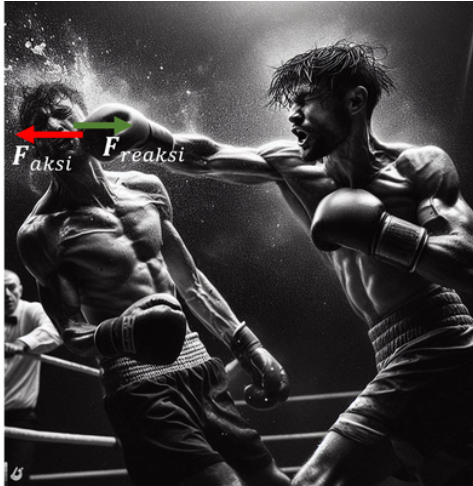


Gambar 3.10. Gaya aksi reaksi pada cumi-cumiyang sedang bergerak
Sumber gambar: <https://id.pngtree.com/>
 Gurita dapat bergerak di air karena mengeluarkan air melalui corongnya. Air ini memberikan gaya aksi pada gurita, dan gurita memberikan gaya reaksi pada air. Gaya reaksi ini membuat gurita terdorong ke depan.



Gambar 3.11. Gaya aksi reaksi saat pada perenang
Sumber gambar: <https://id.pngtree.com/>
 Saat berenang, Anda dapat bergerak di air karena mendorong air ke belakang dengan tangan dan kaki Anda. Air ini memberikan gaya aksi pada Anda, dan Anda memberikan gaya reaksi pada air. Gaya reaksi ini membuat Anda terdorong ke depan.

f.

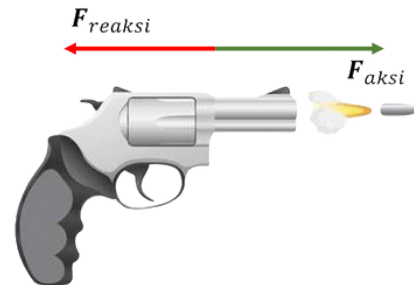


Gambar 3.12. Gaya aksi reaksi saat memukul orang lain

Sumber gambar: <https://id.pngtree.com/>

Ketika Anda menampar atau memukul seseorang Anda memberikan gaya aksi pada orang tersebut, dan orang tersebut memberikan gaya reaksi pada Anda. Gaya reaksi ini menyebabkan Anda merasakan sakit atau panas di tangan Anda.

g.



Gambar 3.13. Gaya aksi reaksi ketika seseorang menembakkan peluru

Sumber gambar: <https://id.pngtree.com/>

Ketika seseorang menembakkan peluru, pistol memberikan gaya (gaya aksi) pada peluru dan peluru juga memberikan gaya (gaya reaksi) pada senjata. gaya aksi membantu peluru tersebut bergerak ke arah depan, sebaliknya gaya reaksi membuat pistol mundur ke arah belakang.

C. CONTOH KASUS DALAM FISIKA: ANAISIS KUANTITATIF MASALAH MENGGUNAKAN HUKUM III NEWTON

Terdapat beberapa peristiwa sehari-hari yang dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan gaya sentripetal sebagai berikut:



CONTOH 3.1

Gaya Kontak Antara Satu Benda dengan Benda Lainnya

Tiga balok terletak pada lantai licin seperti ditunjukkan pada **Gambar 3.14** Massa balok 1, 2 dan 3 berturut-turut adalah $2m$, $4m$, dan $3m$. Tentukan nilai gaya kontak balok 1 dan balok 2 serta gaya kontak antara balok 2 dan balok 3. Jika: **(a)** Balok 1 didorong dengan gaya F ; **(b)** Balok 3 didorong dengan gaya F



Gambar 3.14. Contoh 3.1 tiga buah benda terletak diatas lantai licin dan saling bersentuhan

Sumber Gambar : Dokumen Pribadi



Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m_1 = 2m$$

$$m_2 = 4m$$

$$m_3 = 3m$$

$$F = F$$

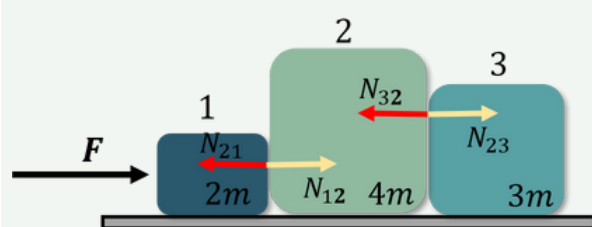
Ditanya:

Tentukan nilai gaya kontak balok 1 dan balok 2 serta gaya kontak antara balok 2 dan balok 3?

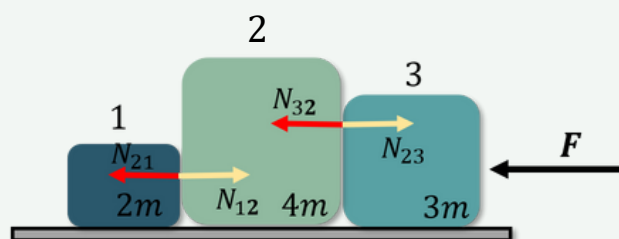
Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Menggambarkan diagram benda bebas, pada sistem **Gambar 3.15** untuk kasus (a) dan **Gambar 3.16** untuk kasus (b)



Gambar 3.15. Diagram benda bebas sesuai situasi pada kasus (Contoh 3.1) soal (a)



Gambar 3.16. Diagram benda bebas sesuai situasi pada kasus (Contoh 3.1) soal (b)

