

PENGANTAR SAINS DAN TEKNOLOGI

Elyakim Nova S. P, S.Si., M.Pd.
Liefson Jacobus., S.Si., M.Sc.
Agustina Purnami S., S.Pd., M.Pd.
Bhujangga Ayu P. P., M.Pd.
Muhammad Lintang C. B., M.Kom.
Melkianus Sulus, M.Pd.
Lalu Busyairi Muhsin M.Pd

Massa selalu konstan

$$w = m \cdot g$$

Gaya gravitasi
di dekat permukaan bumi
selalu konstan

$$g = 9,80 \text{ m/s}^2$$



$$\text{Jalari getaran} = B - A - B - C - B$$

PENGANTAR SAINS DAN TEKNOLOGI

Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

PENGANTAR SAINS DAN TEKNOLOGI

Elyakim Nova Supriyedi Patty, S.Si., M.Pd.
Liefson Jacobus, S.Si., M.Sc.
Agustina Purnami Setiawi, S.Pd., M.Pd.
Bhujangga Ayu Putu Priyudahari, M.Pd.
Muhammad Lintang cahyo Buono, M.Kom.
Melkianus Sulus, M.Pd.
Lalu Busyairi Muhsin M.Pd



PENGANTAR SAINS DAN TEKNOLOGI

**Diterbitkan pertama kali oleh PT Rajawali Media Utama
Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang *All Rights Reserved*
Hak penerbitan pada PT Rajawali Media Utama
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi
buku ini tanpa seizin tertulis dari Penerbit**

Cetakan Pertama: Oktober 2023
14,8 cm x 21 cm

ISBN: 978-623-09-5886-1

Penulis:

Elyakim Nova Supriyedi Patty, S.Si., M.Pd., Liefson Jacobus, S.Si.,
M.Sc., Agustina Purnami Setiawi, S.Pd., M.Pd., Bhujangga Ayu Putu
Priyudahari, M.Pd., Muhammad Lintang cahyo Buono, M.Kom.
Melkianus Sulus, M.Pd. Lalu Busyairi Muhsin M.Pd

Editor

Surjawirawan Dwiputranto, S.Si., M.Si.

Desain Cover:

Stevri Supriyeli Deosorio

Diterbitkan Oleh:

PT. Rajawali Media Utama

NIB. 2705230004279

Jln. ABG, Bagek Kembar, Tanjung karang Permai, Kota Matara, Provinsi
Nusa Tenggara Barat

Email: rajawalimediautama@gmail.com

Website: <https://rajawalimediautama.site>

Whatshaap: 0821-3441-1432

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugerah dan rahmat-Nya buku ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Buku yang merupakan karya kolaborasi dari beberapa penulis ini diberi judul “Pengantar Sains dan Teknologi” dan bertujuan sebagai buku ajar matakuliah Pengantar Sains dan Teknologi di Program studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Bumigora.

Buku ini berdasarkan dari Rancangan Pembelajaran Semester (RPS) mata kuliah Pengantar Sains dan Teknologi. Sebagai gambaran isi buku ini menyangkut Empat Belas (14) BAB, dengan bahasan:

Bab 1 Besaran, Dimensi, Satuan dan Konversi	Bab 7 Getaran dan Belombang
Bab 2 Kinematika	Bab 8 Suhu dan Kalor
Bab 3 Dinamika	Bab 9 Termodinamika
Bab 4 Energi dan Momentum	Bab 10 Listrik Statis
Bab 5 Kinematika dan Rotasi Benda Tegar	Bab 11 Listrik Dinamis
Bab 6 Fluida	Bab 12 Kemagnetan
	Bab 13 Optik dan Cahaya
	Bab 14 Fisika Modern

Penulisan buku ini merupakan suatu kerjasama atau berkolaborasi antar sesama akademisi yang memiliki profesi yang sama sebagai tenaga dosen merupakan salah satu Darma, dari Tri Darma Perguruan Tinggi yang ditentukan oleh pemerintah Republik Indonesia. Buku Pengantar Sains dan Teknologi ini merupakan buku terbitan edisi pertama yang tentunya masih butuh disempurnakan. Oleh karena itu, saran dan masukan oleh para pengguna sangat kami harapkan untuk kesempurnaan isi buku ini di masa yang akan datang. Semoga Buku ini membawa manfaat yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang dapat memaanfaatkannya.

Oktober 2023

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
TENTANG BUKU	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)	xi
BAB I BESARAN, DIMENSI, SATUAN DAN KONVERSI	1
A. Besaran.....	1
B. Pengukuran	3
C. Dimensi	4
D. Konversi	4
E. Notasi Ilmiah.....	6
BAB II KINEMATIKA	7
A. Perpindahan.....	7
B. Kelajuan dan Kecepatan.....	7
C. Gerak Lurus Beraturan (GLB)	9
D. Percepatan (a).....	10
E. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).....	11
BAB III DINAMIKA	15
A. Hukum I Newton.....	15
B. Hukum II Newton	18
C. Hukum III Newton	21
BAB IV ENERGI DAN MOMENTUM	23

A. Usaha.....	23
B. Energi.....	24
C. Kekekalan Energi.....	26
D. Daya ($Power = P$).....	28
E. Impuls –Momentum.....	29
BAB V KINEMATIKA DAN ROTASI BENDA TEGAR	32
A. Benda Tegar	32
B. Kesetimbangan Benda Tegar.....	36
C. Torsi (Torque = τ).....	37
D. Momen Inersia	38
BAB VI FLUIDA.....	40
A. Massa Jenis/ Densitas(Density = ρ)	40
B. Tekanan.....	41
C. Tekanan Hidrostatik.....	42
D. Hukum Pascal	42
E. Hukum Arcimedes	43
F. Berat Semu.....	44
G. Fluida Dinamis.....	45
H. Hukum Bernoulli.....	47
BAB VII GETARAN DAN GELOMBANG	49
A. Getaran.....	49
B. Gerak Harmonis Sederhana (GHS).....	50
C. Gelombang (Wavelength = λ).....	53
D. Efek Dopler.....	58

BAB VIII SUHU DAN KALOR	60
A. Suhu	60
B. Perubahan Fase	62
C. Kalor	62
BAB IX TERMODINAMIKA	69
A. Sistem.....	69
B. Hukum Termodinamika 1	70
C. Hukum Termodinamika 2	70
D. Mesin Kalor dan Mesin Carno	71
E. Proses Dalam Termodinamika	71
F. Mesin Pendingin	73
BAB X LISTRIK STATIS.....	75
A. Muatan Listri.....	75
B. Hukum Coulumb.....	76
C. Gaya dan Medan Listrik Segaris	76
D. Energi Potensial Listrik.....	77
E. Kapasitor Keping Sejajar	78
BAB XI LISTRIK DINAMIS.....	80
A. Sumber Tgenagn Listrik.....	80
B. Kuat Arus Listrik	81
C. Hambatan Listrik dan Hukum Ohm	82
D. Hukum Kirchoff.....	82
BAB XII KEMAGNETAN.....	84
A. Gejala Kemagnetan	84

B. Medan Magnet	85
C. Gaya Lorentz.....	87
BAB XIII OPTIK DAN CAHAYA.....	90
A. Cahaya.....	90
B. Optik	92
BAB XIV FISIKA MODEREN	96
A. Fisika Moderen	96
B. Postulat relativitas Khusus	97
C. Relativitas Kecepatan.....	97
D. Relativitas Panjang.....	98
E. Relativitas Massa	98
F. Relativitas Waktu (dilatasi).....	99
G. Kesetaraan Massa dan energy	99
H. Momentum Relativistik.....	100
DAFTAR PUSTAKA.....	102
PROFIL PENULIS	106

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

	UNIVERSITAS BUMIGORA FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN PROGRAM SARJANA TEKNOLOGI PANGAN			
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)				
Nama Mata Kuliah	Kode Mata Kuliah	Bobot (sks)	Semester	Tanggal Penyusunan
Pengantar Sains dan Teknologi	PSKK31009	3	1	25 Agustus 2023
Otorisasi	Koordinator Pengembang RPS	Koordinator Bidang Keahlian	Kepala PRODI	
	Elyakim N. Supriyedi Patty, S.Si.,M.Pd.	-	Husnita Komalasari, S.TP., M.SC.	
Capaian Pembelajaran (CPL)	CPL-Prod (Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi) Yang Dibebankan Pada Mata Kuliah			
	S9	Memunjukkan sikap yang bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri.		
	p7	Mampu menerapkan prinsip-prinsip keteknikan pangan dalam proses produksi bahan pangan/hasil pertanian yang aman, layak, dan Bermutu		
	KU2	Mampu melakukan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur.		
	KU5	Mampu mengambil keputusan secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah di bidang keahliannya, berdasarkan hasil analisis informasi dan data.		
KK1	Menerapkan dan menginkorporasikan prinsip-prinsip ilmu pangan/hasil pertanian dalam praktek dan kondisi nyata di industri pangan/hasil pertanian.			
CPMK (Capaian Pembelajaran Mata Kuliah)				
Di akhir perkuliahan pada mata kuliah ini, mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan yang baik dalam menjelaskan prinsip-prinsip Pengantar Sains dan Teknologi dan menggunakannya untuk mengidentifikasi dan memecahkan permasalahan fisika sederhana sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggung jawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur.				
Sub-CPMK				
CPL-1	Mampu menjelaskan konsep Pengantar Sains dan Teknologi dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2,A3]			
CPL-2	Mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Pengantar Sains dan Teknologi sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4,A3]			
Deskripsi Singkat Mata Kuliah	Mata kuliah ini membahas tentang konsep dasar fisika dan penerapannya sebagai dasar keteknikan pangan, meliputi kinematika, dinamika, energi dan momentum, fluida, getaran dan gelombang, suhu dan kalor, termodinamika, listrik, kemagnetan, cahaya dan optik serta fisika modern.			

Bahan Kajian/Materi Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kinematika 2. Dinamika 3. Energi dan Momentum 4. Kinematika dan Rotasi Benda Tegar 5. Fluida 6. Getaran dan Gelombang 7. Suhu dan Kalor 8. Termodinamika 9. Listrik Statis 10. Listrik Dinamis 11. Kemagnetan 12. Cahaya dan Optik 13. Fisika Modern
Daftar Referensi	<p>Utama</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cutnell JD, Johnson KW. 2012. <i>Physics 9th Edition</i>. New Jersey: Wiley. 2. Young H, Freedman R. 2008. <i>University Physics with Modern Physics 12th Edition</i>. San Francisco: Pearson. 3. David Halliday & Robert Resnick (Pantur Silaban Ph.D & Drs. Erwin Sucipto). (1989). <i>FISIKA</i>. Erlangga-Jakarta. 4. Douglas C. Giancoli. (2001). <i>FISIKA</i>. Erlangga-Jakarta 5. Paul A. Tipler (Dra.Lea Prasetyo, M.Sc. dan Rahmat W. Adi, PhD.). (1998). <i>FISIKA, Untuk Sains dan Teknik</i>. Erlangga-Jakarta.
	<p>Pendukung</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Drs. Lilik Hidayat Setyawan. 2004, <i>Kamus Fisiak Bergambar</i>, Bandung: PT Intan Sejahtera 2. Halliday D, Resnick R, Walker J. 2014. <i>Fundamental of Physics 10th Edition</i>. New Jersey: Wiley. 3. Kuhn KF. 2020. <i>Basic Physics: A Self-Teaching Guides 3rd Edition</i>. San Francisco: Jossey-Bass.
Nama Dosen Pengampu	Elyakim Nova Supriyedi Patty, S.Si., M.Pd.

Minggu Ke-	Sub-CPMK	Bahan Kajian	Bentuk dan Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Pengalaman Belajar Mahasiswa	Penilaian		
						Kriteria & Bentuk	Indikator	Bobot (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1		<ul style="list-style-type: none"> • Kontrak Kuliah • Pengantar Pengantar Sains dan Teknologi 	Bentuk: Kuliah Aktivitas di kelas Metode: Ceramah dan diskusi kelompok kecil Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor e-learning: http:// e-learning.universitasbungora.ac.id	TM: 1x(3x50') BM: 1x(3x2x60')	-	-	-	-
2	Mampu menjelaskan konsep Kinematika dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2,A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Kinematika sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4,A3]	Kinematika: <ul style="list-style-type: none"> • Besaran (posisi, waktu, kecepatan, percepatan) terkait Kinematika • Gerak lurus beraturan • Gerak lurus berubah beraturan 	Bentuk: Kuliah Aktivitas di kelas Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD) Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor e-learning: http://e-learning.universitasbungora.ac.id	TM: 1x(3x50') TT: 1x(3x60') BM: 1x(3x60')	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mempelajari konsep Kinematika dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Kinematika • Mahasiswa membuat dan menyelesaikan persoalan Kinematika serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk test: Ujian Tengah Semester • Bentuk non tes: Tugas 1 Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan	Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi	3%
3	Mampu menjelaskan konsep Dinamika dan mengidentifikasi	Dinamika: <ul style="list-style-type: none"> • Besaran (massa, berat, gaya gesek, 	Bentuk: Kuliah Aktifitas di kelas	TM: 1x(3x50')	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mempelajari konsep Dinamika 	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk test: 	Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan	3%

	<p>contoh aplikasinya di industri pangan [C2,A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Dinamika sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4,A3]</p>	<p>gaya normal, gaya gravitasi) terkait Dinamika</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hukum Newton I • Hukum Newton II • Hukum Newton III 	<p>Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD) Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor</p> <p>e-learning: http://e-learning.universitatumigora.ac.id</p>	<p>TT: 1x(3x60')</p> <p>BM: 1x(3x60')</p>	<p>dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Dinamika</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa membuat dan menyelesaikan persoalan Dinamika serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 2) 	<p>Ujian Tengah Semester</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bentuk non-tes: Tugas 2 <p>Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan</p>	<p>menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi</p>	
4	<p>Mampu menjelaskan konsep Energi dan Momentum dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2,A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Energi dan Momentum sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4,A3]</p>	<p>Energi dan Momentum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Besaran (usaha, energi, daya, impuls, elastisitas) terkait Energi dan Momentum • Konsep Usaha-Energi • Konsep Impuls-Momentum 	<p>Bentuk: Kuliah Aktivitas di kelas Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD) Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor</p> <p>e-learning: http://e-learning.universitatumigora.ac.id</p>	<p>TM: 1x(3x50')</p> <p>TT: 1x(3x60')</p> <p>BM: 1x(3x60')</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mempelajari konsep Energi dan Momentum dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Energi dan Momentum • Mahasiswa membuat dan menyelesaikan persoalan Energi dan Momentum serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah 	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk test: Ujian Tengah Semester • Bentuk non-tes: Tugas 3 <p>Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan</p>	<p>Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi</p>	3%

					pengerjaan soal tersebut (Tugas 3)			
5	Mampu menjelaskan konsep Kinematika dan Rotasi Gerak Melingkar dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2,A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Kinematika dan Rotasi Gerak Melingkar sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4,A3]	Kinematika dan Rotasi Gerak Melingkar: <ul style="list-style-type: none"> • Kinematika Benda Tegar • Kesetimbangan Statis Benda Tegar • Pusat Gravitasi • Kesetaraan Translasi dan Rotasi Benda Tegar • Torca • Momen Inersia 	Bentuk: Kuliah Aktifitas di kelas Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD) Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor e-learning: http://e-learning.uni-versitasbumigora.ac.id	TM: 1x(3x50') TT: 1x(3x60') BM: 1x(3x60')	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mempelajari konsep Kinematika dan Rotasi Gerak Melingkar dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Kinematika dan Rotasi Gerak Melingkar • Mahasiswa membuat dan menyelesaikan persoalan Kinematika dan Rotasi Gerak Melingkar serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk test: Ujian Tengah Semester • Bentuk non-tes: Tugas 4 <p>Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan</p>	Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi	3%
6	Mampu menjelaskan konsep Fluida dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2,A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan	Fluida <ul style="list-style-type: none"> • Konsep Massa Jenis • Tekanan dalam Fluida • Prinsip Pascal • Prinsip Archimedes • Karakteristik Fluida Dinamis 	Bentuk: Kuliah Aktifitas di kelas Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD) Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor e-learning: http://e-learning.universitasbumigora.ac.id	TM: 1x(3x50') TT: 1x(3x60') BM: 1x(3x60')	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mempelajari konsep Fluida dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Fluida • Mahasiswa membuat dan menyelesaikan 	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk test: Ujian Tengah Semester • Bentuk non-tes: Tugas 5 	Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi	3%

	perhitungan Fluida sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4.A3]	<ul style="list-style-type: none"> • Kontinuitas • Persamaan Bernoulli 			persoalan Fluida serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 5)	Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan		
7	Mampu menjelaskan konsep Getaran dan Gelombang dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2.A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Getaran dan Gelombang sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4.A3]	Getaran dan Gelombang: <ul style="list-style-type: none"> • Besaran (frekuensi, simpangan, periode, amplitudo, energi total, panjang gelombang, kecepatan gelombang) terkait Getaran dan Gelombang • Getaran • Gerak Harmonik Sederhana • Tipe Gelombang • Gelombang Bunyi • Intensitas Bunyi • Efek Doppler 	Bentuk: Kuliah Aktivitas di kelas Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD) Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor e-learning: http://e-learning.universitasbungora.ac.id	TM: 1x(3x50') TT: 1x(3x60') BM: 1x(3x60')	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mempelajari konsep Getaran dan Gelombang dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Getaran dan Gelombang • Mahasiswa membuat dan menyelesaikan persoalan Getaran dan Gelombang serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 6) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk test: Ujian Tengah Semester • Bentuk non-test: Tugas 6 Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan	Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi	3%
8	Ujian Tengah Semester							23 %
9	Mampu menjelaskan konsep Suhu dan Kalor dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2.A3]; serta	Suhu dan Kalor: <ul style="list-style-type: none"> • Besaran (suhu, kalor, kalor jenis, konduktivitas) terkait Suhu dan Kalor 	Bentuk: Kuliah Aktivitas di kelas Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD) Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor	TM: 1x(3x50') TT: 1x(3x60')	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mempelajari konsep Suhu dan Kalor dan cara memecahkan masalah fisika 	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk test: Ujian Akhir Semester 	Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar	3%

	mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Suhu dan Kalor sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggung jawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4,A3]	<ul style="list-style-type: none"> ● Pemuaian ● Perubahan Fasa ● Perpindahan Kalor 	e-learning: http://e-learning.universitasmunigora.ac.id	BM: 1x(3x60')	<p>sederhana terkait Suhu dan Kalor</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mahasiswa membuat dan menyelesaikan persoalan Suhu dan Kalor serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 7) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Bentuk non-tes: Tugas 7 <p>Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan</p>	Sains dan Teknologi	
10	Mampu menjelaskan konsep Termodinamika dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2,A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Termodinamika sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggung jawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4,A3]	Termodinamika: <ul style="list-style-type: none"> ● Konsep Sistem Terbuka, Sistem Tertutup, Sistem Terisolasi dan Sifat Pembatas ● Hukum-hukum Termodinamik ● Proses dalam termodinamika ● Mesin Kalor dan Carnot ● Mesin Pendingin 	<p>Bentuk: Kuliah</p> <p>Aktivitas di kelas</p> <p>Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD)</p> <p>Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor</p> <p>e-learning: http://e-learning.universitasmunigora.ac.id</p>	<p>TM: 1x(3x50')</p> <p>TT: 1x(3x60')</p> <p>BM: 1x(3x60')</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Mahasiswa mempelajari konsep Termodinamika dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Termodinamika ● Mahasiswa membuat dan menyelesaikan persoalan Termodinamika serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 8) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Bentuk test: Ujian Akhir Semester ● Bentuk non-tes: Tugas 8 <p>Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan</p>	Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi	3%