Pada kasus ini balok didorong dengan gaya sebesar F , sehingga akan timbul percepatan pada sistem. Maka terlebih dahulu dicari besar percepatan yang bekerja pada sistem tersebut. Untuk menentukan gaya kontak pada masing-masing balok dapat dilakukan dengan meninjau gaya-gaya yang bekerja pada balok 1, 2, 3. Dengan menerapkan persamaan hukum II Newton maka percepatan dan gaya kontak yang bekerja pada sistem dapat diketahui:

$$\sum F = ma \tag{2.1}$$

Langkah pemecahan masalah:

Menyelesaikan masalah

Menentukan besar percepatan pada sistem:

$$\sum F = m_{total}a$$

$$\frac{\sum F}{m_{total}} = a$$
$$\frac{F}{2m + 4m + 3m} = \frac{F}{9m} = a$$

Gaya kontak balok 1 dan balok 2 serta gaya kontak antara balok 2 dan balok 3. Jika Balok 1 didorong dengan gaya F . Gaya kontak balok 1 dan balok 2 adalah $N_{21} = N_{12}$. Tinjau gaya-gaya yang bekerja pada balok satu sehingga diperoleh:

$$\sum F_1 = m_1 a$$
$$F - N_{21} = 2m \left(\frac{F}{9m} \right)$$
$$F - N_{21} = \frac{2F}{9}$$
$$N_{21} = F - \frac{2F}{9} = \frac{7F}{9}$$

$$N_{21} = N_{12}$$

$$N_{12} = \frac{7F}{9}$$

Gaya kontak balok 2 dan balok 3 adalah $N_{23} = N_{32}$. Tinjau gaya-gaya yang bekerja pada balok 3 sehingga diperoleh:

$$\sum F_3 = m_3 a$$

$$N_{23} = 3m \left(\frac{F}{9m} \right)$$

$$N_{23} = \frac{F}{3}$$

$$N_{23} = N_{32}$$

$$\frac{F}{3} = N_{32}$$

Gaya kontak balok 1 dan balok 2 serta gaya kontak antara balok 2 dan balok 3. Jika balok 3 didorong dengan gaya F . Gaya kontak balok 2 dan balok 3 adalah $N_{23} = N_{32}$. Tinjau gaya-gaya yang bekerja pada balok tiga sehingga diperoleh:

$$\sum F_3 = m_3 a$$

$$F - N_{23} = 3m \left(\frac{F}{9m} \right)$$

$$F - N_{23} = \frac{F}{3}$$

$$N_{32} = \frac{2F}{3}$$

$$N_{23} = N_{32}$$

$$N_{23} = F - \frac{F}{3} = \frac{2F}{3}$$

Gaya kontak balok 1 dan balok 2 adalah $N_{21} = N_{12}$. Tinjau gaya-gaya yang bekerja pada balok dua sehingga diperoleh:

$$\sum F_2 = m_2 a$$

$$N_{32} - N_{12} = 4m \left(\frac{F}{9m} \right)$$

$$\frac{2F}{3} - \frac{4F}{9} = N_{12}$$

$$\frac{6F - 4F}{9} = N_{12}$$

$$\frac{2F}{9} = N_{12}$$

$$N_{21} = N_{12}$$

$$N_{21} = \frac{2F}{9}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Sehingga gaya kontak balok 1 dan balok 2, jika balok 1 didorong dengan gaya F adalah $N_{12} = \frac{7F}{9}$, serta gaya kontak antara balok 2 dan balok 3 jika balok 1 didorong dengan gaya F adalah $\frac{F}{3} = N_{32}$. Gaya kontak balok 1 dan balok 2 jika balok 3 didorong dengan gaya F adalah $N_{23} = \frac{2F}{3}$ serta gaya kontak antara balok 2 dan balok 3, jika Balok 3 didorong dengan gaya F adalah $N_{21} = \frac{2F}{9}$

CONTOH 3.2

Menghitung Gaya Reaksi pada Benda yang Terletak diatas Permukaan Horizontal yang Diam

Sebuah buku diletakkan diatas sebuah meja. Buku tersebut memiliki massa sebesar 3 kg. Jika percepatan gravitasi bumi adalah 10 m/s^2 berapakah besar gaya reaksi bumi terhadap buku?

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya:

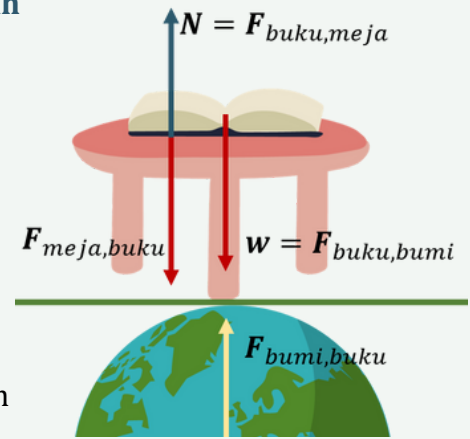
$$F_{\text{bumi, buku}} = \dots ?$$

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Menggambar diagram benda bebas, pada sistem

Gambar 3.17



Gambar 3.17. diagram bebas benda Contoh 3.2 buku yang terletak diatas meja

Sumber Gambar:

<https://www.canva.com/>

Pada kasus ini untuk mencari besar gaya reaksi bumi terhadap buku, perlu diketahui gaya berat (w) buku sebagai gaya aksi buku ke bumi, kemudian diperlukan persamaan gaya aksi-reaksi pada hukum III Newton yaitu:

$$F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

Gaya berat buku adalah

$$w = mg = 3 \times 10 = 30 \text{ N}$$

Maka, gaya aksi buku ke bumi adalah $w = 30 \text{ N}$. Sedangkan gaya reaksi bumi ke buku adalah:

$$F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$$

$-30 \text{ N} = F_{\text{reaksi}}$ (tanda negatif (-) menunjukkan arah yang berlawanan dengan gaya aksi buku ke bumi).

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Sehingga gaya reaksi bumi ke buku sama dengan gaya aksi yang diberikan buku ke bumi yaitu sebesar 30 N berlawanan dengan gaya aksi buku ke bumi.



CONTOH 3.3

Mendorong Suatu Benda

Seorang guru fisika sedang mendorong rak peralatan eksperimen menuju ke kelas seperti pada **Gambar 3.18**. Massa guru fisika adalah 65 kg, rak yang didorong bermassa 12 kg dan peralatan eksperimen seluruhnya memiliki massa 7 kg. Ketika guru tersebut memberikan



gaya dorong ke belakang sebesar 150 N pada lantai dan semua gaya yang melawan arah gerak seperti gesekan roda rak dan hambatan udara adalah berjumlah 24 N. Berapakah percepatannya?

Penyelesaian:

Langkah pemecahan masalah: Mengidentifikasi masalah

Diketahui:

$$m_{guru} = 65 \text{ kg}$$

$$m_{rak} = 12 \text{ kg}$$

$$m_{peralatan} = 7 \text{ kg}$$

$$f = 24 \text{ N}$$

$$F_{lantai} = 150 \text{ N}$$

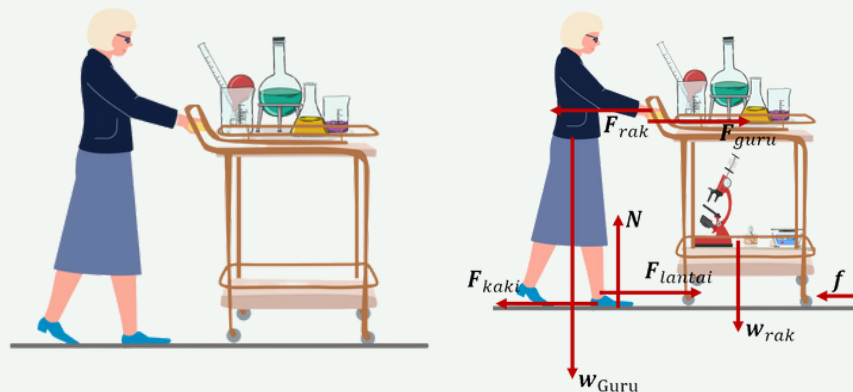
Ditanya:

$$a = \dots ?$$

Jawab:

Langkah pemecahan masalah: Menentukan Strategi

Menggambarkan diagram benda bebas, pada sistem **Gambar 3.18**



Gambar 3.18. Contoh 3.3 Seorang guru yang sedang mendorong rak berisi peralatan lab dan diagram benda bebasnya

Sumber Gambar: <https://www.canva.com/>

Karena percepatannya sebagai satu kesatuan, maka dapat didefinisikan sistem meliputi guru, rak, dan peralatan (**Gambar 3.18**). Guru mendorong ke belakang dengan gaya sebesar F_{guru} 150 N. Menurut hukum III Newton, lantai memberikan gaya reaksi F_{lantai} sebesar 150 N ke depan pada sistem. Karena semua gerakan adalah horizontal, maka gaya di arah vertikal dapat dabaikan. Jika gaya luar total dapat ditemukan dari semua informasi ini, dapat digunakan hukum kedua Newton untuk mencari besar percepatan. Lihat diagram benda bebas pada **Gambar 3.18**.

$$\sum F = ma$$

Langkah pemecahan masalah: Menyelesaikan masalah

$$F_{\text{lantai}} - f_{\text{total hambat}} = m_{\text{total}} \mathbf{a}$$

$$\frac{F_{\text{lantai}} - f_{\text{total hambat}}}{m_{\text{total}}} = \mathbf{a}$$

$$\frac{150 - 24}{65 + 12 + 7} = \frac{126}{84} = 1,5 \text{ m/s}^2 = \mathbf{a}$$

Langkah pemecahan masalah: Memeriksa dan mengevaluasi

Untuk menganalisis gerak sebuah sistem, kita perlu mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada sistem tersebut. Gaya-gaya ini dapat dibedakan menjadi gaya internal dan gaya eksternal. Gaya internal adalah gaya yang bekerja antara komponen-komponen dalam sistem, sedangkan gaya eksternal adalah gaya yang bekerja dari luar sistem. Menurut hukum III Newton, gaya internal selalu terjadi secara berpasangan dan saling berlawanan arah, sehingga tidak mempengaruhi gerak sistem secara keseluruhan. Gaya eksternallah yang menentukan percepatan sistem. Sehingga diperoleh besar percepatan pada sistem adalah $\mathbf{a} = 1,5 \text{ m/s}^2$



FASE 3:

FASE 3 | MULTI REPRESENTASI (MULTIPLE REPRESENTATION)

MULTI REPRESENTASI

Jawablah pertanyaan berikut sesuai dengan penyelidikan yang telah Anda lakukan dan konsep yang telah Anda pelajari sebelumnya.

1. Deskripsikan apakah yang dimaksud dengan gaya aksi dan apa yang disebut dengan gaya reaksi?

Jawab:

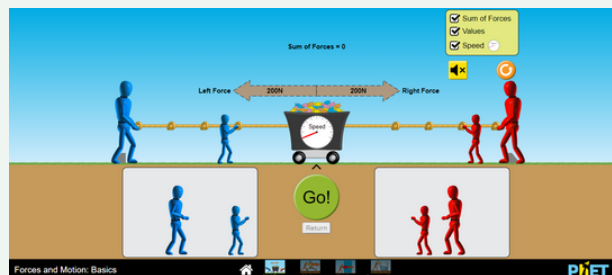
.....