11	Mampu menjelaskan konsep Listrik Statis dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2,A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Listrik Statis sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4,A3]	<p>Listrik Statis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muatan Listrik • Hukum Coulomb • Gaya dan Medan Listrik Segaris • Energi Potensial Elektrostatik • Potensial Listrik • Kapasitor Keping Sejajar 	<p>Bentuk: Kuliah</p> <p>Aktivitas di kelas</p> <p>Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD)</p> <p>Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor</p> <p>e-learning: http://e-learning.universitasbumigora.ac.id</p>	<p>TM: 1x(3x50')</p> <p>TT: 1x(3x60')</p> <p>BM: 1x(3x60')</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mempelajari konsep Listrik Statis dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Listrik Statis • Mahasiswa membuat dan menyelesaikan persoalan Listrik Statis serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 9) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk test: Ujian Akhir Semester • Bentuk non-tes: Tugas 9 <p>Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan</p>	Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi	3%
12	Mampu menjelaskan konsep Listrik Dinamis dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2,A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Listrik Dinamis sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab	<p>Listrik Dinamis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Listrik dinamis • Sumber tegangan listrik • Kuat arus listrik • Hambatan Listrik dan Hukum Ohm • Hukum Kirchhoff 	<p>Bentuk: Kuliah</p> <p>Aktivitas di kelas</p> <p>Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD)</p> <p>Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor</p> <p>e-learning: http://e-learning.universitasbumigora.ac.id</p>	<p>TM: 1x(3x50')</p> <p>TT: 1x(3x60')</p> <p>BM: 1x(3x60')</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mempelajari konsep Listrik Dinamis dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Listrik Dinamis • Mahasiswa membuat dan menyelesaikan persoalan Listrik Dinamis serta membuat video pendek mengenai konsep dan 	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk test: Ujian Akhir Semester • Bentuk non-tes: Tugas 10 <p>Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan</p>	Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi	3%

	dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4.A3]				langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 10)			
13	Mampu menjelaskan konsep Kemagnetan dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2.A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Kemagnetan sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4.A3]	Kemagnetan: <ul style="list-style-type: none"> ● Gejala Kemagnetan ● Medan Magnet ● Medan Magnet Pada Kawat Lurus ● Medan Magnet Pada Kawat Berarus ● Medan Magnet Pada Kawat Berarus ● Gaya Lorentz 	Bentuk: Kuliah Aktivitas di kelas Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD) Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor e-learning: http://e-learning.universitasbumigora.ac.id	TM: 1x(3x50*) TT: 1x(3x60*) BM: 1x(3x60*)	<ul style="list-style-type: none"> ● Mahasiswa mempelajari konsep Kemagnetan dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Kemagnetan ● Mahasiswa membuat dan menyelesaikan persoalan Kemagnetan serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 11) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Bentuk test: Ujian Akhir Semester ● Bentuk non-tes: Tugas 11 Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan	Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi	4%
14	Mampu menjelaskan konsep Cahaya dan Optik dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2.A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk	Cahaya dan Optik: <ul style="list-style-type: none"> ● Definisi Cahaya ● Sifat-sifat Cahaya ● Pembiasan ● Optik ● Cermin Datar ● Cermin cekung ● Cermin cembung 	Bentuk: Kuliah Aktivitas di kelas Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD) Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor e-learning: http://e-learning.universitasbumigora.ac.id	TM: 1x(3x50*) TT: 1x(3x60*) BM: 1x(3x60*)	<ul style="list-style-type: none"> ● Mahasiswa mempelajari konsep Cahaya dan Optik dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Cahaya dan Optik ● Mahasiswa membuat dan 	<ul style="list-style-type: none"> ● Bentuk test: Ujian Akhir Semester ● Bentuk non-tes: Tugas 12 	Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi	4%

	<p>menyelesaikan perhitungan Cahaya dan Optik sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4,A3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Alat optic 			<p>menyelesaikan persoalan Cahaya dan Optik serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 12)</p>	<p>Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan</p>		
15	<p>Mampu menjelaskan konsep Fisika Modern dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan [C2,A3]; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Fisika Modern sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur [C4,A3]</p>	<p>Fisika Modern:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fisika modern ● Postulat Relativitas Khusus ● Relativitas kecepatan ● Relativitas panjang ● Relativitas massa ● Relativitas waktu (dilatasi) ● Kesetaraan massa dan energi ● Momentum relativistik 	<p>Bentuk: Kuliah Aktivitas di kelas Metode: Diskusi model kooperatif (tipe STAD) Media: Komputer, papan tulis dan LCD proyektor</p> <p>e-learning: http://e-Learning.universitasbumigora.ac.id</p>	<p>TM: 1x(3x50')</p> <p>TT: 1x(3x60')</p> <p>BM: 1x(3x60')</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Mahasiswa mempelajari konsep Fisika Modern dan cara memecahkan masalah fisika sederhana terkait Fisika Modern ● Mahasiswa membuat dan menyelesaikan persoalan Fisika Modern serta membuat video pendek mengenai konsep dan langkah pengerjaan soal tersebut (Tugas 13) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Bentuk test: Ujian Akhir Semester ● Bentuk non-tes: Tugas 13 <p>Kriteria: Penguasaan konsep dan perhitungan</p>	<p>Ketepatan dalam menjelaskan konsep dan menggunakannya sebagai dasar penyelesaian masalah Pengantar Sains dan Teknologi</p>	4%
16	Ujian Akhir Semester							30 %

BAB I

BESARAN, DIMENSI, SATUAN DAN KONVERSI

Setelah menempuh materi ini mahasiswa mampu mengidentifikasi besaran pokok dan besaran turunan serta mampu mengkonversi satuan.

A. Besaran

Fisika adalah cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari fenomena alam melalui pengamatan, eksperimen, dan analisis matematis (Puspitasari, 2019). Dalam fisika, terdapat berbagai besaran yang digunakan untuk menggambarkan dan mengukur fenomena alam. Besaran ini dapat dibagi menjadi dua kategori utama: besaran pokok dan besaran turunan (Widiyatun et al., 2020).

Besaran Pokok

Besaran pokok dalam fisika adalah besaran dasar yang tidak dapat diuraikan lebih lanjut menjadi besaran lain. Besaran pokok digunakan sebagai dasar untuk menyatakan besaran lainnya dalam fisika. Ada tujuh besaran pokok dalam sistem pengukuran internasional (SI), yaitu:

1. Panjang (Meter)

Panjang adalah jarak antara dua titik dalam ruang. Satuan dasar untuk panjang adalah meter (m).

2. Massa (Kilogram)

Massa adalah kuantitas materi dalam sebuah benda. Satuan dasar untuk massa adalah kilogram (kg).

3. Waktu (Detik)

Waktu adalah durasi atau interval antara dua peristiwa. Satuan dasar untuk waktu adalah detik (s).

4. Arus Listrik (Ampere)

Arus listrik adalah jumlah muatan yang melewati suatu area dalam waktu tertentu. Satuan dasar untuk arus listrik adalah ampere (A).

5. Suhu (Kelvin)

Suhu adalah ukuran intensitas panas atau dingin suatu benda. Satuan dasar untuk suhu adalah kelvin (K).

6. Jumlah Zat (Mol)

Jumlah zat adalah kuantitas materi dalam suatu benda. Satuan dasar untuk jumlah zat adalah mol (mol).

7. Intensitas Cahaya (Kandela)

Intensitas cahaya adalah jumlah cahaya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya. Satuan dasar untuk intensitas cahaya adalah kandela (cd).

Besara Turunan

Besaran turunan(Andari, 2022) adalah besaran yang dihasilkan dari kombinasi besaran pokok melalui operasi matematika atau konsep fisika lainnya. Besaran turunan digunakan untuk menggambarkan hubungan dan fenomena yang lebih kompleks daripada besaran pokok(Novelda, 2022). Beberapa contoh besaran turunan dalam fisika adalah:

1. Kecepatan: pergeseran yang dilakukan persatuan waktu satuan : meter per sekon (ms^{-1})
2. Percepatan: perubahan kecepatan per satuan waktu satuan : meter per sekon kuadrat (ms^{-2})
3. Gaya: massa kali percepatan satuan : newton (N) = kg m s^{-2}

B. Pengukuran

Pengukuran pada dasarnya merupakan kegiatan penentuan angka bagi suatu objek secara sistematis. Pengukuran memegang peranan penting, baik untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi maupun untuk penyajian informasi (Nasution, 2019).

Pengukuran adalah suatu proses pemberian angka kepada suatu atribut atau karakteristik tertentu yang dimiliki oleh orang, hal atau objek tertentu menurut aturan atau formulasi yang jelas (Nadori & Hoyi, 2020).

Pengukuran besaran pokok dan besaran turunan dilakukan dengan menggunakan alat-alat ukur yang sesuai dan akurat. Setiap besaran memiliki satuan pengukuran yang telah ditetapkan dalam sistem SI untuk memastikan konsistensi dan keseragaman dalam komunikasi ilmiah.

Misalnya, untuk mengukur panjang, digunakan alat seperti penggaris atau mistar yang diukur dalam satuan meter (m). Massa diukur menggunakan timbangan yang diukur dalam satuan kilogram (kg), dan waktu diukur dengan menggunakan jam atau alat waktu lainnya dalam satuan detik (s).

Besaran turunan diukur dengan menggunakan persamaan matematis yang menggabungkan besaran pokok. Misalnya, kecepatan diukur dengan membagi perubahan panjang (jarak) dengan perubahan waktu, dan hasilnya dinyatakan dalam satuan meter per detik (m/s). Gaya dapat diukur dengan menggunakan peralatan seperti dinamometer dalam satuan Newton (N).

Pengukuran besaran dalam fisika sangat penting untuk memahami fenomena alam dan menjelaskan hubungan antara berbagai aspek alam semesta. Keakuratan pengukuran sangat penting untuk memperoleh hasil yang dapat diandalkan dan digunakan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi modern.

C. Dimensi

Dimensi suatu besaran menunjukkan cara besaran tersebut tersusun dari besaran-besaran pokoknya. Pada sistem Satuan Internasional (SI), **ada tujuh besaran pokok yang berdimensi**, sedangkan dua besaran pokok tambahan tidak berdimensi.

NO	Besaran Pokok	Satuan	Singkatan	Dimensi
1	Panjang	Meter	m	L
2	Massa	Kilogram	kg	M
3	Waktu	Sekon	s	T
4	Arus Listrik	Ampere	A	I
5	Suhu	Kelvin	K	θ
6	Intensitas Cahaya	Candela	cd	j
7	Jumlah Zat	Mole	mol	N

Contoh:

$$\text{Luas (L)} = \text{panjang} \times \text{lebar} = [L] \times [L] = [L]^2$$

$$\text{Volume (V)} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} = [L] \times [L] \times [L] = [L]^3$$

D. Konversi

Konversi satuan secara umum berarti mengubah nilai suatu sistem satuan ke nilai satuan lain. Konversi satuan umumnya tidak pernah mengubah nilai dari suatu besaran. Konversi satuan dapat dilakukan dalam sistem satuan yang sama maupun dalam sistem satuan yang berbeda.

Konversi satuan dalam sistem yang sama misalnya kita ingin mengubah salah satu satuan dalam sistem internasional ke satuan lain dalam sistem yang sama. Dalam konversi ini perubahan satuan dapat menggunakan faktor konversi atau dengan bantuan tangga konversi.

Konversi satuan dalam sistem satuan yang berbeda maksudnya kita akan mengubah atau mengonversi nilai dari suatu sistem satuan tertentu ke sistem satuan yang lain. Misalnya dari sistem Inggris ke Sistem Satuan Internasional atau sebaliknya. Perubahan satuan seperti ini dapat dilakukan dengan menggunakan faktor konversi satuan.

Misalkan anda ingin menghitung jarak yang di tempuh oleh sebuah mobil yang bergerak dengan laju konstan 80 kilometer per jam (km/j) setelah 3 jam (j). Jarak adalah hasil kali antara laju v dan waktu t :

$$\begin{aligned} X &= vt \\ &= 80 \text{ Km/j} \cdot 3j \\ &= 240 \text{ Km} \end{aligned}$$

Cara melakukan satuan semacam ini mempermudah kita untuk melakukan konversi dari satu satuan ke satuan lainnya. Misalnya kita ingin mengubah jawaban kita dari 240 km menjadi mil (mi). Kita gunakan hubungan antara km dan mil:

$$1 \text{ mi} = 1,61 \text{ km}$$

Jika kita bagi kedua ruas persamaan ini dengan 1,61 km, kita peroleh:

$$\frac{1 \text{ mi}}{1,61 \text{ km}} = 1$$

Karena setiap besaran dapat di kalikan dengan 1 tanpa mengubah nilainya, sekarang kita dapat mengubah 240 km ke mil dengan mengalikannya dengan faktor $(1 \text{ mi})/(1,61 \text{ km})$

$$240 \text{ km} = 240 \text{ km} \times \frac{1 \text{ mi}}{1,61 \text{ km}} = 149 \text{ km}$$

Faktor $(1 \text{ mi})/(1,61 \text{ km})$ disebut faktor konversi

E. Notasi Ilmiah

Perhitungan biangan-bilangan yang sangat besar atau sangat kecil dapat disederhanakan dengan menggunakan notasi ilmiah. Dalam notasi ini, suatu bilangan ditulis sebagai hasil kali suatu bilangan antara 1 dan 10 dengan pangkat dari bilangan 10, seperti $10^2 (=100)$ atau $10^3 (=1000)$. Sebagai contoh bilangan 12.000.000 dapat ditulis $1,2 \times 10^7$; jarak dari bumi ke matahari kira-kira 150.000.000.000 ditulis $1,5 \times 10^{11}$. Bilangan 11 pada 10^{11} dinamakan **eksponen**.

Untuk bilangan-bilangan yang lebih kecil dari 1, eksponennya adalah negatif. Sebagai contoh $0,1 = 10^{-1}$ dan $0,0001 = 10^{-4}$. Diameter sebuah virus yaitu $0,00000001$ m dapat ditulis sebagai 1×10^{-8} .

Dalam perkalian eksponen, dijumlahkan; dalam pembagian dikurangkan.

Contoh:

$$10^2 \times 10^3 = 100 \times 1000 = 100.000 = 10^5$$

Demikian juga:

$$\frac{10^2}{10^3} = \frac{100}{1000} = 10^{2-3} = 10^{-1}$$

Latihan Soal

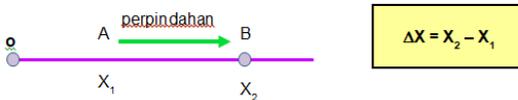
1. Konversikan satuan dibawah ini
 - a. $2,5 \text{ km} + 5 \text{ dag} = \dots \text{ m}$
 - b. $300 \text{ mg} + 700 \text{ mg} = \dots \text{ g}$
2. Tentukan dimensi dan satuannya dalam SI untuk besaran turunan berikut :
 - a. Gaya
 - b. Berat Jenis
3. Berapakah nilai ekuivalen 90 km/jam dalam meter per sekon dan dalam mil per jam?
4. Berapakah 65 mi/j dinyatakan dalam meter per sekon?

BAB II KINEMATIKA

Setelah menempuh materi ini mahasiswa mampu menjelaskan konsep **Kinematika** dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan **Kinematika** sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggung jawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur

A. Perpindahan

Perubahan kedudukan benda dalam selang waktu tertentu (tergantung sistem koordinat)(Sene, 2016).



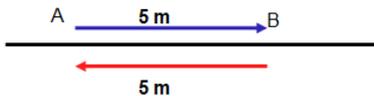
Catatan :

Jarak Skalar

Panjang lintasan sesungguhnya yang ditempuh oleh benda

Contoh:

Benda bergerak dari A ke B (5 m) dan kembali lagi ke A



Perpindahan (ΔX) = 0

Jarak = 5 m + 5 m = 10 m

B. Kelajuan dan Kecepatan

Kelajuan (*Speed*)

Kelajuan berkaitan dengan panjang lintasan (*distance*) yang ditempuh dalam interval waktu tertentu, tanpa memperhatikan arah geraknya.

Kecepatan (*Velocity*)

Kecepatan berkaitan dengan **perpindahan posisi** (*displacement*) yang ditempuh dalam interval waktu tertentu **dengan memperhatikan arah geraknya**.

Kelajuan (*Speed*)

$$\bar{v} = \frac{\Sigma s}{\Sigma t}$$

Keterangan V=velocity/kecepatan
S=spacing/jarak
T=time



Kecepatan (*Velocity*)

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Keterangan:

\bar{v} = Kecepatan rata-rata (m/s)

Δx = Perpindahan (m)

Δt = Waktu tempuh (s)



Contoh:

1. Seorang atlet berlari mengelilingi lintasan sepanjang 1,5 km dalam waktu 5 menit. Berapakah kelajuan dan kecepatan rata-ratanya?

Penyelesaian

Konversi satuan: 1,5 km = 1,5 x 1000 m = 1500 m;

5 menit = 5 x 60 s = 300 s

Kelajuan rata-rata

$(\bar{v}) = \Sigma s / \Sigma t = 1500 \text{ m} / 300 \text{ s} = 5 \text{ m/s}$

Kecepatan rata-rata $(\bar{v}) = 0 \text{ km/jam} = 0 \text{ m/s}$

“mengelilingi” => atlet tersebut kembali ke posisi awal (tidak terjadi perpindahan)

2. Pada lintasan lurus, Putri berlari sejauh 100 m dalam waktu 10 s, kemudian berbalik arah ke titik awalnya dan lari 50 m dalam

20 detik. Berapa kelajuan dan kelajuan rata-ratanya? Apakah nilai-nilai mereka sama?

Penyelesaian

$$\text{Kecepatan Rata-rata } \bar{v} = \frac{S_1+S_2}{t_1+t_2} = \frac{50 \text{ m}+100 \text{ m}}{10 \text{ s}+20 \text{ s}} = \frac{150 \text{ m}}{30 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$$

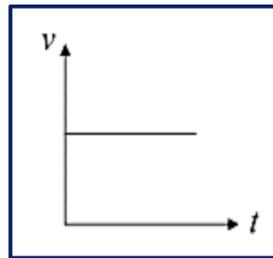
$$\text{Kelajuan Rata-rata } \bar{v} = \frac{x_2-x_1}{t_2-t_1} = \frac{100 \text{ m}-50 \text{ m}}{20 \text{ s}-10 \text{ s}} = \frac{50 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$$

Yes, nilai mereka sama

C. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Sebuah benda melakukan gerak lurus beraturan (GLB) jika ia bergerak dalam lintasan lurus dengan kecepatan konstan.

$$x_t = x_o + vt$$



Keterangan:

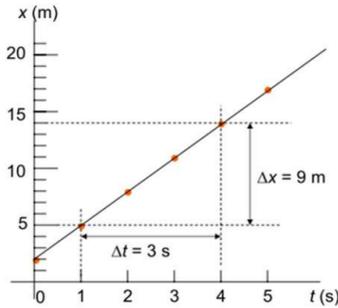
x_t = posisi pada saat t (m) [BERUBAH TERGANTUNG WAKTU]

x_o = posisi awal (m) [TIDAK BERUBAH]

v = kecepatan (m/s) [TIDAK BERUBAH BESAR MAUPUN ARAHNYA]

t = waktu (s) [BERUBAH]

Kurva posisi terhadap waktu untuk GLB



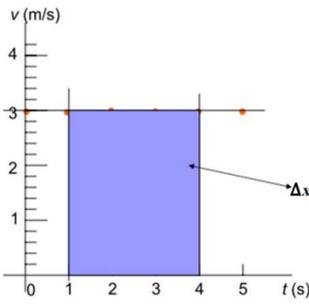
$v =$ kemiringan kurva x vs $t =$ bernilai tetap

t (s)	0	1	2	3	4	5
x (m)	2	5	8	11	14	17

Misal, tinjau gerak dari $t = 2$ sampai $t = 5$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_5 - x_2}{t_5 - t_2} = \frac{17 \text{ m} - 8 \text{ m}}{5 \text{ s} - 2 \text{ s}} = \frac{9 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}$$

Kurva kecepatan terhadap waktu untuk GLB



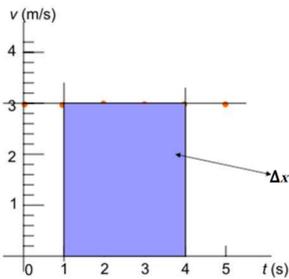
perpindahan = "luas bagian di bawah kurva v vs t "

t (s)	0	1	2	3	4	5
v (m/s)	3	3	3	3	3	3

Misal, tinjau gerak dari $t = 1$ sampai $t = 4$

$$\begin{aligned} \text{Perpindahan } (\Delta x) &= x_4 - x_1 \\ &= \text{"luas bagian di bawah kurva } v \text{ vs } t\text{"} \\ &= 3 \text{ m/s} \times 3 \text{ s} \\ &= 9 \text{ m} \end{aligned}$$

Rangkaian beberapa GLB



perpindahan = "luas bagian di bawah kurva v vs t "

t (s)	0	1	2	3	4	5
v (m/s)	3	3	3	3	3	3

Misal, tinjau gerak dari $t = 1$ sampai $t = 4$

$$\begin{aligned} \text{Perpindahan } (\Delta x) &= x_4 - x_1 \\ &= \text{"luas bagian di bawah kurva } v \text{ vs } t\text{"} \\ &= 3 \text{ m/s} \times 3 \text{ s} \\ &= 9 \text{ m} \end{aligned}$$

D. Percepatan (a)

percepatan atau akselerasi adalah perubahan kecepatan dalam satuan waktu tertentu. Akselerasi sebuah objek disebabkan karena gaya yang bekerja pada objek tersebut, seperti yang dijelaskan

dalam Hukum kedua Newton. Satuan SI untuk akselerasi adalah meter per sekon kuadrat (m s^{-2}). Percepatan adalah besaran vektor, sehingga percepatan memiliki besaran dan arah. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

Keterangan:

\bar{a} = acceleration/Percepatan rata-rata (m/s^2)

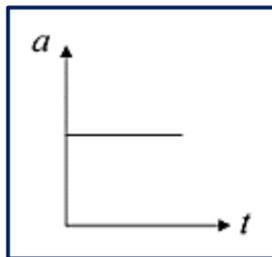
Δv = Kecepatan (m/s)

Δt = Waktu tempuh (s)

E. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah gerak benda dalam lintasan garis lurus dengan percepatan tetap. Jadi, ciri utama GLBB adalah bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lama semakin cepat.

$$v_t = v_o + at$$



Keterangan:

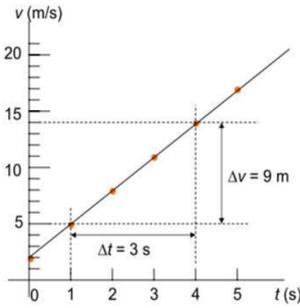
v_t = kecepatan pada saat t (m/s) [BERUBAH TERGANTUNG WAKTU]

v_o = kecepatan awal (m/s) [TIDAK BERUBAH]

a = percepatan (m/s^2) [TIDAK BERUBAH BESAR MAUPUN ARAHNYA]

t = waktu (s) [BERUBAH]