.....

.....

.....

2. Dengan memperhatikan data pada **Tabel 3.1** percobaan yang telah kamu lakukan, jika gaya yang dilakukan oleh orang disisi kiri (x) disebut gaya aksi dan gaya yang dilakukan oleh orang disisi kanan (y) disebut gaya reaksi, bagaimanakah besar dan arah kedua gaya tersebut jika kedua tim memiliki massa yang sama tetapi ditempatkan di titik yang berbeda seperti pada **Gambar 3.19**?



Gambar 3.19. Simulasi sesuai soal 2
Sumber gambar: <https://phet.colorado.edu/>

Jawab:

.....

.....

.....

.....

3. Gambarkan diagram benda bebas pada peristiwa yang ditunjukkan dalam **Gambar 3.20** berikut, dan identifikasi gaya aksi dan reaksinya!

MULTI REPRESENTASI



Gambar 3.20. Dua tim sedang bermain tarik tambang
Sumber gambar: <https://www.blibli.com/>

Jawab :

.....

.....

4. Bagaimana hukum III Newton menjelaskan terkait percobaan 3 ini?

Jawab :

.....

.....

.....

.....

5. Bagaimana bunyi hukum III Newton?

Jawab :

.....

.....

.....

6. Tuliskan persamaan hukum III Newton!

Jawab :

.....

.....

.....



Cetak Template



SUBMIT JAWABAN



FASE 4 | APLIKASI (APPLICATION)



QUICK
TIPS

PETUNJUK PEMECAHAN MASALAH

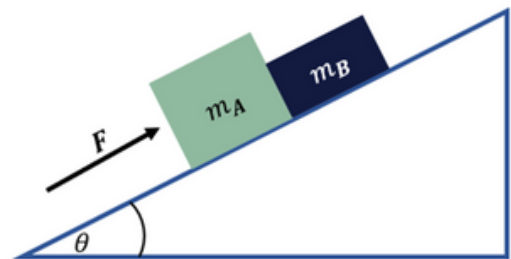
Untuk memecahkan masalah fisika, Anda dapat mengikuti petunjuk pemecahan masalah berikut:

1. Identifikasi masalah dengan menuliskan seluruh informasi yang diketahui dan masalah apa yang harus dipecahkan
2. Tentukan strategi. Gambarlah sebuah diagram bebas benda yang bekerja pada sistem kemudian konseptualisasikan masalahnya. Kemudian gunakan persamaan yang sesuai dengan konsep dan persoalan yang akan dipecahkan.
3. Selesaikan masalah. Gunakan seluruh informasi dan konsep serta persamaan yang telah disusun sebelumnya untuk menemukan hasil/solusi permasalahan.
4. Periksa dan evaluasi. Periksa dan evaluasi dengan seksama proses serta hasil pemecahan masalah, buatlah kesimpulan dari apa yang telah diperoleh.



Soal-soal Pemecahan Masalah Hukum III Newton

1. Balok A dan balok B terletak diatas permukaan bidang miring licin dengan sudut kemiringan 53° . Massa balok A dan B berturut-turut adalah 50 kg dan 30 kg. Kemudian balok A didorong dengan gaya F sebesar 480 N seperti pada **Gambar 3.21**. Tentukan besar percepatan gerak kedua balok dan juga gaya kontak antara balok A dan B?



Gambar 3.21. Dua benda berada pada bidang miring

Sumber gambar: Dokumen Pribadi

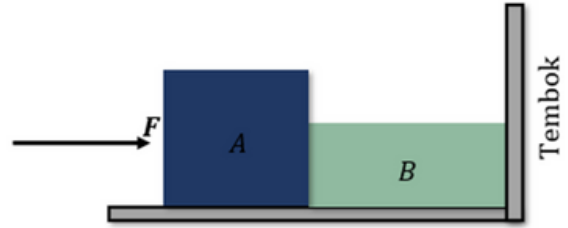
2. Mr. Bean dan anaknya Gio berdiri saling berhadapan di atas permukaan es yang licin. Mereka menempelkan tangan mereka dan saling mendorong hingga keduanya terpisah. Dari peristiwa ini menurut pendapatmu:
 - a) Siapa yang bergerak menjauh dengan kelajuan lebih tinggi? Mengapa?
 - b) Siapakah yang bergerak lebih jauh setelah mereka saling mendorong? Mengapa?



Gambar 3.22. Mr. Bean dan Gio saling mendorong diatas permukaan es

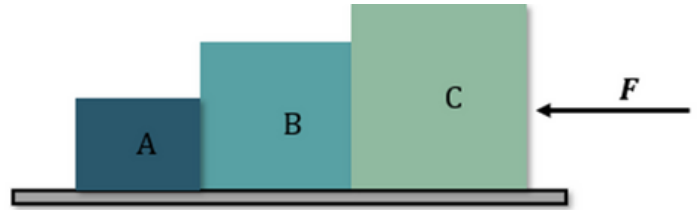
Sumber gambar: <https://www.blibli.com/>

3. Perhatikan **Gambar 3.23.** berikut!
 Tentukan gaya yang dikerjakan balok A pada balok B dan gaya yang dikerjakan balok B pada tembok!



Gambar 3.23. Dua buah benda saling bersentuhan diatas bidang datar
Sumber gambar: Dokumen Pribadi

4. Perhatikan **Gambar 3.24** berikut:
 Jika massa $A = 1 \text{ kg}$, massa $B = 3 \text{ kg}$, massa $C = 6 \text{ kg}$, gaya dorong $F = 20 \text{ N}$, perbandingan gaya kontak antara A dan B dengan gaya kontak antara benda B dan C adalah...



Gambar 3.24. Tiga buah benda saling bersentuhan diatas bidang datar
Sumber gambar: Dokumen Pribadi

5. Identifikasi dan gambarkan pasangan gaya aksi reaksi pada:
 a) Atlet angkat besi yang sedang mengangkat besi
 b) Roket yang hendak diluncurkan
 c) Ketika anda sedang melangkah



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.25. Ilustrasi soal nomor 5
Sumber gambar: <https://www.canva.com/>

(a)	(b)	(c)



FASE 5 | EVALUASI (EVALUATION)



KUNCI JAWABAN

Kunci jawaban soal-soal Hukum III Newton adalah sebagai berikut:

1. Besar percepatan adalah $a = 1 \text{ m/s}^2$ menuju ke arah bawah bidang miring dan gaya kontak antara balok A dan B adalah sebesar $F_{AB} = 180 \text{ N}$
2. Petunjuk untuk menjawab pertanyaan (a) dan (b) adalah
 - a) Pertama-tama, ingatlah bahwa Hukum III Newton menyatakan setiap gaya memiliki pasangan gaya aksi-reaksi yang besarnya sama.
 - b) Pikirkan bagaimana gaya yang dikerahkan Mr. Bean pada Gio dan sebaliknya akan mempengaruhi percepatan keduanya.
 - c) Perhatikan perbedaan massa antara Mr. Bean dan Gio, dan bagaimana dapat memengaruhi percepatan dan kecepatan mereka.
 - d) Untuk menentukan siapa yang bergerak lebih jauh, pertimbangkan bagaimana percepatan dan kecepatan rata-rata memainkan peran penting setelah saling mendorong.
3. a) Gaya aksi yang dikerjakan oleh balok A pada balok B (F_{AB}) adalah 30 N ke arah kanan
b) Gaya reaksi yang dikerjakan oleh tembok pada balok B (F_{TB}) adalah 30 N ke arah kiri
4. Perbandingan gaya kontak antara A dan B dengan gaya kontak antara B dan C adalah 4 : 16 atau 1 : 4.
5. Petunjuk untuk menjawab soal nomor 5 adalah sebagai berikut:
 - a. Sewaktu atlet angkat besi mengangkat beban ke atas, maka timbul gaya ke bawah yang diteruskan ke lantai melalui tubuh. Gaya tekan ini dibalas lantai melalui gaya reaksi dengan memberikan tekanan ke atas dengan besar gaya yang sama.
 - b. Ketika roket hendak diluncurkan ke luar angkasa, roket menghasilkan gaya pada gas panas dalam arah vertikal sebagai gaya aksi. Sebagai respons, roket mengalami gaya dorong ke atas yang dihasilkan oleh gas panas.
 - c. Ketika anda sedang berjalan atau berlari kaki anda memberikan gaya aksi berupa dorongan ke tanah dan sebagai respon terhadap dorongan kaki anda tanah memberikan gaya reaksi ke depan pada kaki anda.
6. Percepatan yang dialami Jojo saat bermain tarik tambang adalah sebesar $a = 4,3 \text{ m/s}^2$
7. Petunjuk untuk menjawab soal nomor 7 adalah sebagai berikut:
 - a. Ingat konsep Hukum III Newton tentang aksi dan reaksi.
 - b. Hubungkan konsep ini dengan permainan tarik tambang.
 - c. Analisis gaya-gaya apa saja yang bekerja dalam sistem permainan tarik tambang