Kurva kecepatan terhadap waktu untuk GLBB



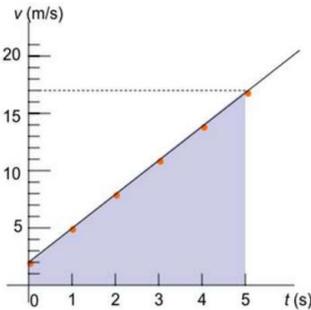
↓
Percepatan (a) = kemiringan kurva v vs t = bernilai tetap

t (s)	0	1	2	3	4	5
v (m/s)	2	5	8	11	14	17

Misal, tinjau gerak dari $t = 2$ sampai $t = 5$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_5 - v_2}{t_5 - t_2} = \frac{17 \text{ m/s} - 8 \text{ m/s}}{5 \text{ s} - 2 \text{ s}} = \frac{9 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}^2$$

Kurva kecepatan terhadap waktu untuk GLBB



↓
Perpindahan = "luas bagian di bawah kurva v vs t "

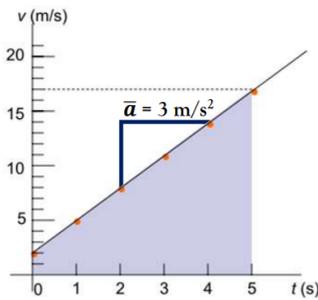
t (s)	0	1	2	3	4	5
v (m/s)	2	5	8	11	14	17

Misal, tinjau gerak dari $t = 0$ sampai $t = 5$

Perpindahan (Δx)

- = $x_5 - x_0$
- = "luas bagian di bawah kurva v vs t "
- = $\frac{1}{2} \times 5 \text{ s} \times (2 \text{ m/s} + 17 \text{ m/s})$
- = 47,5 m

Kurva kecepatan terhadap waktu untuk GLBB



$$\begin{aligned} \Delta x &= \Delta v^2 / 2a \\ &= v_o t + \frac{1}{2} (at^2) \\ &= v_t t - \frac{1}{2} (at^2) \end{aligned}$$

Perpindahan (Δx)

- = $v_o t + \frac{1}{2} (at^2)$
- = $(2 \text{ m/s})(5 \text{ s}) + \frac{1}{2} (3 \text{ m/s}^2)(5 \text{ s})^2$
- = $10 \text{ m} + 37,5 \text{ m}$
- = 47,5 m

Contoh

Dua mobil berangkat dari Praya, satu menuju Mataram (Gerakan A) dan satu lagi menuju Selong (Mobil B). Asumsikan jalur yang mereka lalui adalah jalan bebas hambatan. Setiap mobil bergerak dengan kecepatan 15 m/s. Setelah 10 menit, kecepatan Mobil A menjadi 16 m/s dan kecepatan Mobil B menjadi 20 m/s. Mereka bepergian dengan kecepatan masing-masing hingga berhenti di tempat tujuan. Total jarak yang ditempuh Mobil A dan Jarak mobil B berturut-turut adalah 25 km dan 34 km. (a) Berapa jarak yang mereka tempuh setelahnya mempercepat? (b) Berapa jam total waktu tempuh untuk setiap mobil? (c) Mereka berdua pindah gerak yang dipercepat beraturan, apakah percepatannya sama?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$\Delta v_1 \text{ A and B} = 15 \text{ m/s};$$

$$\Delta v_2 \text{ A} = 20 \text{ m/s};$$

$$\Delta v_2 \text{ B} = 25 \text{ m/s}$$

$$\Delta t_1 = 10 \text{ minutes} = 600 \text{ s};$$

$$\Sigma x \text{ A} = 25 \text{ km} = 25000 \text{ m};$$

$$\Sigma x \text{ B} = 34 \text{ km} = 34000 \text{ m}$$

(a) $\Delta x_1 = \Delta v_1 \times \Delta t_1 = 15 \text{ m/s} \times 600 \text{ s} = 9000 \text{ m}$

$$\Delta x_2 \text{ for Car A} = 25000 \text{ m} - 9000 \text{ m} = 16000 \text{ m}$$

$$\Delta x_2 \text{ for Car B} = 34000 \text{ m} - 9000 \text{ m} = 25000 \text{ m}$$

(b) $\Sigma t \text{ for Car A} = \frac{\Delta x_1}{\Delta v_1} + \frac{\Delta x_2}{\Delta v_2} = \frac{9000 \text{ m}}{15 \text{ m/s}} + \frac{16000 \text{ m}}{20 \text{ m/s}}$
 $= 600 \text{ s} + 800 \text{ s}$

$$= 1400 \text{ s} \approx 0,39 \text{ Jam} \quad \Sigma t \text{ for Car B} = \frac{\Delta x_1}{\Delta v_1} + \frac{\Delta x_2}{\Delta v_2} = \frac{9000 \text{ m}}{15 \text{ m/s}} +$$

$$\frac{25000 \text{ m}}{25 \text{ m/s}}$$

$$= 600 \text{ s} + 1000 \text{ s}$$

$$= 1600 \text{ s} \approx 0,44 \text{ Jam}$$

$$(c) \text{ a for Car A} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 \text{ m/s}}{1400 \text{ s}} = 0.014286 \text{ m/s}^2$$

$$= 1,43 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$$

$$\text{a for Car B} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{25 \text{ m/s}}{1600 \text{ s}} = 0.015625 \text{ m/s}^2$$

$$= 1,56 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$$

Latihan Sola

1. Pada lintasan lurus, Putra berlari sejauh 500 m dalam waktu 40 s, kemudian berbalik arah ke titik awalnya dan lari 300 m dalam waktu 80 detik. Berapakah kelajuan dan kelajuan rata-ratanya? Apakah nilai-nilai mereka sama?
2. Dua mobil berangkat dari Praya, satu menuju Mataram (Gerakan A) dan satu lagi menuju Selong (Mobil B). Asumsikan jalur yang mereka lalui adalah jalan bebas hambatan. Setiap mobil bergerak dengan kecepatan 20 m/s. Setelah 15 menit, kecepatan Mobil A menjadi 20 m/s dan kecepatan Mobil B menjadi 25 m/s. Mereka bepergian dengan kecepatan masing-masing hingga berhenti di tempat tujuan. Total jarak yang ditempuh Mobil A dan Jarak mobil B berturut-turut adalah 30 km dan 40 km.
 - a. Berapa jarak yang mereka tempuh setelahnya mempercepat?
 - b. Berapa jam total waktu tempuh untuk setiap mobil?
 - c. Mereka berdua pindah gerak yang dipercepat beraturan, apakah percepatannya sama?

BAB III DINAMIKA

Setelah menempuh materi ini mahasiswa mampu menjelaskan konsep **Dinamika** dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan **Dinamika** sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur.

Dinamika adalah cabang dari ilmu fisika yang mempelajari gaya dan torsi dan efeknya pada gerak. Dinamika Mempelajari kaitan antara gerak suatu benda dengan penyebabnya.

A. Hukum I Newton

$$\Sigma F = 0 \rightarrow \bar{v} = \text{konstan}$$


Jika resultan gaya suatu benda = 0, maka:

- Benda yang awalnya diam akan tetap diam
- Benda yang awalnya bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan konstan

Kelembaman (Inertia)

Benda cenderung mempertahankan keadaan awalnya dan malas untuk berubah



mobil semula diam



mobil tiba-tiba bergerak

Gaya (Force)

Gaya muncul sebagai interaksi dari 2 benda atau sistem. Pada suatu benda bisa bekerja beberapa gaya sekaligus. Gaya – gaya ini muncul karena adanya interaksi benda tersebut dengan lingkungannya. Jika benda dalam keadaan setimbang, resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut adalah nol.

$$[F] = N$$

Force



Berat

Berat = Gaya Gravitasi (Weight = Gravitational Force)
 = hasil dari gaya tarik bumi terhadap benda-benda di sekitar permukaan bumi.

$$w = mg$$

$$[w] = \text{kg.m/s}^2 = \text{N}$$

Keterangan:

w = berat benda ($\text{kg.m/s}^2 = \text{N}$)

m = mass/massa benda (kg)

g = gravitasi (m/s^2)

Massa selalu konstan

$$w = m \cdot g$$

Gaya gravitasi di dekat permukaan bumi selalu konstan



$$g = 9,80 \text{ m/s}^2$$

Gravitasi pada Planet

Merkurius



0,38 Bumi
3,72 m/s²

Venus



0,91 Bumi
8,92 m/s²

Bumi



9,80 m/s²

Mars



0,38 Bumi
3,72 m/s²

Jupiter



2,37 Bumi
23,23 m/s²

Saturnus



0,92 Bumi
9,02 m/s²

Uranus



0,89 Bumi
8,72 m/s²

Neptunus



1,13 Bumi
11,07 m/s²

Bulan



½ Bumi
4,90 m/s²



Contoh Soal

Berat seorang astronaut di bumi adalah 637 N. (a) Berapakah massa astronaut di bumi? (b) Berapakah massa astronaut di bulan? (c) Berapakah berat astronaut jika gravitasi bulan adalah $\frac{1}{2}$ kali gravitasi bumi ($g_{\text{bumi}} = 9,8 \text{ m/s}^2$)?

Penyelesaian

Diketahui: $w_{\text{bumi}} = 637 \text{ N}$; $g_{\text{bumi}} = 9,8 \text{ m/s}^2$ $g_{\text{bulan}} = \frac{1}{2} g_{\text{bumi}} = 4,9 \text{ m/s}^2$

$$(a) m_{\text{bumi}} = \frac{w_{\text{bumi}}}{g_{\text{bumi}}} = \frac{637 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = 65 \text{ kg}$$

(b) Massa selalu bernilai konstan, sehingga $m_{\text{bumi}} = m_{\text{bulan}} = 65 \text{ kg}$

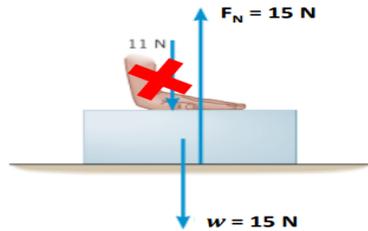
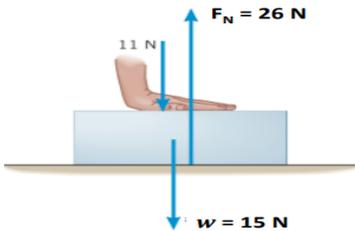
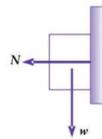
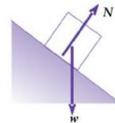
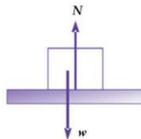
$$(c) w_{\text{bulan}} = m_{\text{bulan}} \times g_{\text{bulan}} = 65 \text{ kg} \times 4,9 \text{ m/s}^2 = 318,50 \text{ N}$$



Gaya Normal (*Normal Force*)

Bekerja pada dua permukaan yang bersentuhan. Arahnya tegak lurus permukaan (arah normal). Fungsinya (jika benda dalam keadaan seimbang) menyeimbangkan gaya pada arah tegak lurus permukaan.

$$[N] = N$$



$$\Sigma F = 0$$

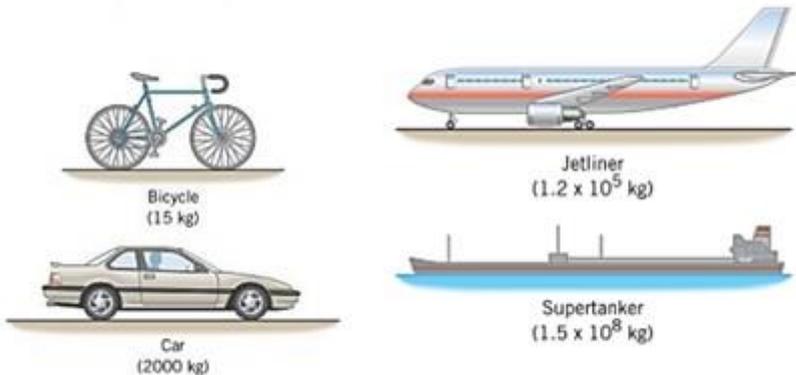
B. Hukum II Newton

$$\Sigma F \neq 0 \rightarrow a = \frac{\Sigma F}{m}$$



Jika resultan gaya suatu benda $\neq 0$, maka:

- ✓ Benda yang awalnya diam akan bergerak
- ✓ Benda yang awalnya bergerak akan mengalami perubahan kecepatan
- ✓ Massa yang lebih besar akan lebih susah berubah kecepatannya



Contoh Soal

Mesin sebuah mobil balap dapat menghasilkan 10000 N. Jika massa mobil balap dan pengendaranya adalah 900 Kg dan hambatan angin adalah 1000 N. Berapa percepatan mobil balap tersebut?

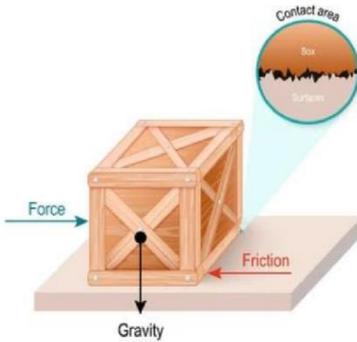
Penyelesaian

$$\text{Percepatan (a)} = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{(10000 - 1000) \text{ N}}{900 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ Kg.m/s}^2}{1 \text{ N}} = 10 \text{ m/s}^2$$

Gaya Gesek (*Friction Force*)

- ✓ Gaya gesek muncul jika ada 2 permukaan benda yang bersentuhan secara langsung.

- ✓ Arah gaya gesek berkebalikan dari kecenderungan arah gerak benda
- ✓ Ada 2 keadaan, yaitu diam (statik) dan bergerak (kinetik)



Gesekan Statis

Terjadi saat benda tetap diam walaupun diberi gaya dari luar.

$$F = F_s \quad , \quad F_s = \mu_s N$$



Gesekan Kinetik

Terjadi saat benda sedang bergerak.

$$F_k = \mu_k N$$



Contoh Soal

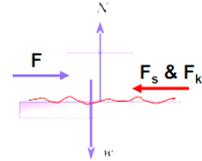
Sekarung beras bermassa 100 kg diam di atas lantai datar. Koefisien gesek statis = 0,4 dan koefisien gesek kinetik = 0,3.

Tentukan gaya gesek yang bekerja pada karung jika gaya luar F diberikan dalam arah horizontal sebesar (a) 300 N atau (b) 400 N.

Diketahui:

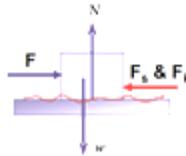
$$m = 100 \text{ kg}; \quad \mu_s = 0,4; \quad \mu_k = 0,3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 \quad F_A = 300 \text{ N}; \quad F_B = 400 \text{ N}$$



Penyelesaian

- $N = w = m \cdot g = 100 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 980 \text{ kg.m/s}^2$
- Gaya gesek saat benda diam $= F_s = \mu_s N = 0,4 \times 980 \text{ kg.m/s}^2 = 392 \text{ N}$
- $F_A = 300 \text{ N}$, maka $F_A < F_s$, sehingga benda tetap diam \Rightarrow gesekan statis
- $F_B = 400 \text{ N}$, maka $F_B > F_s$, sehingga benda akan bergerak \Rightarrow gesekan kinetis
- Gaya gesek saat benda bergerak $= F_k = \mu_k N = 0,3 \times 980 \text{ kg.m/s}^2 = 294 \text{ N}$



C. Hukum III Newton

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

Jika sebuah benda A memberikan gaya pada benda B, maka pada saat yang sama benda B juga memberikan gaya pada benda A dengan gaya yang sama besar tapi berlawanan arah.

Latihan soal

1. Mesin sebuah mobil balap dapat menghasilkan 15000 N. Jika massa mobil balap dan pengendaranya adalah 1000 Kg dan hambatan angin adalah 1000 N. Berapa percepatan mobil balap tersebut?
2. Sekarung beras bermassa 150 kg diam di atas lantai datar. Koefisien gesek statis = 0,5 dan koefisien gesek kinetis = 0,4. Tentukan gaya gesek yang bekerja pada karung jika gaya luar F diberikan dalam arah horizontal sebesar (a) 200 N atau (b) 500 N.

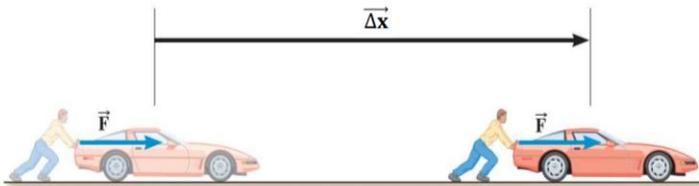
BAB IV ENERGI DAN MOMENTUM

Setelah menempuh materi ini mahasiswa mampu menjelaskan konsep Energi dan Momentum dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Energi dan Momentum sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur

A. Usaha

Komponen yang harus ada dalam usaha:

- ✓ Ada pelaku yang memberikan gaya pada benda
- ✓ Ada perpindahan benda



$$W = F \cdot \Delta x$$

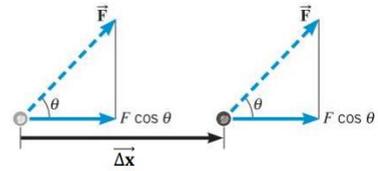
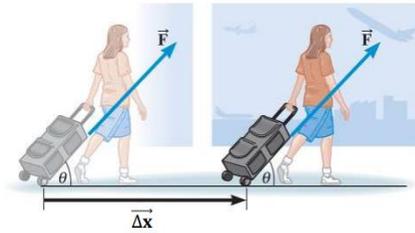
Keterangan:

W = usaha ($\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2 = \text{Nm} = \text{J}$)

F = gaya ($\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 = \text{N}$)

Δx = perpindahan (m)

Dalam fisika, seseorang dikatakan melakukan usaha (kerja) jika ia memberi gaya F pada sebuah benda sehingga benda tersebut berpindah posisi sejauh s . Pada saat itu benda dikatakan mendapat usaha.



$$W = F \cdot \cos\theta \cdot \Delta x$$

Keterangan:

W = usaha (J)

F = gaya (N)

Δx = perpindahan (m)

θ = sudut ($^{\circ}$)

Contoh Soal

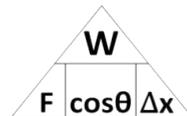
Putri menarik koper dengan usaha sebesar 1775 J sejauh 50 m. Jika sudut gaya adalah 45° , berapa besar gaya yang diberikan oleh Putri terhadap koper?

Penyelesaian:

Diketahui: $W = 1775 \text{ J}$; $\Delta x = 50 \text{ m}$; $\theta = 45^{\circ}$

Ditanya: $F = \dots?$

Jawab:



$$F = \frac{W}{\cos\theta \times \Delta x} = \frac{1775 \text{ J}}{\cos 45^{\circ} \times 50 \text{ m}} = \frac{1775 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2}{0,71 \times 50 \text{ m}} = 50 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2 = 50 \text{ N}$$

B. Energi

Energi adalah suatu besaran yang menunjukkan kemampuan untuk melakukan usaha (Sene, 2016).



Radiant



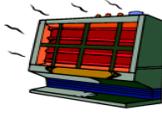
Elcktrical



Chemical



Sound



Thermal



Nuclear



Mechanical



Magnetic

Gambar jenis-jenis Energi

1. Energi Kinetik

Energi Kinetik adalah energi yang terkandung dalam objek yang bergerak(Jufrida et al., 2018).

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

2. Energy Potensial

Energi Potensial adalah energi yang terkandung dalam suatu sistem/benda karena konfigurasi sistem tersebut atau karena posisi benda tersebut.(Yanti, 2017)

$$E_p = mgh$$

Contoh Soal:

Berapakah energi yang dibutuhkan untuk mengangkat beban seberat 49.000 N yang awalnya terletak pada ketinggian 10 m menjadi ke ketinggian 110 m?

Penyelesaian:

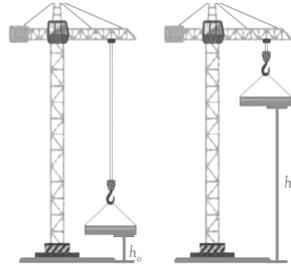
Diketahui: $w = 49.000 \text{ N}$; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$;
 $h_t = 110 \text{ m}$; $h_o = 10 \text{ m}$

Jawab:

➤ $w = mg = 49.000 \text{ N}$

➤ $Ep = mg(h_t - h_o) = 49.000 \text{ N} \times (110 \text{ m} - 10 \text{ m})$

$Ep = 4.900.000 \text{ Nm} = 4.900.000 \text{ J} = 4,90 \times 10^3 \text{ kJ}$



3. Energi Kinetik dan usaha

$$W = F s$$

$$W = (m a) s$$

Ingat: $v_2^2 = v_1^2 + 2as \rightarrow as = \frac{1}{2} v_2^2 - \frac{1}{2} v_1^2$

$$W = m \left(\frac{1}{2} v_2^2 - \frac{1}{2} v_1^2 \right)$$

$$W = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$W = Ek_2 - Ek_1$$

Usaha yang diterima benda = perubahan energi kinetiknya.

$$W = \Delta Ek$$

C. Kekekalan Energi

Energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, energi hanya dapat berpindah dari satu bentuk ke bentuk lainnya (Zulfa, 2021).

$$\Sigma \text{Energi}_{Awal} = \Sigma \text{Energi}_{Akhir}$$

Berlaku pada sistem yang terisolasi.