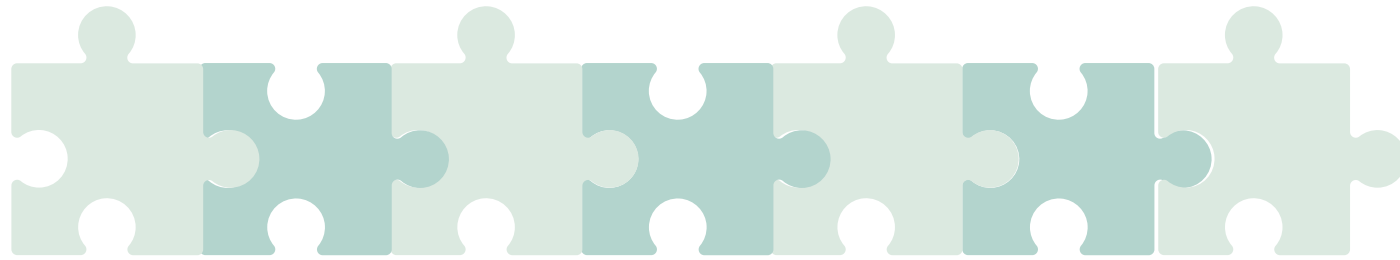


LIHAT HASIL

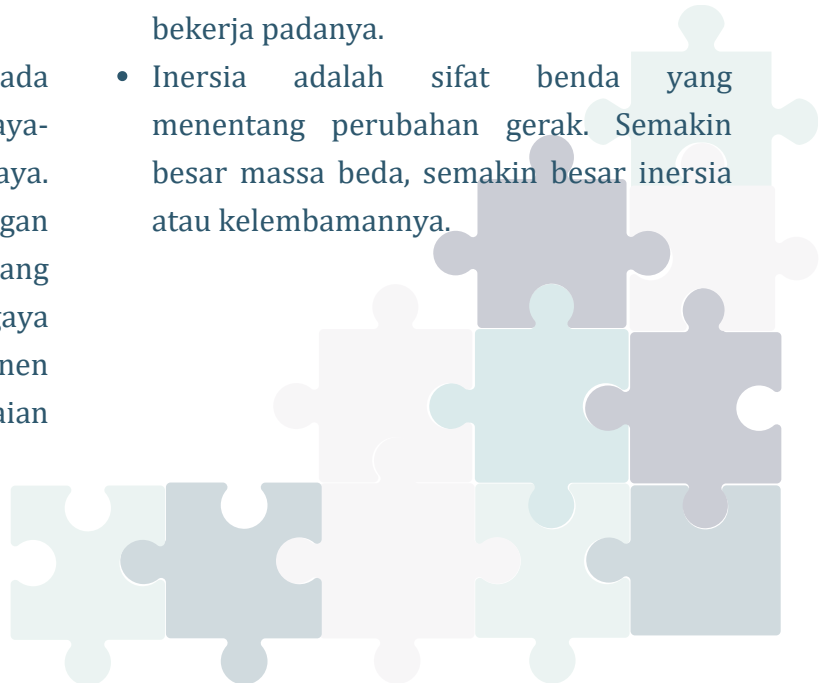


RANGKUMAN

- Gaya adalah suatu dorongan atau tarikan yang menimbulkan perubahan gerak suatu benda atau objek.
- Gaya dapat ditimbulkan oleh berbagai sumber seperti listrik, magnet, gravitasi, dan lain-lain.
- Gaya dapat dibedakan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya sentuh adalah gaya yang timbul karena adanya sentuhan langsung antara benda, sedangkan gaya tak sentuh adalah gaya yang timbul tanpa adanya sentuhan langsung antara benda.
- Gaya mempengaruhi gerak suatu benda. Ada beberapa jenis gaya yang bekerja pada suatu benda, yaitu gaya berat, gaya normal, gaya gesek, gaya tegang tali, dan gaya sentripetal.
- Aristoteles berpendapat bahwa gerak benda disebabkan oleh gaya dan keadaan alami benda adalah diam. Ia membedakan gerak alami dan gerak paksa.
- Galileo meneliti apakah benda membutuhkan gaya terus-menerus untuk bergerak. Ia menyimpulkan bahwa benda dapat bergerak dengan kecepatan tetap tanpa gaya luar.



- Gaya disimbolkan dengan F dan memiliki satuan Newton (N). Gaya termasuk besaran vektor yang memiliki nilai dan arah. Gaya dapat digambarkan dengan anak panah dan dapat diukur dengan neraca pegas atau dinamometer.
- Jika dua gaya atau lebih bekerja pada suatu benda, maka hasil perpaduan gaya-gaya tersebut disebut resultan gaya. Resultan gaya dapat diperoleh dengan menjumlahkan semua vektor gaya yang bekerja pada benda. Jika suatu gaya dipecah menjadi komponen-komponen gaya, maka proses ini disebut penguraian gaya.
- Newton menyusun hukum pertama tentang gerak yang disebut hukum inersia. Hukum ini menyatakan bahwa benda akan mempertahankan keadaan geraknya jika tidak ada gaya luar yang bekerja padanya.
- Inersia adalah sifat benda yang menentang perubahan gerak. Semakin besar massa benda, semakin besar inersia atau kelembamannya.



RANGKUMAN

- Contoh penerapan hukum I Newton adalah (a) Seorang atlet yang berlari sebelum melompat untuk menambah kecepatan dan jarak lompatannya; (b) Seorang penumpang yang merasakan sentakan ketika kendaraan bergerak atau berhenti secara tiba-tiba karena tubuhnya menolak perubahan gerak; (c) Seorang pelari maraton yang tidak dapat berhenti langsung setelah melewati garis finis karena tubuhnya mempertahankan kecepatan geraknya; (c) Mesin pengering baju yang memanfaatkan inersia molekul air untuk mengeluarkannya dari kain.
- Hukum II Newton adalah hukum fisika yang menghubungkan gaya, massa, dan percepatan pada benda. Hukum II Newton menyatakan bahwa percepatan benda berbanding lurus dengan gaya total yang bekerja padanya, tetapi berbanding terbalik dengan massanya.
- Hukum II Newton dapat digunakan untuk memahami dan menganalisis gerak benda di berbagai situasi dan fenomena alam, seperti mendorong keranjang belanja, berjalan bersama, memecahkan batu bata, atau terbang dengan pesawat supersonik. Hukum ini juga dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah fisika, seperti gaya gesek, gaya sentripetal, dan lain-lain
- Gaya aksi reaksi adalah pasangan gaya yang sama besar dan berlawanan arah yang bekerja pada dua benda yang saling berinteraksi. Hukum III Newton adalah hukum yang menjelaskan bahwa setiap aksi selalu diimbangi oleh reaksi yang sama besar dan berlawanan arah.

REMEDIAL DAN PENGAYAAN



REMEDIAL

1. Jelaskan peran dan aplikasi Hukum I, II, dan III Newton dalam kehidupan sehari-hari di sekitar lingkunganmu. Berikan contoh konkret dari pengalaman atau situasi yang dapat mengilustrasikan penerapan masing-masing hukum tersebut!
2. Dua buah benda A dan B memiliki massa berturut-turut adalah 25 kg dan 15 kg berada di atas bidang datar licin dan saling dihubungkan dengan tali. Kemudian benda B ditarik dengan gaya 80 N. Tentukan tegangan tali!