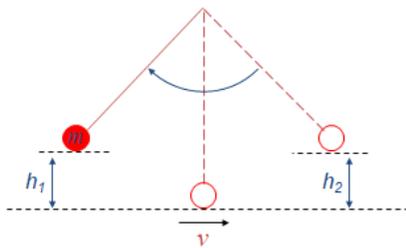
Contoh: Proses pengereman ada energi yang berubah menjadi panas (hilang)

Hanya bentuk energi yang berubah

Contoh: Energi potensial \rightarrow Energi Kinetik (benda jatuh bebas)

Contoh pada gerak bandul matematis:

Pada kasus ini dapat terlihat perubahan antara energi kinetik (EK) dan energi potensial (EP) pada bandul.



$$EK_2 + EP_2 = EK_1 + EP_1$$

Kekekalan Energi Mekanik

Energi mekanik termasuk gaya konservatif, artinya besar usaha tidak tergantung lintasan, tapi hanya tergantung titik awal dan akhirnya saja, sehingga:

$$Em_{\text{awal}} = Em_{\text{akhir}}$$
$$(Ek+Ep)_{\text{awal}} = (Ek+Ep)_{\text{akhir}}$$

Contoh Soal

Putra mengendarai sepeda dari puncak bukit ke lembah di bawahnya melewati jalanan yang menurun. Pada awal jalan menurun menuju lembah, kecepatan sepeda adalah 5 m/s dan Putra berhenti mengayuh sepeda dan sepedanya dibiarkan melaju tanpa direm. Pada akhir jalan menurun ternyata kecepatan sepedanya

mencapai 20 m/s. Berapakah kira-kira beda ketinggian antara jalan di puncak bukit dan lembah di bawahnya?

Penyelesaian

Diketahui:

$$v_o = 5 \text{ m/s}; v_t = 20 \text{ m/s}; g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Jawab: $E_{m_{\text{awal}}} = E_{m_{\text{akhir}}}$

$$E_{k_{\text{awal}}} + E_{p_{\text{awal}}} = E_{k_{\text{akhir}}} + E_{p_{\text{akhir}}}$$

$$\frac{1}{2} m v_o^2 + m g h_o = \frac{1}{2} m v_t^2 + m g h_t$$

$$\frac{1}{2} (5 \text{ m/s})^2 + (9,8 \text{ m/s}^2)(h_o) = \frac{1}{2} (20 \text{ m/s})^2 + (9,8 \text{ m/s}^2)(h_t)$$

$$\frac{1}{2} (25 \text{ m}^2/\text{s}^2) + 9,8 \text{ m/s}^2 (h_o) = \frac{1}{2} (400 \text{ m}^2/\text{s}^2) + 9,8 \text{ m/s}^2 (h_t)$$

$$12,5 \text{ m}^2/\text{s}^2 - 200 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 9,8 \text{ m/s}^2 (h_t) - 9,8 \text{ m/s}^2 (h_o)$$

$$-187,5 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 9,8 \text{ m/s}^2 (h_t - h_o)$$

$$h_t - h_o = \frac{-187,5 \text{ m}^2/\text{s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = -19,13 \text{ m}$$

Jadi, beda ketinggian antara puncak bukit dan lembah adalah 19,13 m.

D. Daya (*Power* = P)

Daya adalah laju transfer energi dari satu sistem ke sistem lain.

$$P = F \cdot v = \frac{W}{\Delta t}$$

Keterangan:

P = daya ($\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3 = \text{Nm/s} = \text{J/s} = \text{W}$)

F = gaya ($\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2 = \text{N}$)

v = kecepatan (m/s)

W = usaha ($\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = \text{Nm} = \text{J}$)

Δt = waktu (s)

Contoh Soal

Sebuah truk dapat menghasilkan gaya 2×10^5 N dan melaju dengan kelajuan rata-rata 50 m/s. Berapakah daya truk tersebut dalam satuan horsepower (1 hp = 745,7 W)?

Penyelesaian

Diketahui: $F = 200.000$ N; $\tilde{v} = 50$ m/s;

Jawab:

$$P = F\tilde{v} = 200.000 \text{ N} \times 50 \text{ m/s} = 10.000.000 \text{ Nm/s} = 10^7 \text{ W} = \frac{10^7}{745,7} = 13410,22 \text{ hp}$$

Jadi, daya yang dimiliki truk tersebut adalah 13410,22 hp

E. Impuls –Momentum

Impuls (J) = Perubahan Momentum (Δp)

gaya yang sangat besar dan berlangsung dalam waktu yang sangat singkat.

$$\boxed{J = \Delta p = F\Delta t = ma\Delta t = m\Delta v}$$

Keterangan:

J = Impuls (kg.m/s = N/s)

Δp = perubahan momentum (kg.m/s)

F = gaya (kg.m/s² = N)

Δt = waktu (s)

m = massa (kg)

a = percepatan (m/s²)

v = kecepatan (m/s)

Contoh Soal

Bola tenis bermassa 0,15 kg bergerak dengan kecepatan awal 10 m/s sebelum akhirnya dipukul dengan raket ke arah yang berlawanan dan bergerak dengan kecepatan 20 m/s. (a) Berapakah

besar impuls yang diberikan oleh raket kepada bola? (b) Jika waktu kontak antara raket dan bola adalah 0,002 s, berapakah besar gaya yang diberikan raket kepada bola?

Penyelesaian

Diketahui: $m = 0,15 \text{ kg}$; $v_o = -10 \text{ m/s}$; $v_t = 20 \text{ m/s}$; $\Delta t = 0,002 \text{ s}$

Jawab:

(a) $J = m\Delta v = 0,15 \text{ kg} (20\text{m/s} - (-10 \text{ m/s})) = 0,15 \text{ kg} (30 \text{ m/s}) = 3 \text{ kg.m/s} = 3 \text{ N.s}$

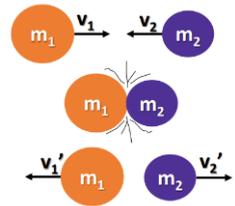
(b) $F = \frac{J}{\Delta t} = \frac{3 \text{ N.s}}{0,002 \text{ s}} = 1500 \text{ N}$

Tumbukan

Pasangan gaya aksi-reaksi = hukum kekekalan momentum

$$p_1 = p_2$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$



Keterangan:

m_1 = massa benda 1

m_2 = massa benda 2

v_1 = kecepatan benda 1 sebelum tumbukan

v_2 = kecepatan benda 2 sebelum tumbukan

v_1' = kecepatan benda 1 setelah tumbukan

v_2' = kecepatan benda 1 setelah tumbukan

Elastisitas

Elastisitas (e) = koefisien restitusi

= perbandingan besar kecepatan relatif antar kedua benda sesudah dan sebelum tumbuka

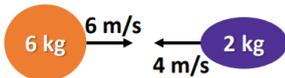
$$e = \left| \frac{v_2' - v_1'}{v_2 - v_1} \right|$$

Nilai e berkisar antara 0 dan 1

- ✓ Tidak lenting sempurna ($e = 0$)
- ✓ Lenting sebagian ($0 < e < 1$)
- ✓ Lenting sempurna ($e = 1$)

Contoh Soal

Dua bola bergerak berlawanan arah seperti pada gambar. (a) Apabila setelah tumbukan kecepatan bola 1 adalah 5 m/s, berapakah kecepatan bola 2 setelah tumbukan? (b) Tentukan elastisitas tumbukan keduanya!



Penyelesaian:

Diketahui:

$$m_1 = 6 \text{ kg}; \quad m_2 = 2 \text{ kg}; \quad v_1 = 6 \text{ m/s}; \quad v_2 = 4 \text{ m/s}; \quad v_1' = 5 \text{ m/s}$$

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{(a)} \quad m_1 v_1 + m_2 v_2 &= m_1 v_1' + m_2 v_2' \\ (6 \times 6) + (2 \times 4) &= (6 \times 5) + (2 v_2') \\ 36 + 8 &= 30 + 2 v_2' \\ v_2' &= \frac{44 - 30}{2} \\ v_2' &= 7 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\text{(b)} \quad e = \left| \frac{v_2' - v_1'}{v_2 - v_1} \right| = \left| \frac{7 - 5}{4 - 6} \right| = 1$$



elastisitas lenting sempurna



BAB V

KINEMATIKA DAN ROTASI BENDA TEGAR

Setelah menempuh materi ini mahasiswa mampu menjelaskan konsep Kinematika dan Rotasi Gerak Melingkar dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Kinematika dan Rotasi Gerak Melingkar sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur

A. Benda Tegar

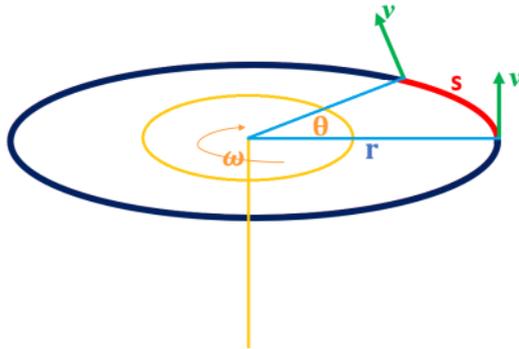
Benda tegar adalah suatu benda yang bentuknya tidak berubah saat diberi gaya dari luar (Setyawan, 2020). Semua gaya yang bekerja pada benda tersebut hanya dianggap bekerja pada titik materi yang menyebabkan terjadinya gerak translasi ($\sum F = 0$)

Keseimbangan benda tegar adalah kondisi di mana momentum suatu benda bernilai nol. Artinya, jika awalnya suatu benda diam, benda tersebut akan cenderung untuk diam.

Jarak antarpartikel penyusun benda tegar terhadap sumbu rotasi akan selalu tetap

Rotasi





Keterangan:

θ = sudut ($^{\circ}$);

$\Delta\theta$ = perpindahan sudut (rad);

r = jari-jari (m);

s = perpindahan (m);

v = kecepatan (m/s);

ω = kecepatan sudut (rad/s)

Perpindahan Sudut

Perpindahan Sudut (angular displacement = $\Delta\theta$).

$[\Delta\theta]$ = radian (rad)

$$\Delta\theta = \frac{s}{r}$$

Konversi satuan:

$$1 \text{ rad} = 57,30^{\circ}$$

$$1^{\circ} = 1^{\circ} \times 2\pi \text{ rad}/360^{\circ} = 0,01744 \text{ rad}$$

$$180^{\circ} = 180^{\circ} \times 2\pi \text{ rad}/360^{\circ} = 3,14 \text{ rad}$$

$$\pi = 22/7 = 3,14$$

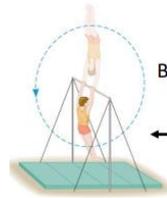
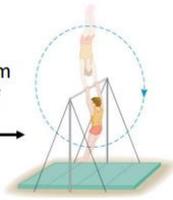
Kecepatan Sudut

Kecepatan Sudut (angular speed = $\Delta\omega$)

$$\Delta\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

Searah jarum jam bernilai negatif

- 7 rad/s



Berlawanan arah jarum jam bernilai positif

+ 7 rad/s

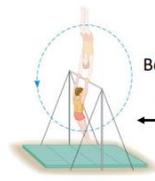
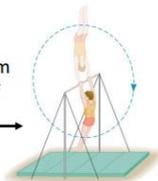
Percepatan Sudut

Percepatan Sudut (angular acceleration = $\Delta\alpha$)

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

Searah jarum jam bernilai negatif

- 7 rad/s²



Berlawanan arah jarum jam bernilai positif

+ 7 rad/s²

Contoh Soal

Sebuah baling-baling bambu berotasi searah jarum jam dengan perpindahan sudut sebesar 18 rad dalam waktu 3 s. Berapakah percepatan sudutnya?

Diketahui: $\Delta t = 3 \text{ s}$; $\Delta\theta = 18 \text{ rad}$

Ditanya: $\alpha = \dots?$

Jawab:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{18 \text{ rad}}{3 \text{ s}} = -6 \text{ rad/s};$$

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{-6 \text{ rad/s}}{3 \text{ s}} = -2 \text{ rad/s}^2$$

Gerak Rotasi Berubah Beraturan ($\alpha = \text{konstan}$)

GLBB

$$\omega_t = \omega_0 + at$$

$$V_t = V_0 + at$$

$$\Delta\theta = 1/2.(\omega_0 + \omega_t)t$$

$$\Delta\theta = \omega_0 t + 1/2 at^2$$

$$\omega_t^2 = \omega_0^2 + 2 a \Delta\theta$$

$$\Delta x = 1/2.(V_t + V_0)t$$

$$\Delta x = V_0 t + 1/2 at^2$$

$$V_t^2 = V_0^2 + 2 a \Delta x$$

Contoh Soal

Wahana cangkir putar di sebuah taman hiburan **bergerak melawan arah jarum jam** dengan kecepatan sudut 5 rad/s. Jika percepatan sudutnya adalah 1,5 rad/s², setelah 30 s berapakah kecepatan sudut wahana tersebut?

Penyelesaian

Diketahui:

$$\omega_0 = +5 \text{ rad/s}; \quad \alpha = +1,5 \text{ rad/s}^2; \quad t = 30 \text{ s}$$

Ditanya:

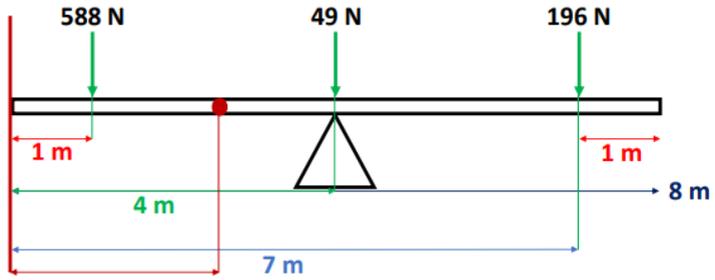
$$\omega_t = \dots?$$

Jawab:

$$\begin{aligned} \omega_t &= \omega_0 + at \\ &= (+5 \text{ rad/s}) + (+1,5 \text{ rad/s}^2)30 \text{ s} \\ &= (+5 \text{ rad/s}) + (+45 \text{ rad/s}) \\ &= +50 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

Pusat Gravitasi (Center of Gravity = CG)

- ✓ Benda terdiri dari banyak partikel dan setiap partikel memiliki berat masing-masing.
- ✓ Berat benda = jumlah berat seluruh partikel penyusun benda tersebut.
- ✓ Berat benda bertumpu pada satu titik tunggal yang disebut pusat gravitasi.
- ✓ Pusat gravitasi = titik kesetimbangan benda dimana nilai total torsi ($\Sigma\tau$) = 0



CG awal = pas di tengah bidang = $(8 \text{ m})/2 = 4 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 \text{CG akhir} &= \frac{(W_1 \times x_1) + (W_2 \times x_2) + (W_3 \times x_3)}{W_1 + W_2 + W_3} \\
 &= \frac{(588 \text{ N} \times 1 \text{ m}) + (49 \text{ N} \times 4 \text{ m}) + (196 \text{ N} \times 7 \text{ m})}{588 \text{ N} + 49 \text{ N} + 196 \text{ N}} \\
 &= \frac{2156 \text{ Nm}}{833 \text{ N}} = 2,59 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Pergeseran CG = $4 \text{ m} - 2,59 \text{ m} = 1,41 \text{ m}$

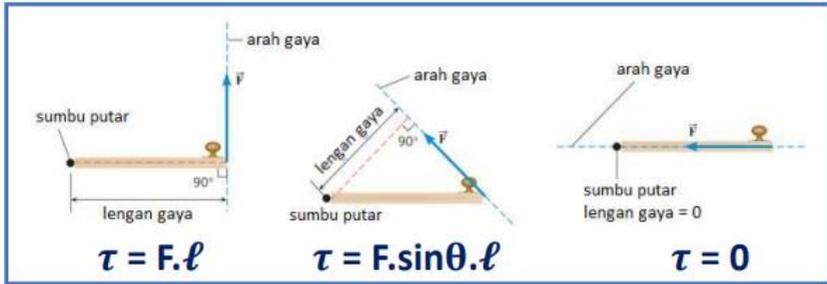
B. Kesetimbangan Benda Tegar

Kesetimbangan benda tegar adalah kondisi dimana momentum benda tegar sama dengan nol (Febrianty et al., 2023). Artinya jika awalnya benda tegar tersebut diam, maka ia akan tetap diam. Namun jika awalnya benda tegar tersebut bergerak dengan kecepatan konstan, maka ia akan tetap bergerak dengan kecepatan konstan.

$\Sigma F = 0$	<ul style="list-style-type: none"> • Benda diam akan tetap diam (kesetimbangan statis) • Benda bergerak akan tetap konstan pergerakannya (kesetimbangan kinetis)
$\Sigma \tau = 0$	<ul style="list-style-type: none"> • Nilai torsi yang berlawanan arah sama besar (kesetimbangan rotasi)

C. Torsi (Torque = τ)

Ukuran kecenderungan gaya untuk menyebabkan benda tegar berotasi pada sumbunya.



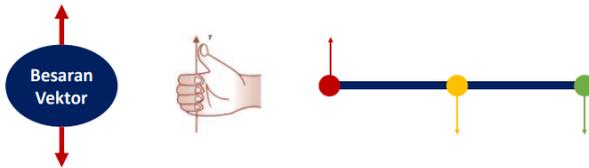
Keterangan:

τ = torsi ($\text{N} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$)

F = gaya ($\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$)

l = panjang lengan gaya (m)

θ = sudut ($^\circ$)



Arah torsi mengikuti aturan tangan kanan:

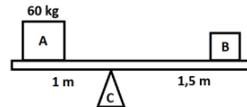
Arah torsi \downarrow jika arah putaran searah jarum jam, nilainya $-$

Arah torsi \uparrow jika arah putaran berlawanan arah jarum jam, nilainya $+$

Contoh Soal

Berdasarkan gambar, berapakah massa B agar jungkat-jungkit dalam keadaan setimbang?

Penyelesaian



Diketahui: $M_A = 60 \text{ kg}$; $\ell_A = 1 \text{ m}$; $\ell_B = 1,5 \text{ m}$; $G = 9,8 \text{ m/s}^2$

Ditanya: $M_B = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned} \tau_A &= \tau_B \\ F_A \cdot \ell_A &= F_B \cdot \ell_B \\ (M_A \cdot G) \cdot \ell_A &= (M_B \cdot G) \cdot \ell_B \\ (60 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2) 1 \text{ m} &= (M_B \times 9,8 \text{ m/s}^2) 1,5 \text{ m} \\ 588 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 &= M_B (14,7 \text{ m}^2/\text{s}^2) \\ M_B &= 40 \text{ kg} \end{aligned}$$

D. Momen Inersia

Momen inersia adalah ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi pada porosnya, momen inersia juga disebut sebagai besaran pada gerak rotasi yang analog dengan massa pada gerak translasi. (Chusni et al., 2018)

$$I = M \cdot r^2$$

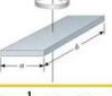
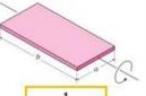
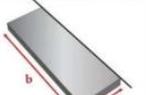
Keterangan:

I = inersia ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)

M = massa (kg)

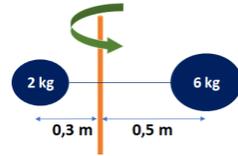
r = jarak dari sumbu rotasi (m)

Contoh Momen Inersia Beberapa Jenis Benda

Silinder Tipis Berongga	Silinder Berongga	Silinder Pejal	Pelat Tipis Segi Empat, Poros Tegak Lurus Pusat	Pelat Tipis Segi Empat, Poros Sejajar Bidang
 $I = mR^2$	 $I = \frac{1}{2}m(R_1^2 + R_2^2)$	 $I = \frac{1}{2}mR^2$	 $I = \frac{1}{12}m(a^2 + b^2)$	 $I = \frac{1}{12}ma^2$
Bola Pejal	Bola Berongga	Batang Silinder, Poros Melalui Pusat	Batang Silinder, Poros Di Ujung	Pelat Tipis Segi Empat, Poros Sepanjang Tepi
 $I = \frac{2}{5}mR^2$	 $I = \frac{2}{3}mR^2$	 $I = \frac{1}{12}mL^2$	 $I = \frac{1}{3}mL^2$	 $I = \frac{1}{3}ma^2$

Contoh Soal

Jika sumbu rotasi sistem bola adalah batang logam, berapakah momen inersianya?



Penyelesaian

Diketahui: $M_A = 2 \text{ kg}$; $M_B = 6 \text{ kg}$; $r_A = 0,3 \text{ m}$; $r_B = 0,5 \text{ m}$;

Ditanya: $I = \dots?$

Jawab: $I = I_A + I_B$

$$I = (M_A \cdot r_A^2) + (M_B \cdot r_B^2)$$

$$I = (2 \text{ kg} \cdot (0,3 \text{ m})^2) + (6 \text{ kg} \cdot (0,5 \text{ m})^2)$$

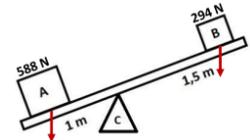
$$I = (2 \text{ kg} \times 0,09 \text{ m}^2) + (6 \text{ kg} \times 0,25 \text{ m}^2)$$

$$I = 0,18 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 + 1,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

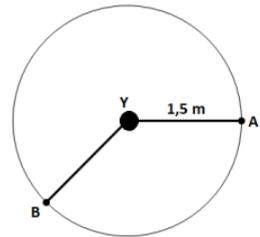
$$I = 1,68 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Soal Latihan

✓ Berdasarkan gambar, berapa torsi tiap benda? Berapa torsi totalnya dan kemana arahnya?



✓ Suatu partikel bermassa 3 kg yang awalnya diam berotasi pada sumbu Y searah jarum jam, sehingga posisinya berubah dari titik A ke titik B seperti pada gambar. Jarak dari titik A ke titik B adalah 3,6 m.
(a) Berapakah perpindahan sudutnya? (b) Berapakah kecepatan sudut partikel tersebut setelah 4 detik? (c) Berapakah percepatannya? (d) Berapakah momen inersianya?



BAB VI FLUIDA

Setelah menempuh materi ini mahasiswa mampu menjelaskan konsep Fluida dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Fluida sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur

A. Massa Jenis/ Densitas(Density = ρ)

Zat yang mengalir ketika terdapat gaya eksternal yang bekerja padanya

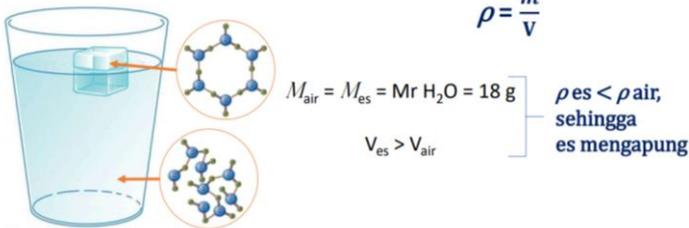
$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan:

ρ = massa jenis (kg/m^3)

m = massa (kg)

V = volume (m^3)



Contoh Soal

Ikan bermassa 1 kg dimasukkan ke dalam akuarium berisi air. Jika luas permukaan akuarium adalah 0,5 m² dan permukaan air akuarium mengalami peningkatan setinggi 0,02 m, berapakah massa jenis ikan?

Penyelesaian:

Diketahui:

$m = 1 \text{ kg}; \quad A = 0,5 \text{ m}^2; \quad h = 0,02 \text{ m}$

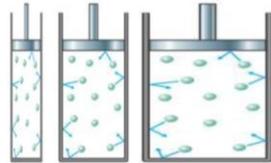
Ditanya: $\rho = \dots?$

Jawab:

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{m}{A \cdot h} = \frac{1 \text{ Kg}}{0,5 \text{ m}^2 \cdot 0,02 \text{ m}} = \frac{1 \text{ Kg}}{0,01 \text{ m}^3} = 100 \text{ Kg/m}^3$$

B. Tekanan

$$P = \frac{F}{A}$$



Keterangan:

$P = \text{Tekanan (Pa = N/m}^2 = \text{kg/ms}^2)$

$F = \text{Gaya (N = kg.m/s}^2)$

$A = \text{Luas permukaan (m}^2)$

Konversi satuan:

$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 101325 \text{ kg/ms}^2$

Contoh Soal

Berapakah gaya tekan yang diberikan oleh udara ke lantai pada ruang kelas berukuran $3 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ jika tekanan udara di ruangan tersebut sebesar 1 atm ?

Penyelesaian:

Diketahui:

$P = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ kg/ms}^2; \quad A = 3 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 15 \text{ m}^2$

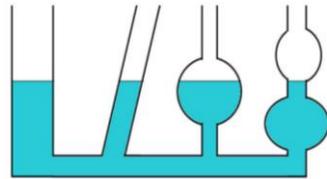
Ditanya: $F = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned} F &= P \times A \\ &= 101325 \text{ kg/ms}^2 \times 15 \text{ m}^2 \\ &= 1519875 \text{ kg.m/s}^2 \\ &= 1,52 \times 10^6 \text{ N} \end{aligned}$$

C. Tekanan Hidrostatik

$$P = P_o + \rho GH$$



Keterangan:

P = Tekanan ($\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2 = \text{kg}/\text{ms}^2$)

P_o = Tekanan atmosfer = 101325 Pa

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = gravitasi (m/s^2)

h = kedalaman (m)

Cotoh Soal

Berapakah tekanan yang dialami oleh seorang penyelam yang berada pada kedalaman laut 5 m jika tekanan atmosfer = 101325 kg/ms^2 dan densitas air laut = 1025 kg/m^3 ?

Penyelsaian:

Diketahui:

$h = 50 \text{ m}$; $g = 9,8 \text{ m}/\text{s}^2$; $P = 101325 \text{ kg}/\text{ms}^2$; $\rho = 1025 \text{ kg}/\text{m}^3$

Ditanya: $P = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned} P &= P_o + \rho gh \\ &= 101325 \text{ kg}/\text{ms}^2 + (1025 \text{ kg}/\text{m}^3)(9,8 \text{ m}/\text{s}^2)(5 \text{ m}) \\ P &= 101325 \text{ kg}/\text{ms}^2 + 50225 \text{ kg}/\text{ms}^2 \\ &= 151550 \text{ kg}/\text{ms}^2 \\ &= 1,52 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

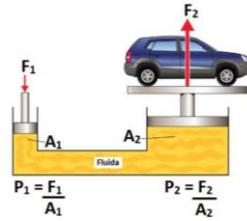
D. Hukum Pascal

Tekanan yang diberikan pada suatu cairan yang tertutup akan diteruskan tanpa berkurang ke segala titik dalam fluida dan ke dinding bejana.

$$P_1 = P_2$$

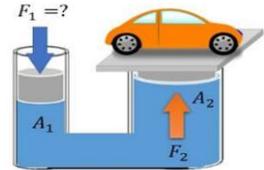
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Tekanan di setiap titik pada kedalaman yang sama bersifat konstan



Contoh Soal

Berapakah gaya yang harus diberikan agar dapat mengangkat beban mobil 3000 N, jika luas penampang 1 adalah 2 m² dan luas penampang 2 adalah 5 m²?



Penyelesaian

Diketahui:

$$W_{\text{mobil}} = F_2 = 3000 \text{ N}; \quad A_1 = 2 \text{ m}^2; \quad A_2 = 5 \text{ m}^2$$

Ditanya: $F_1 = ?$

Jawab:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} =$$

$$F_1 = \frac{F_2 \times A_1}{A_2} = \frac{3000 \text{ N} \times 2 \text{ m}^2}{5 \text{ m}^2} = 1200 \text{ N}$$

E. Hukum Arcimedes

Benda yang tenggelam (sebagian ataupun seluruhnya) dalam suatu fluida akan mendapatkan gaya angkat yang sama besar dengan berat fluida yang dipindahkan (Husin et al., 2014).

$$F_A = \rho_F G V_B$$



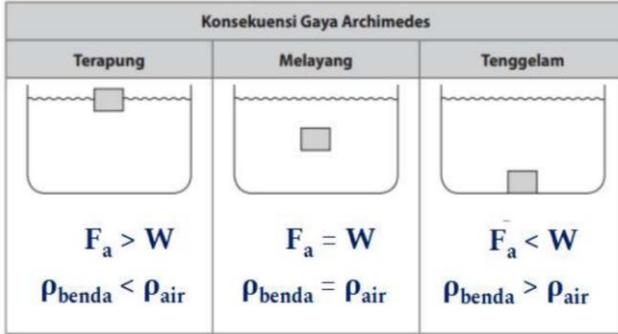
Keterangan:

F_a = Gaya apung ($N = \text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$)

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)

g = gravitasi (m/s^2)

V_b = volume benda (m^3)



F. Berat Semu

Berat benda di dalam air lebih ringan dari berat sebenarnya karena adanya gaya apung

$$\begin{aligned} WS &= W - F_A \\ WS &= (\rho_b - \rho_f)GV_{BF} \end{aligned}$$

Keterangan:

W_s = Berat semu (N)

W = Berat sebenarnya (N)

F_a = Gaya apung (N)

ρ_b = massa jenis benda (kg/m^3)

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)

g = gravitasi (m/s^2)

V_{bf} = volume benda di dalam fluida (m^3)

Contoh Soal

Sebuah bola basket seberat 6 N berubah beratnya menjadi 4 N di dalam air. Jika massa jenis air 1000 kg/m^3 , berapakah volume bola basket?

Penyelesaian

Diketahui:

$$W = 6 \text{ N}; \quad W_s = 4 \text{ N}; \quad \rho_f = 1000 \text{ kg/m}^3; \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

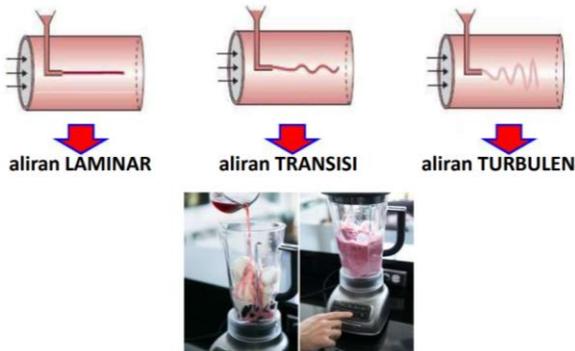
Ditanya: $V_b = ?$

Jawab:

$$F = W - W_s = 6 \text{ N} - 4 \text{ N} = 2 \text{ N} = 2 \text{ kg.m/s}^2$$

$$V_b = \frac{F}{\rho_b \times g} = \frac{2 \text{ Kg } m/s^2}{1000 \text{ Kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2} = 2,04 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

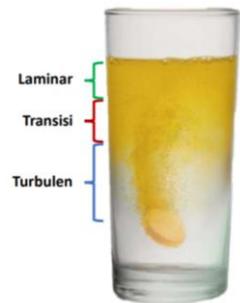
G. Fluida Dinamis



Aliran Laminar Setiap partikel fluida mengalir di sepanjang satu jalur yang mulus dan beraturan, dimana partikel-partikel fluida tidak mengganggu aliran partikel satu sama lain atau berpindah antar lapisan.

Aliran Transisi Aliran peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen ataupun sebaliknya

Aliran Turbulen Aliran fluida yang tidak teratur, dimana partikel bergerak



secara acak antar lapisan, bercampur dan membentuk pola aliran seperti pusaran air.

Debit

Laju aliran = jumlah volume fluida yang mengalir tiap satuan waktu

$$Q = \frac{V}{\Delta t} = A v$$

Kontinuitas

Debit fluida yang mengalir di setiap titik sepanjang aliran fluida bersifat konstan

$$Q_1 = Q_2 \\ A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Keterangan:

Q = Debit (m^3/s)

V = Volume fluida (m^3)

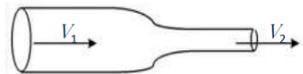
Δt = Selang waktu (s)

A = Luas permukaan (m^2)

v = Kelajuan fluida (m/s)

Contoh Soal

Luas penampang pipa pertama 3 kali lipat luas penampang pipa kedua. Jika pada pipa yang terhubung tersebut dialirkan sirup jeruk dengan kelajuan pada pipa pertama adalah 5 m/s, berapakah kelajuan sirup jeruk pada pipa kedua?



Penyelesaian

Diketahui:

$A_1 = 3 \text{ m}^2$; $A_2 = 1 \text{ m}^2$; $v_1 = 5 \text{ m/s}$

Ditanya: $v_2 = ?$

Jawab

$$V_2 = \frac{A_1 + V_1}{A_2} = \frac{3 \text{ m}^2 + 5 \text{ m/s}}{1 \text{ m}^2} = 15 \text{ m/s}$$

H. Hukum Bernoulli

Jumlah dari tekanan, energi kinetik per satuan volume dan energi potensial per satuan volume di setiap titik sepanjang aliran fluida bersifat konstan

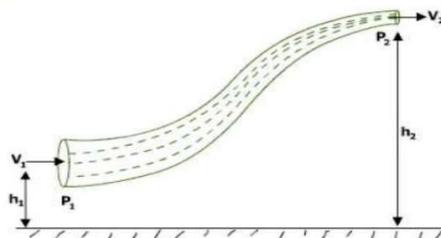
$$P + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho gh = \text{KONSTAN}$$

Keterangan:

- P = Tekanan (N)
- ρ = massa jenis (kg/m^3)
- v = kelajuan fluida (m/s)
- g = gravitasi (m/s^2)
- h = ketinggian (m)

Jika ada fluida yang mengalir dari/ke ketinggian yang berbeda, maka:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho gh_2$$



Contoh Soal

Madu (massa jenis = 800 kg/m^3) dialirkan dari pipa pada ketinggian 10 m dengan kelajuan 10 m/s. Jika tekanan di kedua

ujung pipa sama besarnya, berapakah kelajuan di ujung pipa yang terletak pada ketinggian 2 m?

Penyelesaian

Diketahui:

$$\rho = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$v_1 = 10 \text{ m/s};$$

$$P_1 = P_2 ;$$

$$h_1 = 10 \text{ m};$$

$$h_2 = 2 \text{ m};$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Ditanya: $v_2 = ?$

Jawab:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$\frac{1}{2}(800 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ m/s})^2 + (800 \text{ kg/m}^3)(9,8 \text{ m/s}^2)(10 \text{ m}) = \frac{1}{2}(800 \text{ kg/m}^3)(v_2)^2 + (800 \text{ kg/m}^3)(9,8 \text{ m/s}^2)(2 \text{ m})$$

$$40000 \text{ kg/ms}^2 + 78400 \text{ kg/ms}^2 = 400 \text{ kg/m}^3 (v_2)^2 + 15680 \text{ kg/ms}^2$$

$$v^2 = \frac{4000 \frac{Kg}{ms^2} + 78400 \frac{Kg}{ms^2} - 15680 \frac{Kg}{ms^2}}{400 \frac{Kg}{m^3}}$$

$$v = \sqrt{256,8 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

BAB VII

GETARAN DAN GELOMBANG

Setelah menempuh materi ini mahasiswa mampu menjelaskan konsep Getaran dan Gelombang dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Getaran dan Gelombang sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur

A. Getaran

Gerakan bolak-balik suatu benda melalui titik Kesetimbangannya dalam selang waktu tertentu (Rismawan et al., 2023).

Simpangan (x)

Simpangan adalah perpindahan dari titik setimbang

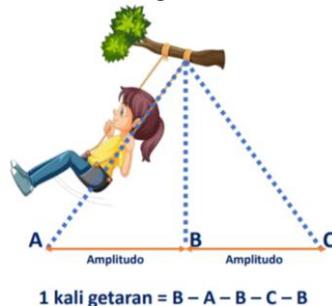
Amplitudo (Amplitude = A)

Amplitudo adalah simpangan terjauh dari titik setimbang

Periode (Period = T)

Periode adalah waktu yang diperlukan untuk 1 kali getaran

$$T = \frac{\Sigma \text{getaran}}{\Sigma T}$$



Frekuensi (Frequency = f)

Frekuensi adalah banyaknya getaran untuk 1 periode

$$f = \frac{1}{T}$$

Frekuensi Sudut (Angular Frequency = ω)

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

Cotoh Soal

Ayunan didorong sejauh 0,5 m dari titik setimbangnya dan kemudian dilepaskan sehingga berayun. Jika dari pengamatan diperoleh bahwa waktu untuk 10 getaran adalah 40 detik, maka berapakah amplitudo, periode, frekuensi dan frekuensi sudutnya?



Penyelesaian

Ampitudo (A) = simpangan terjauh dari titik setimbang = 0,5 m

$$\text{Priode (T)} = \frac{\Sigma \text{Getaran}}{\Sigma T} = \frac{10 \text{ Getarn}}{40 \text{ s}} = 0,25 \text{ s}$$

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,25 \text{ s}} = 4 \text{ Hz}$$

$$\text{Frekuensi Sudut } (\omega) = 2\pi f = 2 \times \frac{22}{7} \times 4 = 25,14 \text{ rad/s}$$

B. Gerak Harmonis Sederhana (GHS)

Penyebab benda bergetar adalah karena adanya gaya pemulih (restoring force) yang bekerja pada benda tersebut.

Gerak harmonik sederhana terjadi ketika gaya pemulih berbanding lurus dengan perpindahan dari titik kesetimbangan.

Hukum Hooke:

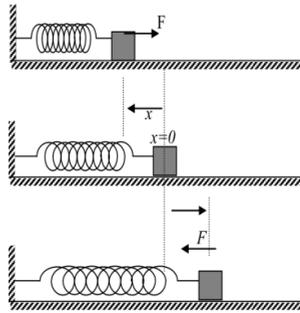
$$F = -kx$$

Keterangan:

F = Gaya pemulih (N)

k = Konstanta pegas (N/m)

x = Simpangan (m)



Sistem massa-pegas GHS

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Keterangan:

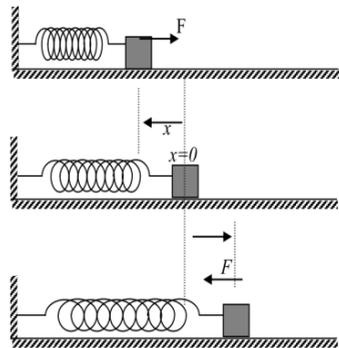
ω = frekuensi sudut (rad/s)

f = frekuensi (Hz)

T = periode (s)

k = konstanta pegas (N/m)

m = massa benda (kg)



Energi dalam GHS

Untuk sistem massa-pegas, selama tidak ada gaya nonkonservatif (misalnya gaya gesek) berlaku Hukum Kekekalan Energi.

Energi Total = Energi Kinetik + Energi Mekanik

$$E_{total} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

Keterangan:

E = energi (N)

m = massa benda (m)

v = kecepatan (m/s)

k = konstanta pegas (N/m)

x = simpangan (m)

Saat simpangan maksimum:

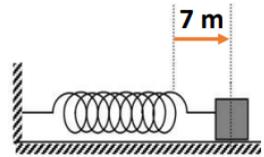
$x = A; v = 0 \text{ m/s} \rightarrow E_{total} = \frac{1}{2}kA^2$

Saat posisi setimbang:

$x = A = 0 \text{ m}; v = v_{max} \rightarrow E_{total} = \frac{1}{2}m(v_{max})^2$

Cotoh Soal

Sebuah balok bermassa 10 kg berada pada permukaan yang licin dan terhubung dengan pegas ($k = 100 \text{ kg/s}^2$). Jika pegas ditarik sejauh 7 m dari posisi setimbang dan kemudian dilepaskan, maka berapakah energi total sistem (E_{total}) dan kecepatan balok di titik setimbang (v_{max})?