PENGAYAAN

1. Bagaimana penerapan prinsip-prinsip Hukum Newton dalam penemuan dan teknologi, seperti ketapel hingga jembatan gantung dapat dijelaskan? Bagaimana peran para insinyur dan penemu dalam memanfaatkan hukum-hukum ini untuk memecahkan masalah-masalah praktis dalam pengembangan inovasi tersebut.
2. Selidiki bagaimana hukum Newton berlaku pada perjalanan luar angkasa. Diskusikan bagaimana roket mengatasi gravitasi bumi, bagaimana satelit tetap berada di orbit, dan tantangan yang dihadapi astronot selama peluncuran dan pendaratan.



SUBMIT JAWABAN



Cetak Template







REFLEKSI PEMBELAJARAN


PETUNJUK PENGISIAN:

- Bacalah pertanyaan refleksi peserta didik dengan teliti sebelum kamu mengisinya
Isilah dengan jujur sesuai dengan apa yang kamu rasakan selama kegiatan pembelajaran
- berlangsung
Hasil refleksi ini murni sebagai bahan ulasan dan perbaikan untuk kegiatan pembelajaran
- selanjutnya

1. Bagaimana perasaan kamu mengikuti pembelajaran pada materi ini? Beri ceklis sesuai dengan yang kamu rasakan !

JAWAB!

Sangat Tidak Senang     Sangat Senang



2. Apakah sudah dapat memahami pembelajaran ini dengan baik? Beri ceklis sesuai dengan yang kamu rasakan !

JAWAB!

Sangat Tidak Baik        Sangat Baik



3. Apa hal baru atau hal yang menarik yang kamu pelajari setelah mempelajari materi ini?

JAWAB!

.....

.....

.....

4. Apa manfaat yang kamu dapatkan setelah mempelajari materi ini?

JAWAB!

.....

.....

.....



REFLEKSI PEMBELAJARAN

5. Apa hambatan atau kesulitan yang kamu rasakan selama proses pembelajaran?

JAWAB!

.....

.....

.....

6. Kepada siapa kamu meminta tolong jika ada kesulitan?

JAWAB!

.....

.....

.....

7. Apa saja bagian-bagian (materi) yang belum dipahami atau masih memerlukan penjelasan?

ANSWER!

.....

.....

.....

8. Pembelajaran seperti apa yang kamu harapkan untuk pembelajaran kedepannya?

JAWAB!

.....

.....

.....



GLOSARIUM

Gaya	Gangguan yang bekerja suatu benda atau objek. Gangguan ini dapat menyebabkan benda atau objek bergerak atau tetap diam
Gerak	Perubahan posisi suatu benda terhadap lingkungannya dalam selang waktu tertentu.
Dinamika	Ilmu fisika yang mempelajari gerak suatu benda dan alasan geraknya
Gaya gesek	Gaya yang disebabkan oleh kekasaran permukaan dua benda yang saling bersentuhan. Komponen gaya gesek selalu sejajar dengan bidang kontak dan selalu menunjuk ke arah yang berlawanan dari gerakan benda.
Gaya tegang tali	Gaya tegangan tali adalah gaya aksi-reaksi yang bekerja pada tali yang dikencangkan.
Gaya normal	Gaya yang bekerja pada dua permukaan benda yang bersentuhan, dengan arah gaya selalu tegak lurus terhadap bidang sentuh.
Gaya berat	Gaya yang timbul akibat medan gravitasi pada setiap benda, yang arahnya selalu tegak lurus terhadap pusat gravitasi.
Gaya sentripetal	Gaya yang menyebabkan suatu benda bergerak melingkar dengan arah selalu menuju pusat lingkaran.
Kelembaman	Kecenderungan semua benda untuk menolak perubahan terhadap keadaan geraknya.
Massa	Sifat fisik dari suatu benda yang digunakan untuk menjelaskan berbagai tindakan benda yang diamati.
Berat	Gaya gravitasi yang bekerja pada suatu benda. Berat bergantung pada percepatan gravitasi di tempat benda tersebut berada.
Kecepatan	Besaran vektor yang mewakili pergerakan benda selama interval waktu tertentu.



GLOSARIUM

Percepatan	Besaran vektor yang mewakili perubahan kecepatan selama interval waktu tertentu.
Perpindahan	Besaran vektor yang mewakili perubahan posisi ke titik referensi tertentu seperti yang terlihat dari titik awal objek ke titik akhirnya.
Vektor	Dalam fisika, kuantitas dengan nilai dan arah.
Resultan gaya	Total gaya yang bekerja pada suatu benda

DAFTAR PUSTKA

- Affandy, H., Aminah, N. S., & Supriyanto, A. (2019). *Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Fluida Dinamis Di SMA Batik 2 Surakarta*. 9.
- Aldila, S., & Mukhaiyar, R. (2020). Efektivitas model pembelajaran problem based learning pada mata pelajaran dasar listrik dan elektronika di kelas X SMK Negeri 1 Bukittinggi. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2(2), 51-57.
- Arifudin, A.M. (2007). *Fisika Sma XI Ipa*. Jakarta: Ganeca Exact.
- Betasolo, D. M. L. (2017). *Grade 11 Physics Module 3*. Departement Of Education.
- De Cock, M. (2012). Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8(2), 020117.
- Daton, G. S. (2013). dkk, *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Grasindo
- Examples of Newton's Second Law of Motion in Everyday Life – StudiousGuy*. (n.d.). Retrieved November 27, 2023, from <https://studiousguy.com/newtons-second-law-of-motion-examples/>
- Giancoli, D. C. (2005). *Physics: principles with applications* (Vol. 1). Pearson Educación.
- Iman, S. (2021). *Modul Praktis Fisika SMA/MA Kelas X Semester Ganjil*. Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia
- Indrajit, D. (2009). *Mudah dan Aktif Belajar Fisika*. Bandung: PT Grafindo Media Pratama.
- Kaban, R. H., Anzelina, D., Sinaga, R., & Silaban, P. J. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran PAKEM terhadap Hasil Belajar Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 102-109.
- Kamajaya, K. (2004). *Fisika Untuk SMA Kelas X Semester 1*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- Kamajaya, K. (2008). *Cerdas Belajar Fisika*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- Kanginan, M. (1994). *Fisika*. Jakarta: Erlangga
- Moebis, W., Ling, S. J., & Sanny, J. (2016, September 19). *6.1 Solving Problems with Newton's Laws—University Physics Volume 1 | OpenStax*. OpenStax. <https://openstax.org/books/university-physics-volume-1/pages/6-1-solving-problems-with-newtons-laws>
- Newton's Second Law of Motion: Concept of a System – College Physics chapters 1-17*. (n.d.). Retrieved November 27, 2023, from <https://pressbooks-dev.oer.hawaii.edu/collegephysics/chapter/4-3-newtons-second-law-of-motion-concept-of-a-system/>