Penyelesaian

Diketahui:

$m = 10 \text{ kg}$; $x = 7 \text{ m}$; $k = 100 \text{ kg/s}^2$; $v_t = 0 \text{ m/s}$

$v = 0 \text{ m/s}$ saat mencapai amplitude

Saat posisi setimbang:

$x = A = 0 \text{ m}$

$v = v_{\text{max}}$

Jawab:

$$E_{\text{total}} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kA^2$$

$$E_{\text{total}} = \frac{1}{2} (10 \text{ kg})(0 \text{ m/s})^2 + \frac{1}{2} (100 \text{ kg/s}^2)(7 \text{ m})^2$$

$$E_{\text{total}} = 0 + 2450 \text{ kgm}^2/\text{s}^2$$

$$E_{\text{total}} = 2450 \text{ N/m}$$

$$E_{\text{total}} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kA^2$$

$$2450 \text{ kgm}^2/\text{s}^2 = \frac{1}{2} (10 \text{ kg})(v_{\text{max}})^2 + \frac{1}{2} (100 \text{ kg/s}^2)(0 \text{ m})^2$$

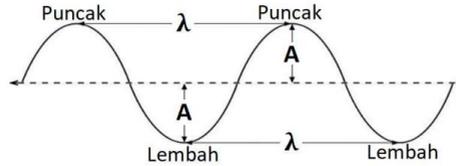
$$2450 \text{ kgm}^2/\text{s}^2 = 5 \text{ kg} (v_{\text{max}})^2$$

$$V_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2450 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}}{5 \text{ kg}}}$$

$$V_{\text{max}} = 22,13 \text{ m/s}$$

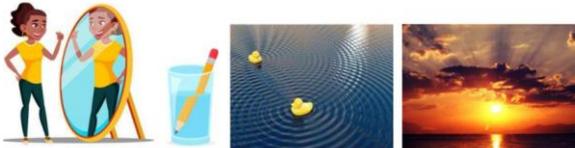
C. Gelombang (Wavelength = λ)

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$



Karakteristik Khusus Gelombang

- ✓ Jika melewati batas antara 2 medium => pemantulan dan pembiasan
- ✓ Jika 2 gelombang bertemu => interferensi
- ✓ Jika melewati celah sempit => difraksi



Tipe Gelombang

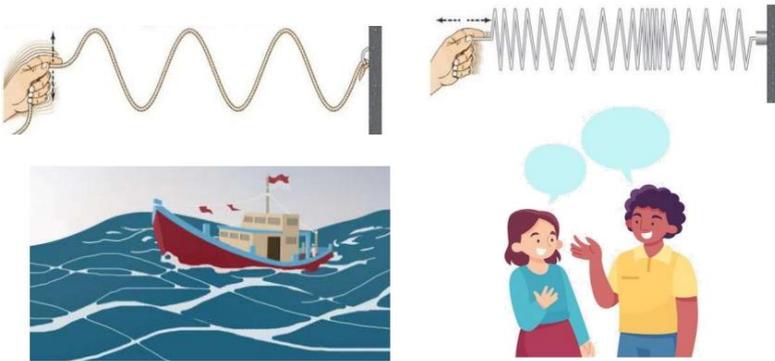
Berdasarkan mediumnya:

- ✓ Gelombang mekanik (butuh medium)
- ✓ Gelombang elektromagnetik (tidak butuh medium)

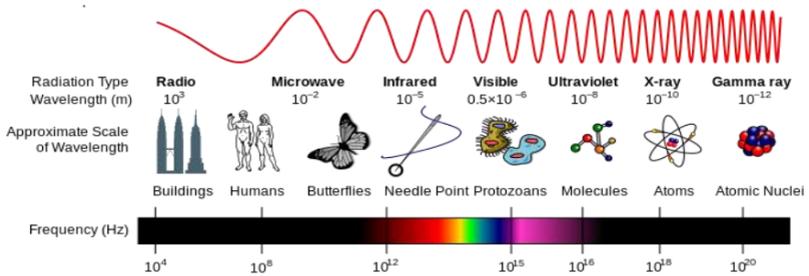
Berdasarkan arah getar dan arah rambat: —

- ✓ Gelombang transversal (arah getar \perp arah rambat)
- ✓ Gelombang longitudinal (arah getar \parallel arah rambat)

Gelombang Mekanik



Spektrum Gelombang Elektromagnetik

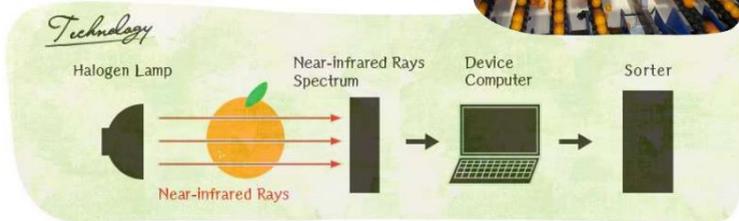


↑ frekuensi (f) maka ↓ panjang gelombang (λ)

Spektroskopi NIR ($\lambda = 780 \text{ nm} - 2500 \text{ nm}$)

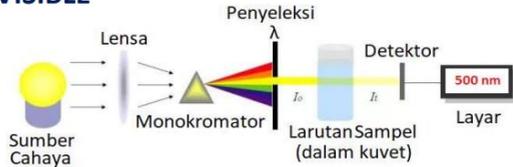


Sortasi Kualitas Buah

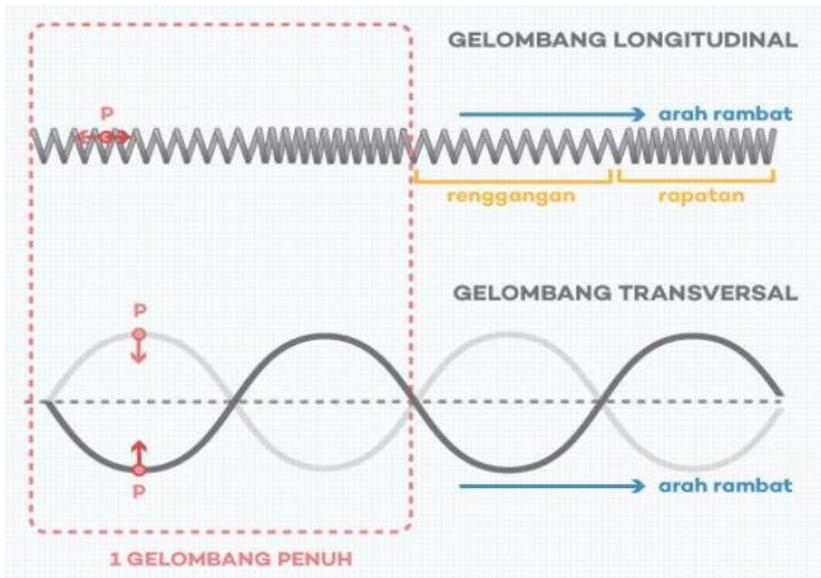


Act

Spektrofotometer UV-VISIBLE ($\lambda = 200 \text{ nm} - 780 \text{ nm}$)



Analisis Antioksidan

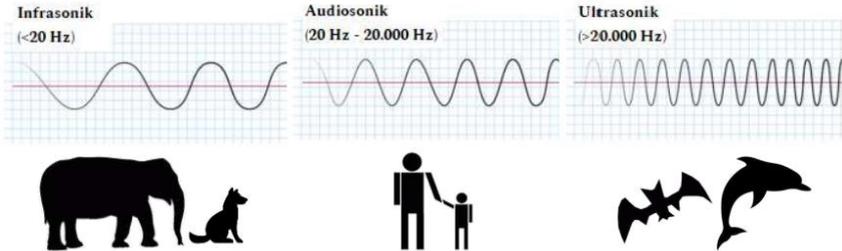


Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi adalah gelombang mekanik dan gelombang longitudinal (Yana et al., 2019).



Tipe Bunyi Berdasarkan Frekuensi



↑ frekuensi (f) maka ↓ panjang gelombang (λ)

Laju Rambat Bunyi

Medium Gas



$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{Mr}}$$

Medium Padat



$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

Medium Cair

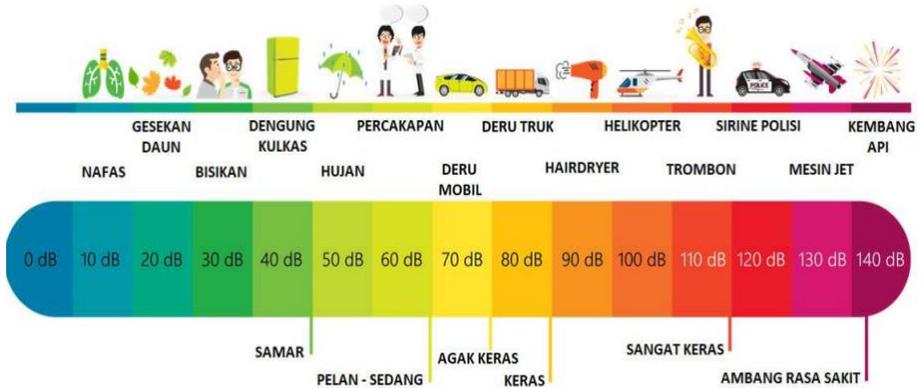


$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

Keterangan:

v = laju rambat bunyi (m/s); γ = modulus Young; R = tetapan gas (8,31 m³.Pa/mol.K)
 T = suhu (K); Mr = massa molar (g); ρ = massa jenis (kg/s³); B = modulus Bulk

SKALA DESIBEL TINGKAT INTENSITAS BUNYI



Tingkat Intensitas Bunyi {TI= Desibel (dB)}

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Apabila bunyi didengar pada 2 titik jarak yang berbeda maka:

$$TI_2 = TI_1 - 20 \log \frac{s_1}{s_2}$$

Keterangan:

TI = tingkat intensitas bunyi (dB)

I = intensitas sumber bunyi (W/m^2)

I_0 = intensitas ambang = $10^{-12} W/m^2$

s = jarak dari sumber bunyi (m)

Contoh Soal

Tingkat intensitas bunyi pesawat jet pada jarak 50 m adalah 135 dB. Berapakah tingkat intensitasnya pada jarak 500 m?

Penyelesaian

Diketahui:

$$I_1 = 135 \text{ dB}; \quad s_1 = 50 \text{ m}; \quad s_2 = 500 \text{ m}$$

Jawab:

$$\begin{aligned} TI_0 &= TI_2 - 20 \log \frac{s_1}{s_2} = 135 \text{ dB} - \left(20 \log \left(\frac{50 \text{ m}}{500 \text{ m}} \right) \right) \\ &= 135 - (20 \log 10) = 115 \text{ dB} \end{aligned}$$

D. Efek Dopler

Efek Dopler adalah Frekuensi yang didengar berbeda dengan frekuensi sumber bunyi jika sumber bunyi dan/atau pendengar bergerak.

$$f_p = f_s \left(\frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \right)$$

Keterangan:

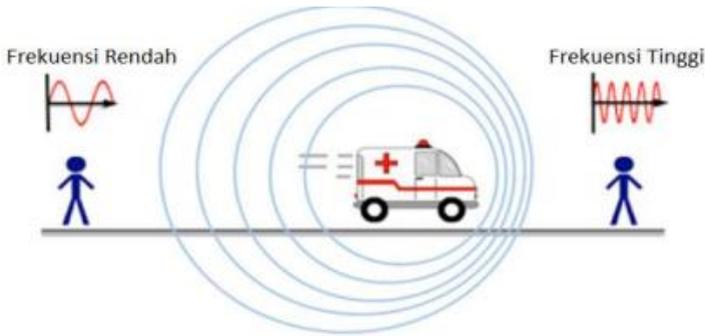
f_p = frekuensi pendengar (Hz)

f_s = frekuensi sumber bunyi (Hz)

v = kecepatan gelombang bunyi di udara (m/s)

v_p = kecepatan pendengar (m/s)

v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)



v_p (+) = mendekati sumber
 v_p (-) = menjauhi sumber
 v_s (+) = menjauhi pendengar
 v_s (-) = mendekati pendengar

Contoh Soal

Putra sedang berdiri diam di pinggir jalan saat dari arah barat datang mobil ambulance mendekati Putra dengan kecepatan 90 m/s dan membunyikan sirine 600 Hz. Jika kecepatan bunyi di udara 340 m/s berapakah frekuensi sirine yang didengar Putra?

Diketahui:

$$v_p = 0 \text{ m/s}; \quad v_s = 90 \text{ m/s}; \quad f_s = 600 \text{ Hz}; \quad v = 340 \text{ m/s}$$

Jawab:

$$\begin{aligned}
 f_p &= f_s \left(\frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \right) \\
 &= 600 \text{ Hz} \left(\frac{340 \text{ m/s} + 0 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} - 90 \text{ m/s}} \right) \\
 &= 600 \text{ Hz} \times 1,36 = 816 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

BAB VIII

SUHU DAN KALOR

Setelah menempuh materi ini mahasiswa mampu menjelaskan konsep Suhu dan Kalor dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Suhu dan Kalor sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggung jawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur

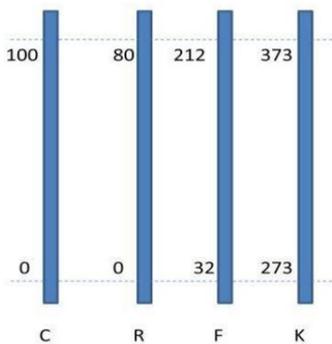
A. Suhu

Suhu merupakan ukuran atau derajat panas atau dinginnya suatu benda atau sistem (Supu et al., 2017).

Panas = suhu tinggi,

Dingin = suhu rendah

Terdapat dua jenis termometer yaitu termometer analog dan termometer digital



Terdapat empat macam skala termometer yang biasa digunakan: Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin.

Untuk menyatakan satu nilai suhu pada skala termometer tertentu ke skala termometer yang lain dapat dilakukan konversi skala suhu.

a. Sekala Celsius dengan skala Reamur

$T_C = \frac{5}{4}T_R \leftrightarrow T_R = \frac{4}{5}T_C$; dimana T_C = suhu skala Celsius; T_R = suhu skala Reamur.

b. Sekala Celsius dengan skala Fahrenheit

$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) \leftrightarrow T_F = \frac{4}{5}T_C + 32$; dimana T_C = suhu skala Celsius; T_F = suhu skala Fahrenheit

c. Sekala Celsius dengan skala Kelvin

➤ $T_C = T_K - 273 \leftrightarrow T_K = T_C + 273$; dimana T_C = suhu skala Celsius; T_K = suhu skala Kelvin

Contoh Soal

Suatu benda diukur dengan menggunakan termometer yang berskala Fahrenheit dan hasil pengukurannya menunjukkan nilai 86 °F. Tentukan suhu benda tersebut dalam skala:

a. Celcius b. Reamur c. Kelvin

Penyelesaiana

a. Paada Sekala Celsius

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) = \frac{4}{9}(86 - 32) = 30^{\circ}\text{C}$$

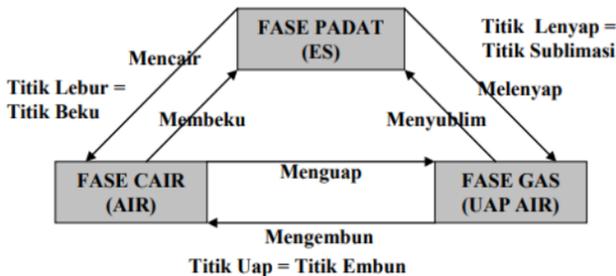
b. Pada skala Reamur

$$T_R = \frac{4}{5}T_C = \frac{4}{5}30 = 24^{\circ}\text{R}$$

c. Pada skala Kelvin

➤ $T_K = T_C + 273 = 30 + 273 = 303\text{ K}$

B. Perubahan Fase



Perubahan suhu benda, baik menjadi lebih panas atau menjadi lebih dingin biasanya diikuti dengan perubahan bentuk atau wujudnya.

C. Kalor

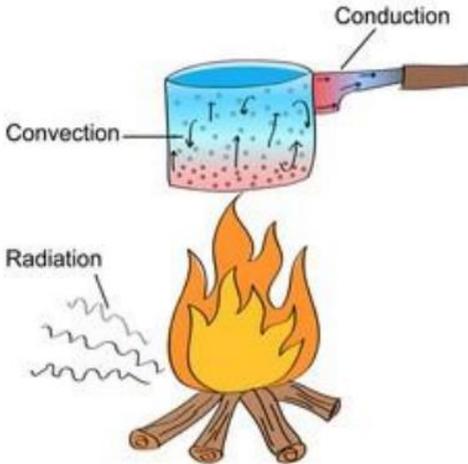
1. Kalor dan Perpindahan Kalor

- Perubahan wujud benda membutuhkan kalor
- Suhu tinggi=menyerap kalor; suhu rendah=melepas kalor
- Kalor=energi panas
- Perpindahan kalor: konduksi, konveksi dan radiasi

Konveksi: perpindahan kalor melalui suatu zat disertai oleh perpindahan zat tersebut, terjadi pada zat cair dan gas (fluida). Misal: perpindahan kalor melalui air yang dipanaskan. Ketika air dipanaskan, maka bagian air yang panas akan berkurang massa jenisnya, sehingga akan naik ke permukaan.

Konduksi: perpindahan kalor melalui suatu perantara zat tanpa disertai perpindahan bagian-bagian dari zat itu. Misal: pemanasan air dengan menggunakan panci, maka api dari kompor akan memanaskan bagian dasar panci terlebih dahulu sebelum kemudian seluruh permukaan badan panci menjadi panas.

Radiasi: perpindahan kalor tanpa perpindahan zat perantara. Misalnya pancaran sinar matahari. Panas dari matahari dapat sampai ke bumi, walaupun jarak antara bumi dan matahari sangat jauh dan diantara bumi dan matahari terdapat ruang hampa.



2. Konduktivitas Termal

Konduktivitas termal adalah sifat bahan dan menunjukkan jumlah panas yang mengalir melintasi satu satuan luas jika gradien suhunya satu.

Bahan yang mempunyai konduktivitas termal yang tinggi dinamakan konduktor, sedangkan bahan yang konduktivitas termalnya rendah disebut isolator

Bahan	λ (W/m. °K)	Bahan	λ (W/m. °K)
Aluminium	237	Air	0,6
Baja Stainless	14	Akrilik	0,16
Besi	79,5	Gelas	0,8
Emas	314	Karet	0,2
Intan	2000	Kayu	0,21
Tembaga	390	Timah	34,7
Kuningan	151	Udara	0,0234

Perpindahan jumlah kalor secara konduksi tiap detik dirumuskan dengan:

$$H = Q/t = (k \cdot A \cdot \Delta T)/L$$

$$Q = (k \cdot A \cdot t) \Delta T/L$$

Keterangan:

H = Jumlah kalor yang merambat tiap detik (J/s atau Watt)

Q = Banyak kalor (Joule) t = Selang waktu (s)

k = Koefisien konduksi termal(J/msK atau W/mK)

A = Luas penampang batang (m^2)

L = Panjang batang (m)

ΔT = Perbandingan suhu antar kedua ujung batang (K)

3. Kalor Jenis

Kalor jenis suatu zat didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kilogram zat itu sebesar 1 °C atau 1 K.

Banyaknya kalor (Q) yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebanding dengan perubahan temperatur (ΔT) dan massa (m) zat tersebut. Secara matematis hubungan tersebut dinyatakan sebagai berikut.

Kalor jenis beberapa zat pada suhu 20 °C dan tekanan 1 atm.

Nama zat	Kalor jenis (J/kg.K)
Aluminium	900
Tembaga	385
Emas	130
Baja/besi	450
Timah	130
Raksa	140
air	4190

Rumus menghitung kalor jenis:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Keterangan:

Q = Kalor (J)

M = Massa (Kg)

C = Kalor Jenis (j/kg K)

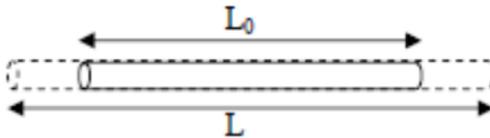
ΔT = Perbedaan suhu ($T_2 - T_1$)

4. Pemuaiian

Pemuaiian merupakan peristiwa perubahan ukuran (penambahan panjang, luas, atau volume) suatu benda karena pengaruh suhu.

Pemuaiian Zat Padat

- Pada umumnya, zat padat akan memuai bila dipanaskan dan menyusut bila didinginkan.
- Penjelasan secara fisis, pada saat zat padat belum dipanaskan, partikel-partikel pada zat padat akan bergerak (bervibrasi).
- Semakin besarnya jarak antar partikel direpresentasikan oleh adanya pertambahan ukuran zat padat, baik itu pertambahan panjang, luas, ataupun volume.



1. Rumus Pertambahan Panjang

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

2. Rumus mencari perubahan suhu

$$\Delta T = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \alpha}$$

3. Rumus koefesien muai Panjang

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$$

4. Rumus mencari panjang akhir

$$L_t = L_0 + \Delta L$$

Keterangan

- L_t adalah panjang benda setelah memuai (m)
- L_o adalah panjang benda mula-mula (m)
- α adalah koefisien muai linear/panjang ($^{\circ}\text{C}$)
- ΔT adalah perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)
- ΔL adalah pertambah panjang (m)

Pemuaian Zat Cair

- Zat cair yang dipanaskan atau suhunya dinaikkan akan mengalami pemuaian.
- Pada pemuaian zat cair hanya dikenal ukuran volume • Sifat zat cair adalah selalu mengikuti bentuk wadah yang ditempatinya.
- Karena zat cair hanya memiliki muai volum (tidak memiliki muai panjang dan muai luas), maka zat cair hanya memiliki koefisien muai volume (γ).
- Besarnya muai volume:

$$V = V_o (1 + \gamma \Delta t)$$

Pertambahan volume :

$$\Delta V = \gamma V_o \Delta t$$

Keterangan :

m = massa zat cair (kg)

ρ_o = massa jenis mula-mula (kg/m^3)

V_o = volume mula-mula (m^3 atau liter)

V = volume akhir (m^3 atau liter)

γ = koefisien muai volume ($^{\circ}\text{C}$) (dibaca gamma)

Pemuaian Zat Gas

- Semua jenis gas juga akan memuai apabila dipanaskan dan menyusut apabila didinginkan.

- Salah satu perbedaan antara zat gas dengan zat padat dan zat cair adalah volume zat gas dapat diubah-ubah dengan mudah.
- Misal, sebuah tabung gas elpiji. Di dalam tabung gas tentu akan mengadakan tekanan pada dinding tabung. Tekanan ini disebabkan oleh gerakan partikel gas.

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

Keterangan:

ΔV = pertambahan volume (m^3)

V_0 = volume mula-mula (m^3)

γ = koefisien muai volume zat gas ($^{\circ}C^{-1}$ - Baca C pangkat -1)

ΔT = kenaikan suhu ($^{\circ}C$) Nilai koefisien muai gas adalah $1/273$ $^{\circ}C^{-1}$.

BAB IX TERMODINAMIKA

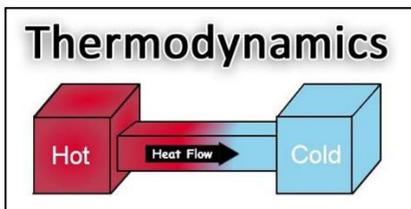
Setelah menempuh materi ini mampu menjelaskan konsep Termodinamika dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Termodinamika sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur

A. Sistem

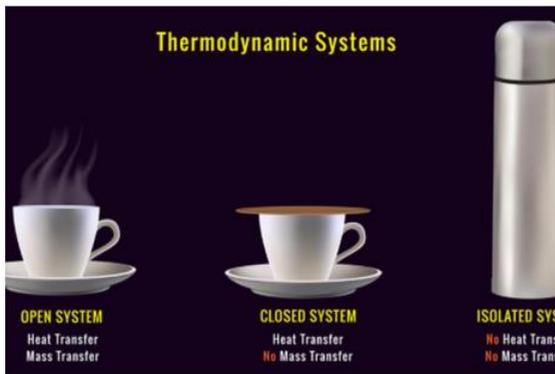
Termodinamika adalah kajian mengenai hubungan, panas, kerja, dan energi dan secara khusus perubahan panas menjadi kerja (Hadilla et al., 2023).

Thermo= panas, Dynamic= pergerakan

Sistem adalah tempat berlangsungnya reaksi termodinamika, sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu di luar system



- ✓ Sistem terbuka : Ada pertukaran masa dan energi sistem dengan lingkungannya
- ✓ Sistem tertutup : Ada pertukaran energi tetapi tidak terjadi pertukaran masa dengan lingkungannya.
- ✓ Sistem terisolasi : Tidak ada pertukaran massa dan energi sistem dengan lingkungan



B. Hukum Termodinamika 1

Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan tetapi hanya dapat berubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lainnya

$$\Delta U = Q - W$$

Keterangan :

ΔU = perubahan energi dalam (joule)

Q = kalor (joule)

W = usaha (joule)

C. Hukum Termodinamika 2

"Kalor mengalir secara spontan dari benda bertemperatur lebih tinggi ke benda bertemperatur lebih rendah, tetapi tidak sebaliknya, kecuali pada kedua benda tersebut dilakukan pemaksaan dengan usaha luar."

Hukum termodinamika 2 membahas mengenai pembatasan perubahan energi yang dapat berlangsung dan tidak dapat berlangsung

D. Mesin Kalor dan Mesin Carno

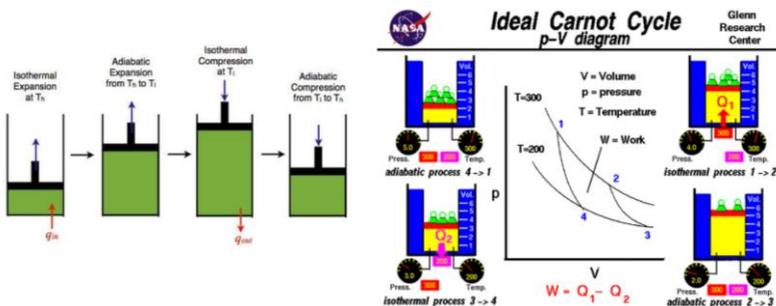
Mesin kalor bekerja dengan cara memindahkan energi dari daerah yang lebih panas ke daerah yang lebih dingin, dan dalam prosesnya, mengubah sebagian energi menjadi mekanis.

Mesin kalor bisa disebut juga Mesin Carnot. Mesin ini merupakan alat yang berfungsi mengubah energi panas menjadi energi mekanik.



E. Proses Dalam Termodinamika

Agar dapat menghasilkan usaha, mesin carnot perlu menjalani empat buah langkah yaitu 2 proses isothermal dan 2 proses adiabatik



Proses Dalam Termodinamika :

- Pertama-tama, **gas mengalami pemuaiian isothermal**. Pada saat ini, **gas menyerap kalor** Q_1 dari reservoir suhu tinggi T_1 dan melakukan usaha.
- Kemudian, **gas mengalami pemuaiian adiabatik**. Pada proses ini, **gas juga melakukan usaha**.
- Setelah melalui 2 proses pemuaiian, **gas mengalami kompresi/penyusutan isothermal**.
- **Gas membuang kalor** Q_2 ke reservoir suhu rendah T_2 . Pada proses ini, **gas mendapatkan usaha**.
- Akhirnya, di **proses terakhir gas mengalami kompresi/penyusutan adiabatik**. Pada proses ini, gas mendapatkan usaha kembali, dan kembali ke bentuk semula.
- Berhubung **proses ini mengembalikan kondisi gas ke kondisi semula**, maka **siklus ini tidak mengalami perubahan energi dalam**. Maka, persamaan termodinamikanya menjadi:

$$\Delta Q = w + \Delta U$$

$$\Delta Q = w + 0$$

$$Q_1 - Q_2 = w + \Delta U$$

- **Mesin yang ideal adalah mesin yang sanggup mengubah seluruh panas menjadi usaha**.
- Semua mesin tidak dapat mengubah seluruh panas menjadi usaha.
- Sebagian besar panas terbuang sia-sia. Sebagian lagi menjadi bunyi, getaran, atau asap dan hanya sebagian kecil yang menjadi usaha
- Siklus dibuat oleh Carnot, yang merupakan ilmuwan pertama yang menganalisis permasalahan efisiensi mesin kalor.

Mesin Carnot

$$e = (T_H - T_L / T_H) \times 100 \%$$

$$W = e Q_1$$

Keterangan :

e = efisiensi mesin Carnot (%)

T_L = suhu reservoir rendah (Kelvin)

T_H = suhu reservoir tinggi (Kelvin)

W = usaha (joule)

Q_1 = kalor masuk / diserap reservoir tinggi (joule)

Q_2 = kalor keluar / dibuang reservoir rendah (joule)

F. Mesin Pendingin

Mesin pendingin membuang kalor dari tempat dingin ke tempat panas dan membutuhkan usaha supaya proses tersebut bisa berjalan.

Usaha yang dibutuhkan untuk menjalankan mesin pendingin dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$W = Q_1 - Q_2$$

Seperti mesin Carnot, **mesin pendingin juga tidak ideal**, alias **tidak dapat mengubah semua usaha untuk membuang panas**. Ada sebagian usaha yang dilakukan terbuang menjadi panas lagi, menjadi bunyi, dan atau menjadi getaran.

Jika mesin pendingin itu ideal, maka persamaan yang berlaku adalah

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

Ketidakefisienan mesin pendingin dapat dilihat dari **koefisien performansi**. Pada dasarnya, ini adalah “**efisiensi versi mesin pendingin**”. Koefisien performansi ditunjukkan dengan

$$C_P = \frac{Q_2}{W}$$

Karena $W = Q_1 - Q_2$, maka

$$C_P = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

Atau, karena $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$, maka

$$C_P = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

kenapa angin keluaran dari AC terasa panas? **karena mesin pendingin bertugas membuang panas yang ada di dalam ruangan ke luar ruangan**

BAB X

LISTRIK STATIS

Setelah menempuh materi ini mampu menjelaskan konsep Listrik Statis dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Listrik Statis sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur



Gambar Listrik statis

A. Muatan Listri

Muatan listrik adalah muatan dasar suatu benda yang membuatnya mengalami gaya pada benda lain yang berdekatan dan memiliki muatan listrik(Ponto, 2018).

Muatan listrik diberi simbol Q , dan satuannya adalah Coulumb (C).

Jika muatan listrik didekatkan dengan muatan listrik sejenis (positif-positif, dan negatif-negatif), interaksi yang terjadi yakni **saling tolak-menolak**.

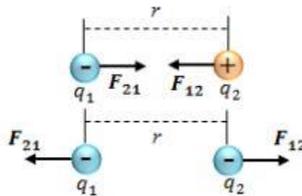
Ketika suatu muatan listrik didekatkan dengan muatan listrik tak sejenis (positif-negatif), maka akan **terjadi tarik-menarik**.



B. Hukum Coulumb

Interaksi muatan listrik yang sejenis akan tolak-menolak, sedangkan muatan yang berlainan jenis akan tarik-menarik.

Coulomb melakukan penelitian mengenai gaya yang ditimbulkan oleh dua benda yang diberi muatan listrik dan dipisahkan oleh jarak tertentu.



$$F = k \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2}$$

Keterangan:

- F = Gaya Coulumb (N)
- k = Koefesien ($9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)
- Q_1 = Muatan Pertama (C)
- Q_2 = Muatan Pertama (C)
- R = Jarak Antara muatan (m)

C. Gaya dan Medan Listrik Segaris

Medan listrik adalah daerah di sekitar partikel bermuatan listrik yang masih dipengaruhi gaya Coulumb (Anissa, n.d.).

Benda bermuatan yang menghasilkan medan listrik dinamakan muatan sumber. Muatan lain yang diletakkan dalam pengaruh medan listrik muatan sumber dinamakan muatan uji.



Besarnya kuat medan listrik (E) yang dihasilkan oleh Q didefinisikan sebagai hasil bagi antara gaya Coulomb (F) yang bekerja pada muatan uji q dengan besarnya muatan uji tersebut. Secara matematis, kuat medan listrik dirumuskan:

$$F = q \cdot E$$

Keterangan:

F = gaya listrik/gaya Coulomb (N)

q = besar muatan uji (C)

E = kuat medan listrik (N/C)

D. Energi Potensial Listrik

Jika terdapat dua benda titik bermuatan q_1 dan q_2 yang dipertahankan tetap terpisah pada jarak r , maka besar energi potensial sistem tersebut adalah:

$$E_p = k \frac{(Q \cdot q)}{r}$$

Keterangan:

E_p = Energi potensial listrik (Joule)

k = Konstanta Coulomb

Q = Muatan sumber (Coulomb)

q = Muatan uji (Coulomb)

R = Jarak antara muatan Q dan q (meter)

Potensial listrik merupakan jumlah usaha yang akan diperlukan agar bisa memindahkan unit muatan dari titik referensi ke titik tertentu di dalam lapangan tanpa menghasilkan akselerasi.

Beda potensial listrik adalah seberapa banyaknya energi listrik yang dibutuhkan untuk bisa mengalirkan muatan listrik dari ujung-ujung penghantar (RIZAL, 2021).

Untuk mencari potensial listrik, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

$$V = \frac{W}{Q}$$

Keterangan:

V = Beda potensial listrik (satuan Volt, V)

W = Energi listrik (satuan Joule, J)

Q = Muatan listrik (satuan Coulomb, C)

E. Kapasitor Keping Sejajar

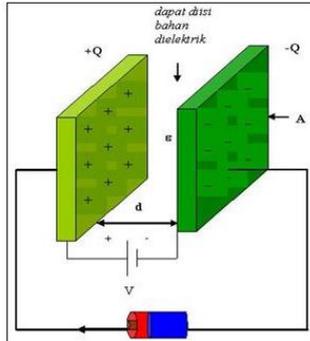
Kapasitor (kondensator) adalah : alat yang terdiri dari dua penghantar berdekatan yang dimaksudkan untuk diberi muatan sama besar dan berlawanan jenis (Dayana et al., 2021).

Dua keping (lempeng) sejajar yang diberi muatan listrik berlainan dapat menyimpan muatan listrik. Dengan kata lain, keping sejajar tersebut mempunyai kapasitas.

Kapasitas kapasitor keping sejajar :

1. sebanding dengan luas keping A,
2. sebanding dengan permitivitas bahan penyekat ϵ dan

3. berbanding terbalik dengan jarak pisah antar keping d , secara matematika dituliskan :



$$C = \epsilon \frac{A}{d} = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$$

Keterangan:

ϵ_0 = Permittivitas ruang hampa ($C^2N^{-1}m^{-2}$)

A = luas penampang keping (m^2)

D = jarak antara dua keping (m)

BAB XI

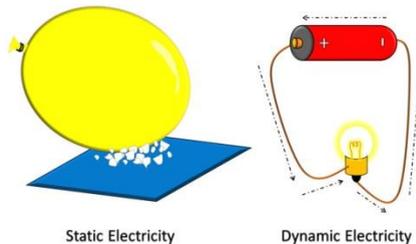
LISTRIK DINAMIS

Setelah menempuh materi ini mampu menjelaskan konsep Listrik Dinamis dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Listrik Dinamis sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur

A. Sumber Tgenagn Listrik

Listrik dinamis adalah aliran partikel bermuatan dalam bentuk arus listrik yang dapat menghasilkan energi listrik(Purba et al., 2023).

Listrik dapat mengalir dari titik berpotensi lebih tinggi ke titik berpotensi lebih rendah apabila kedua titik tersebut terhubung dalam suatu rangkaian tertutup.



Listrik dinamis artinya listrik yang **bergerak** atau **mengalir**, atau yang biasa disebut dengan **arus listrik**.

Diperlukan suatu alat yang dapat menghasilkan perbedaan tegangan atau selisih potensial listrik agar listrik dapat mengalir.

Alat yang dapat menghasilkan perbedaan tegangan listrik disebut sumber tegangan listrik (sumber listrik).



Dinamo



Batrai



Genset



Akumulator

B. Kuat Arus Listrik

Aliran listrik ditimbulkan oleh muatan listrik yang bergerak di dalam suatu penghantar. Muatan listrik dalam jumlah tertentu yang menembus penampang dari suatu penghantar dalam satuan waktu tertentu disebut sebagai kuat arus listrik.

Kuat arus listrik adalah jumlah muatan listrik yang mengalir dalam suatu penghantar tiap satuan waktu(Wibowo, 2022). Kuat arus listrik dapat dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{Q}{T}$$

Keterangan:

I = Kuat arus listrik (ampere)

Q = Muatan listrik (coloumb)

T = Waktu (detik)

C. Hambatan Listrik dan Hukum Ohm

Besar kecilnya hambatan listrik suatu bahan, dapat mempengaruhi sifat konduktor dan isolator bahan tersebut (Hidayat & others, 2022). Bahan yang memiliki hambatan lebih kecil, relatif lebih baik sebagai penghantar listrik (konduktor) dibandingkan dengan bahan yang memiliki hambatan lebih besar.

“Kuat arus yang mengalir dalam suatu penghantar listrik adalah sebanding dengan selisih potensial ujung-ujung penghantar tersebut”(Lumbantoruan, 2019)

$$R = \frac{V}{I}$$

Keterangan :

V = selisih potensial (V)

I = kuat arus (A)

R = hambatan (V/A = Ω)

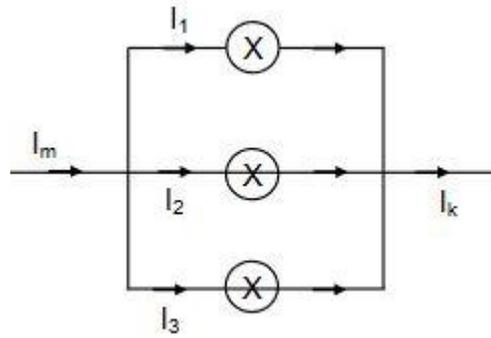
D. Hukum Kirchhoff

Jumlah kuat arus yang masuk ke suatu titik cabang, selalu sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik cabang tersebut (Fatmawati, 2013)”

$$\sum I_{\text{Masuk}} = \sum I_{\text{Keluar}}$$

Sehingga

$$I_m = I_1 + I_2 + I_3 = I_k$$



BAB XII

KEMAGNETAN

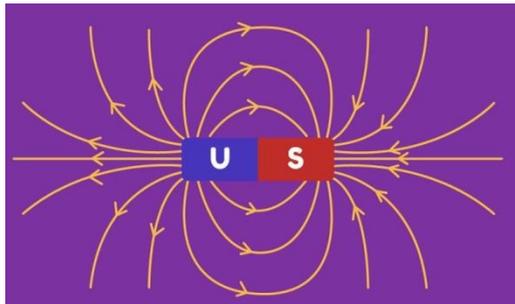
Setelah menempuh materi ini mampu menjelaskan konsep Kemagnetan dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Kemagnetan sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur

A. Gejala Kemagnetan

Pada bahan (material) magnetik dapat kita jumpai adanya kutub-kutub magnet yang dikenal sebagai kutub utara dan kutub selatan.

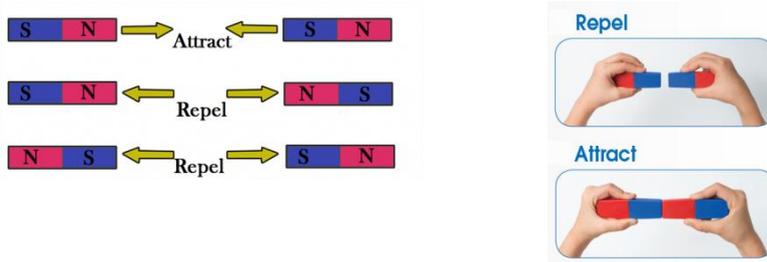
Jika bahan magnetik berbentuk batang, maka separuh bagiannya menjadi kutub utara dan separuh bagian yang lainnya menjadi kutub selatan (Putra, 2022). Di sekitar bahan magnetik terdapat medan magnet yang digambarkan dengan adanya garis-garis gaya magnetik yang berawal dari kutub utara dan berakhir di kutub selatan magnet.

Setiap garis gaya menunjukkan titik-titik yang kuat medan magnetnya sama besar.



Sifat dari kutub-kutub magnet adalah kutub-kutub yang sejenis saling tolak menolak dan kutub-kutub yang tidak sejenis saling tarik menarik.

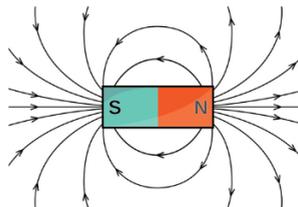
Kutub-kutub magnet tidak dapat diisolasi artinya pada setiap magnet selalu ada kutub utara dan selatan.



B. Medan Magnet

Medan magnet adalah daerah disekitar magnet yang masih dipengaruhi oleh gaya magnet (Elyakim Nova Supriyedi Patty, S.Si. et al., 2023).

What is a Magnetic Field?



Gaya magnet ini ada 2 jenis, tarik-menarik dan tolak-menolak.

Contoh: peniti dengan jarak 2-3 cm dari magnet kalau peniti masih menempel, berarti peniti tersebut berada di dalam medan magnet. Tapi ketika letakkan pada jarak yang lebih jauh, ketika peniti sudah tidak lagi tertarik dan menempel pada magnet itu artinya peniti tersebut sudah berada di luar jangkauan medan magnet.

Medan Magnet Pada Kawat Lurus

Medan magnet juga ditemui di daerah sekitar kawat yang dialiri arus listrik. Hal ini ditemukan dengan tidak sengaja oleh Hans Christian Oersted (1770-1851); di sekitar kawat berarus listrik jarum kompas yang menggunakan basis magnet akan bergerak.

Penyimpangan jarum kompas ini akan semakin besar seiring dengan semakin besarnya arus listrik yang mengalir pada kawat.



Arah pergerakan jarum kompas ini ternyata juga bergantung pada arah arus listrik yang mengalir. arus listrik yang dialiri pada kawat ini menghasilkan medan magnet yang bentuknya melingkar dan menyebabkan jarum kompas bergerak

Besarnya daya medan magnet pada kawat lurus dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$B = \frac{\mu_0 IN}{2\pi r}$$

Keterangan:

B : Medan magnet (T atau Wb/m²)

- I : Kuat arus listrik (A)
- R : Jarak titik ke kawat (m)
- μ_0 : Permeabilitas vakum (4×10^{-7} Wb/Am)
- N : Jumlah lilitan

Medan Magnet Pada Kawat Melingkar

Pada dasarnya kawat lurus berarus listrik dengan kawat melingkar berarus listrik memiliki prinsip yang sama, dimana medan magnet juga akan tetap melingkari disekeliling kawat

Besarnya daya medan magnet pada kawat melingkar berarus listrik dapat dirumuskan sebagai berikut

$$B = \frac{\mu_0 I}{2r}$$

$$B = \frac{\mu_0 IN}{2r}$$

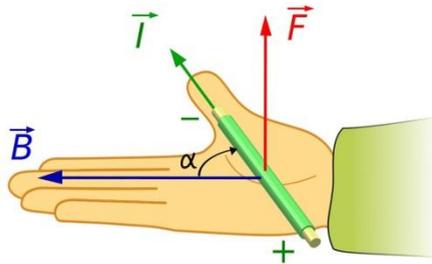
Keterangan:

- B : Medan magnet (T atau Wb/m²)
- I : Kuat arus listrik (A)
- R : Jarak titik ke kawat (m)
- μ_0 : Permeabilitas vakum (4×10^{-7} Wb/Am)
- N : Jumlah lilitan

C. Gaya Lorentz

Di dalam medan magnet pun muatan akan mendapatkan gaya magnetik. Jika gaya listrik juga dapat timbul pada muatan yang diam, maka gaya magnetik hanya timbul pada muatan yang bergerak di dalam medan magnet.

Gaya magnetik pada muatan yang bergerak di dalam medan magnet dikenal sebagai gaya Lorentz, yang mempunyai sifat yang agak berbeda dengan gaya listrik.



Persamaan rumus gaya Lorentz dapat ditulis seperti berikut:

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{v} \cdot \mathbf{B})$$

Keterangan

- F : gaya (Newton)
- B : medan magnet (Tesla)
- Q : muatan listrik (coulomb)
- V : arah kecepatan muatan (m/s)

Untuk gaya Lorentz yang ditimbulkan oleh arus listrik (I), dalam suatu medan magnet (B), rumusnya akan terlihat sebagai berikut (lihat arah gaya dalam kaidah tangan kanan):

$$\mathbf{F} = \mathbf{I} \cdot \mathbf{L} \cdot \mathbf{B}$$

Keterangan

- F : Gaya (Newton)
- I : Arus listrik (ampere)
- B : Medan magnet (Tesla)
- L : Panjang kawat listrik yang dialiri listrik (m)

Aplikasi penggunaan gaya Lorentz sudah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari di antaranya adalah:

1. Motor listrik
2. Motor listrik:
3. *Speaker*
4. *Blender*
5. Galvanometer
6. Bor listrik
7. *Mixer*
8. Mesin penyedot air
9. Mesin cuci

BAB XIII

OPTIK DAN CAHAYA

Setelah menempuh materi ini mampu menjelaskan konsep Cahaya dan Optik dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Cahaya dan Optik sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur

A. Cahaya

Cahaya adalah energi berupa gelombang elektromagnetik kasat mata yang memiliki panjang gelombang 380 hingga 750 nm (Putra, 2022).