DAFTAR PUSTAKA

- Oktavia, R. A. (2022). *Buku Teks Fisika Terintegrasi Kearifan Lokal Sumatera Barat*. Penerbit P4I.
- OpenStax. (2016). *4.3 Newton's Second Law of Motion: Concept of a System*. <https://pressbooks.uiowa.edu/clonedbook/chapter/newtons-second-law-of-motion-concept-of-a-system/>
- Saputra, H., & Mansyur, J. (2021). *The Effect of the Conceptual Problem Solving (CPS) Approach on Students' the*. 9(1).
- Serway, R. A & Jewett, JJ (2010). *Fisika untuk Sains dan Teknik Buku, 1*. Jakarta: Salemba Teknika
- Setyarini, D. A., Supardi, Z. A. I., & Sudibyoy, E. (2021). Improving senior high school students' physics problem-solving skills through investigated based multiple representation (IBMR) learning model. *IJORE: International Journal of Recent Educational Research*, 2(1), 42-53.
- Siswanto, J. (2019). Implementasi model IBMR berbantu PhET simulation untuk meningkatkan kemampuan representasi pada pembelajaran fisika. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 10(2), 96-100.
- Taylor, J. C., Wiggett, A. J., & Downing, P. E. (2007). Functional MRI analysis of body and body part representations in the extrastriate and fusiform body areas. *Journal of neurophysiology*, 98(3), 1626-1633.
- Tim Ganesha Operation. (2017). *Pasti Bisa Fisika untuk SMA/MA Kelas X*: Yogyakarta: Penerbit Duta.
- Tim Maestro Eduka. (2020). *Strategi dan Bank Soal HOTS Fisika SMA/MA Kelas 10,11,12: HOTS Fisika SMA*: Genta Group Production.
- Umar, E. *FISIKA Interaktif Kls. X IPA*. Ganeca Exact.
- What is Newton's first law? (Article) | Khan Academy. (n.d.)*. Retrieved December 1, 2023, from <https://www.khanacademy.org/render>
- Yuni. (2022). *LKPD Hukum Newton Berpikir Tingkat Tinggi berbasis phet simulation*. Retrieved December 5, 2023, from <https://fliphtml5.com/wkshy/mfcj/basic>
- 2.4: *Newton's Second Law of Motion- Force and Acceleration. (2021, August 13)*. *Physics LibreTexts*. [https://phys.libretexts.org/Bookshelves/Conceptual_Physics/Introduction_to_Physics_\(Park\)/02%3A_Mechanics_I_Motion_and_Forces/02%3A_Dynamics/2.04%3A_Newton's_Second_Law_of_Motion-_Force_and_Acceleration](https://phys.libretexts.org/Bookshelves/Conceptual_Physics/Introduction_to_Physics_(Park)/02%3A_Mechanics_I_Motion_and_Forces/02%3A_Dynamics/2.04%3A_Newton's_Second_Law_of_Motion-_Force_and_Acceleration)

PROFIL



Profil Mahasiswa Peneliti

Mustika Wahyuni, S.Pd

Mustika Wahyuni, S.Pd adalah seorang mahasiswa yang memiliki minat dan dedikasi tinggi di bidang pendidikan fisika. Lahir di Bengkulu, 4 Agustus 1999. Saat ini, beliau sedang menempuh pendidikan Magister Pendidikan Fisika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Yogyakarta. Beliau menempuh pendidikan jenjang S1 di Universitas Ahmad Dahlan (UAD) dan berhasil meraih gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd). Beliau adalah seorang mahasiswa yang memiliki semangat dan motivasi yang tinggi serta berkomitmen dalam mengembangkan diri dan berkontribusi dalam dunia pendidikan. Dengan pengalaman dan pendidikan yang telah diperoleh, beliau berharap dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam peningkatan mutu pembelajaran fisika di Indonesia.



Profil Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Jumadi, M.Pd.

Prof. Dr. Jumadi, M.Pd. adalah seorang akademisi yang memiliki kontribusi signifikan di bidang pendidikan. Saat ini, Prof. Dr. Jumadi, M.Pd. berprofesi sebagai dosen sekaligus guru besar di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Yogyakarta. Beliau memiliki bidang keahlian di Teknologi Pembelajaran Fisika dan telah memberikan kontribusi signifikan di bidang tersebut. Prof. Dr. Jumadi, M.Pd. merupakan sosok inspiratif yang memiliki dedikasi tinggi dalam dunia pendidikan. Dengan pengalamannya sebagai dosen dan jabatannya sebagai Guru Besar, beliau terus berperan aktif dalam membimbing generasi muda untuk mencapai potensi terbaik mereka.