Dalam dunia fisika, ini juga disebut sebagai radiasi elektromagnetik. Seperti gelombang elektromagnetik, cahaya tidak memerlukan medium untuk merambat. Karena itu, ini dapat melintasi ruang hampa, seperti apa yang dihasilkan matahari dan bintang sebelum akhirnya disampaikan ke Bumi.

Cahaya memiliki beberapa sifat yang harus diketahui, yaitu:

1. Cahaya dapat merambat lurus
2. Cahaya dapat dipantulkan
3. Cahaya dapat menembus benda bening
4. Cahaya dapat dibiaskan
5. Cahaya dapat diuraikan

Pembiasan cahaya merupakan peristiwa perubahan arah rambat cahaya ketika berpindah dari satu medium ke medium lain yang kerapatan optiknya berbeda. Penyebab terjadinya pembiasan cahaya dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Ketika sinar datang dari medium yang kurang rapat menuju medium yang lebih rapat maka sinar datang akan dibiaskan mendekati garis normal. Contohnya ketika sinar datang melalui medium udara menuju air.
2. Ketika sinar datang dari medium yang lebih rapat menuju medium yang kurang rapat maka sinar datang akan dibiaskan menjauhi garis normal. Contohnya ketika sinar datang melalui medium air menuju udara.

Pembiasan cahaya dijelaskan menggunakan Hukum Snellius:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_r \sin \theta_r$$

Keterangan:

n_1 = indeks bias medium tempat sinar datang

n_r = indeks bias medium yang dituju sinar

θ_1 = sudut sinar datang

θ_2 = sudut sinar bias

Setiap medium mempunyai suatu indeks bias tertentu, yang merupakan suatu ukuran seberapa besar suatu bahan membiaskan cahaya.

Indeks bias suatu zat adalah perbandingan kelajuan cahaya di udara dengan kelajuan cahaya di dalam zat tersebut (Zamroni, 2013). Kelajuan cahaya di udara selalu lebih besar daripada di dalam zat lain. Oleh karena itu, indeks bias zat lain selain udara selalu lebih besar dari 1.

Indeks bias mutlak suatu medium dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$n = \frac{c}{V}$$

Keterangan:

- n = indeks bias mutlak medium
- c = cepat rambat cahaya di ruang hampa (3×10^8 m/s)
- v = cepat rambat cahaya di dalam medium

B. Optik

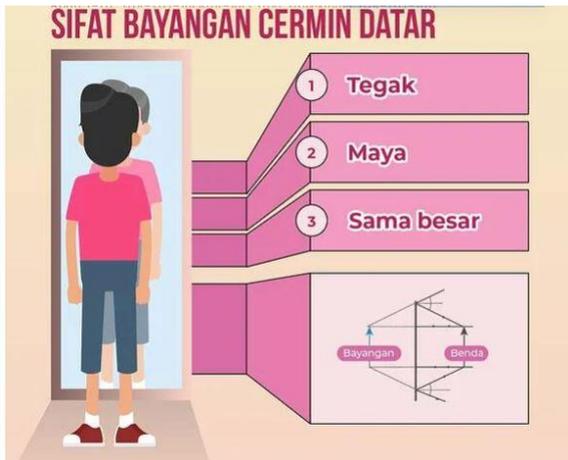
Kata optik berasal dari bahasa latin, yang artinya tampilan.

Optika adalah cabang fisika yang menggambarkan perilaku atau sifat-sifat cahaya dan interaksi cahaya dengan materi(Dewang, 2021).

Cermin Datar

Cermin datar ini menghasilkan dua macam bayangan yakni bayangan nyata dan bayangan maya (semu)(Putra, 2022).

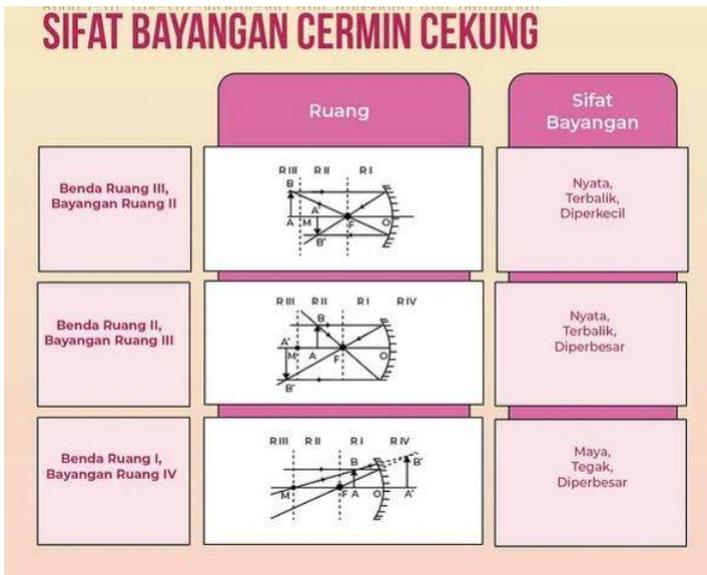
Bayangan nyata terjadi karena sinar-sinar pantulnya saling berpotongan. Nah, kalau bayangan maya (semu) itu terjadi karena terjadi perpotongan perpanjangan sinar pantul.



Cermin Cekung

Ada empat sifat bayangan yang dibentuk sama cermin cekung (Putra, 2022):

- Pertama, jumlah ruang letak benda dan letak bayangan selalu 5.
- Kedua, jika ruang bayangan lebih besar dari ruang benda, maka sifat bayangannya diperbesar.
- Ketiga, jika ruang bayangan lebih kecil dari ruang benda, maka sifat bayangannya diperkecil.
- Keempat, hanya bayangan di ruang 4 yang bersifat maya dan tegak.
- Bersifat nyata dan terbalik.



Cermin Cekung berfokus positif. Jika sobat mempunyai benda dengan jarak S dari cermin maka untuk mencari jarak bayangannya menggunakan rumus

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Keterangan

f = fokus cermin

s = jarak benda dari cermin

s' = jarak bayangan

Sedangkan perbesaran bayangannya menggunakan rumus

$$m = \frac{s'}{s} = \frac{h'}{h}$$

Keterangan

S = jarak benda dari cermin

s' = jarak bayangan

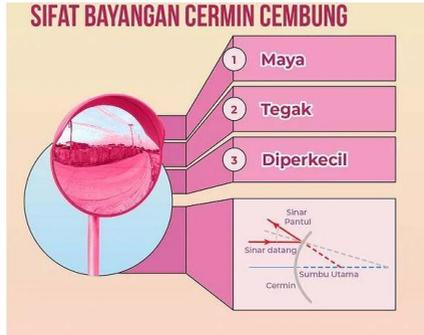
h' = tinggi bayangan

h = tinggi benda

Cermin Cembung

Cermin dengan sifat cembung digunakan dalam dunia transportasi.

Sifat yang dihasilkan oleh cermin cembung yakni maya, tegak, dan diperkecil (Putra, 2022).



Rumus atau persamaan cermin cembung mirip seperti cermin cekung hanya saja nilai fokusnya (f) negatif.

Untuk rumus perbesaran cermin cembung sama seperti cermin cekung.

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Keterangan

F = fokus cermin

s = jarak benda dari cermin

s' = jarak bayangan

Beberapa contoh alat optik antara lain:

- ✓ Kaca Pembesar (Loupe / Lup)
- ✓ Kacamata
- ✓ Teropong
- ✓ Kamera
- ✓ Mikroskop
- ✓ Proyektor
- ✓ Periskop
- ✓ Mata

BAB XIV

FISIKA MODEREN

Setelah menempuh materi ini mampu menjelaskan konsep Fisika Modern dan mengidentifikasi contoh aplikasinya di industri pangan; serta mampu mengidentifikasi permasalahan dan memilih rumus yang sesuai untuk menyelesaikan perhitungan Fisika Modern sebagai dasar keteknikan pangan secara bertanggungjawab dengan kinerja mandiri, bermutu dan terukur.

A. Fisika Modern

Fisika modern adalah salah satu cabang keilmuan fisika yang mempelajari perilaku materi dan energi pada ukuran atom dan partikel-partikel sub-atom atau gelombang(Nicolas & Suryantari, 2013).

Prinsip fisika modern mirip dengan fisika klasik, tetapi berbeda dalam hal kecepatan. Pada fisika modern, materi dianalisa pada kecepatan tinggi.

Perkembangan ilmu fisika modern dimulai pada awal abad 20 Masehi akibat ketidakmampuan fisika klasik dalam merumuskan fenomena-fenomena yang terjadi pada materi yang sangat kecil.

Fisika modern merupakan ilmu yang membahas tentang perilaku materi dan energi pada skala atomik dan partikel-partikel sub-atomik atau gelombang(Nicolas & Suryantari, 2013).

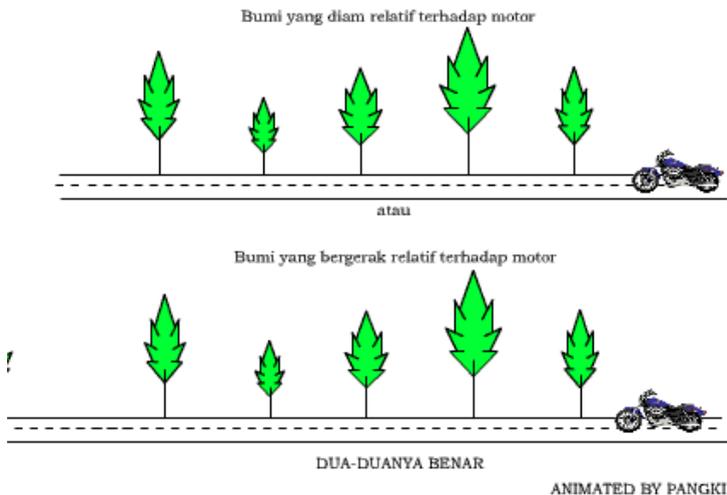
Fisika modern membahas tentang benda-benda yang ukurannya sangat kecil dan kecepatan benda mendekati kecepatan cahaya (relativitas).

B. Postulat relativitas Khusus

Teori relativitas khusus (Kurnia, 2021) didasarkan pada dua postulat Einstein, yaitu sebagai berikut:

Hukum fisika dapat dinyatakan dalam bentuk matematis yang sama, meskipun diamati dari kerangka acuan yang bergerak dengan kecepatan tetap terhadap kerangka acuan yang lain.

Kelajuan cahaya dalam ruang hampa adalah konstan untuk semua pengamat, tidak bergantung pada gerak sumber cahaya maupun pengamat.



C. Relativitas Kecepatan

Tidak ada kecepatan yang melebihi kecepatan cahaya. Rumus penjumlahan kecepatan relativitas ialah sebagai berikut:

$$v' = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 + v_2}{c^2}}$$

Keterangan:

- v_1 = Kecepatan benda 1 (m/s)
- v_2 = Kecepatan benda 2 (m/s)
- v' = Kecepatan benda 1 terhadap benda 2 (m/s); dan
- c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

D. Relativitas Panjang

Menurut teori ini, jika benda bergerak mendekati kecepatan cahaya, maka panjang benda seolah-olah tampak memendek (kontraksi panjang).

Apabila diukur oleh pengamat yang diam terhadap benda tersebut, relativitas panjang bisa dirumuskan sebagai berikut:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Keterangan:

- l = panjang benda pada kerangka bergerak (m)
- l_0 = panjang benda pada kerangka diam (m)
- v = Kecepatan benda terhadap kerangka diam (m/s); dan
- c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

E. Relativitas Massa

Massa benda yang bergerak (m) akan lebih besar daripada massa benda tersebut saat diam (m_0). Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Keterangan:

- m = Massa benda saat bergerak (Kg)
- m_0 = Massa benda saat diam (Kg)
- v = Kecepatan benda terhadap kerangka diam (m/s); dan
- c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

F. Relativitas Waktu (dilatasi)

Merupakan waktu yang diukur oleh sebuah jam yang bergerak terhadap kejadian lebih besar daripada jam yang diam terhadap kejadian. Relativitas waktu bisa dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Keterangan:

Δt = Massa benda saat bergerak (Kg)

Δt_0 = Massa benda saat diam (Kg)

v = Kecepatan benda terhadap kerangka diam (m/s); dan

c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

G. Kesetaraan Massa dan energy

Menurut Einstein, jika terjadi penyusutan massa, maka akan timbul energi. Hal ini menunjukkan adanya kesetaraan massa dan energi. Benda yang diam maupun bergerak memiliki energi.

Energi saat benda diam dan saat bergerak atau energi total dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_0 = m_0 \cdot c^2$$

$$E = m \cdot c^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Sementara itu, hubungan antara energy total, energy diam, dan energy kinetik adalah sebagai berikut:

$$E = E_0 + E_k$$

$$E = m \cdot c^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 \cdot c^2$$

Keterangan:

E = Energi Total (J)

E₀ = Energi diam (J)

m = Massa benda saat bergerak (Kg)

m₀ = Massa benda saat diam (Kg)

E_k = Energi Kinetik (J)

v = Kecepatan benda terhadap kerangka diam (m/s); dan

c = Kecepatan cahaya (3 x 10⁸ m/s)

H. Momentum Relativistik

Tiap benda yang bergerak dengan kecepatan v, memiliki momentum linier yang berbanding lurus dengan massa dan kecepatannya.

Momentum suatu benda bergerak dengan kecepatan mendekati kecepatan cahaya c, akan mengalami perubahan dalam momentum tersebut karena mengalami gejala relativitas.

Berikut rumusnya:

$$p = m \cdot v = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$E^2 = E_0^2 + (p \cdot c)^2$$

Keterangan:

p = Momentum Relativistik (Ns)

E = Energi Total (J)

E₀ = Energi diam (J)

m₀ = Massa benda saat diam (Kg)

- E_k = Energi Kinetik (J)
 v = Kecepatan benda terhadap kerangka diam (m/s); dan
 c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

DAFTAR PUSTAKA

- Andari, R. (2022). BAB 2 BESARAN, SATUAN DAN DIMENSI BESARAN. *Fisika Dasar Pada Industri*, 8.
- Anissa, I. (n.d.). *LISTRİK STATIS FISIKA XII*.
- Chusni, M. M., Rizaldi, M. F., Nurlaela, S., Nursetia, S., & Susilawati, W. (2018). Penentuan momen inersia benda silinder pejal dengan integral dan tracker. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan*, 4(1), 42–47.
- Cutnell JD, Johnson KW. 2012. *Physics 9th Edition*. New Jersey: Wiley.
- Dayana, I., Marbun, J., & Ahmad Yani, M. T. (2021). *Fisika Teknik*. Guepedia.
- David Halliday & Robert Resnick (Pantur Silaban Ph.D & Drs. Erwin Sucipto). (1989). *FISIKA*, Erlangga-Jakarta.
- Dewang, S. (2021). *OPTIKA MODERN*.
- Douglas C. Giancoli. (2001). *FISIKA*, Erlangga-Jakarta
- Drs. Lilik Hidayat Setyawan. 2004, Kamus Fisiak Bergambar, Bandung: PT Intan SejaTI
- Elyakim Nova Supriyedi Patty, S.Si., M. P., Liefson Jacobus, S.Si., M. S., Heri Sopian Hadi, S.Pd, M. P., Marlina, S.Pd, M. P., Sri Astuti Iriyani, S.Pd.I, M. P., Abdul Rahim, S.Pd., M. P., Irhas, S.Kom., M. P., Reny Refitaningsih Peby Ria, M. P., Lalu Busyairi Muhsin, M. P., Syafira Mahfuzi Ardiyati, M. P., & Mia Awaliyah, S, Pd., M. P. (2023). *PENGUKURAN ELEKTRON (Menggunakan Tabung TV dan Kumparan Helmholtz* (Issue July). Arta Media Nusantara.
- Fatmawati, S. (2013). Perumusan tujuan pembelajaran dan soal kognitif berorientasi pada revisi taksonomi bloom dalam pembelajaran fisika. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains* <https://e-journal.iain-palangkaraya.ac.id/index.php/edusains/article/view/13>
- Febrianty, W., Saputra, R. D., Al Amri, H., Rahmat, F. N., Handayani, R. D.,

& Putra, P. D. A. (2023). EKSPLOKASI KONSEP FISIKA KESETIMBANGAN BENDA TEGAR PADA PERMAINAN TRADISIONAL ENKLEK SEBAGAI BAHAN PEMBELAJARAN FISIKA. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 109–120.

Hadilla, S., Asyura, R., & Nurmasiyah, N. (2023). Kajian Konsep Termodinamika Pada Tungku Pemanas Anti Nyamuk. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(02), 153–166.

Halliday D, Resnick R, Walker J. 2014. *Fundamental of Physics 10th Edition*. New Jersey: Wiley.

Hidayat, N., & others. (2022). PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP RESISTANSI BAHAN KONDUKTOR Al, Cu dan SEMIKONDUKTOR LAPISAN TIPIS Pb (Se, Te), CdTe HASIL PREPARASI DENGAN TEKNIK EVAPORASI TERMAL THE EFFECT OF THE TEMPERATURE HEATING TO THE RESISTANCE VALUE ON THE Al, Cu and SEMICONDUCTOR M. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Terapannya*, 9(2), 21–31.

Husin, Z., Firmansyah, B., Lazuardi, E., Prasetyo, A., & Nurhasanah, N. (2014). Studi Awal Perancangan Prototipe Remotely Operated Vehicle (ROV). *Jurnal Mikrotiga*, 1(2), 31–36.

Jufrida, J., Basuki, F. R., & Rahma, S. (2018). Potensi Kearifan Lokal Geopark Merangin Sebagai Sumber Belajar Sains Di SMP. *Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(01), 1–16.

Kuhn KF. 2020. *Basic Physics: A Self-Teaching Guides 3rd Edition*. San Francisco: Jossey-Bass.

Kurnia, A. (2021). Konsep Pemahaman Teori Relativitas Khusus Einstein Tentang Pemuain Waktu. *Jurnal TEDC*, 15(2), 173–179.

Lumbantoruan, P. (2019). Uji Linieritas Antara Beda Potensial Dengan Kuat Arus Listrik Pada Beberapa Medium. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 1(1), 20–27.

Nadori, S., & Hoyi, R. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Software Aurora 3D Materi Pengukuran. *Journal Evaluation in Education (JEE)*. <https://www.cahaya->

- Nasution, S. W. R. (2019). Pengaruh Penguasaan Pengukuran Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Pada Materi Besaran Dan Satuan. *Jurnal Education and Development*, 7(4), 175–179.
- Nicolas, P., & Suryantari, R. (2013). Pengajaran Materi Fisika Material Untuk Mahasiswa Fisika. *Fisika Sains*, 1(2), 1–30.
- Novelda, M. (2022). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis QR Code pada Materi Perbandingan Dua Besaran turunan yang Berbeda (Kecepatan gerak benda dan Volume air) di Kelas V SDN 12 Lembah Melintang Pasaman Barat*. Universitas Negeri Padang.
- Paul A. Tipler (Dra. Lea Prasetyo, M.Sc. dan Rahmat W. Adi, PhD.). (1998). *FISIKA, Untuk Sains dan Teknik*, Erlangga-Jakarta.
- Ponto, H. (2018). *Dasar Teknik Listrik*. Deepublish.
- Purba, A., Situmorang, S., Simatupang, E., & Purba, A. (2023). PENGGUNAAN MODUL MULTISIM DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN LISTRIK KEPADA SISWA SMP DI KOMPLEK BEKALA ASRI MEDAN. *PASSA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Dan Desa*, 6–10.
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan media pembelajaran fisika menggunakan modul cetak dan modul elektronik pada siswa SMA. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 7(1), 17–25.
- Putra, R. M. (2022). *Cahaya dan Penerapan Sifat-Sifat Cahaya*. CV MEDIA EDUKASI CREATIVE.
- Rismawan, H., Aisiyah, M. C., & others. (2023). MENENTUKAN NILAI PERIODE, AMPLITUDO, FREKUENSI DAN MEMVISUALISASI GETARAN HARMONIK PADA PEGAS DALAM BENTUK GELOMBANG. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 8(1), 25–29.
- RIZAL, R. (2021). *PERANCANGAN LAMPU LED ELEKTRODA BERBAHAN BAKAR AIR LAUT SEBAGAI SUMBER ENERGI*.

- Sene, E. N. S. P. M. (2016). *FISIKA SMA XI: Materi Gerak* (Fungky (ed.); Pertama).
- Setyawan, H. (2020). *Modul pembelajaran SMA Kelas XI fisika: dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar*.
- Supu, I., Usman, B., Basri, S., & Sunarmi, S. (2017). Pengaruh suhu terhadap perpindahan panas pada material yang berbeda. *Dinamika*, 7(1), 62–73.
- Wibowo, K. A. (2022). *ANALISIS PENGARUH PEMBUMIHAN INSTALASI MILIK PELANGGAN TERHADAP DUAL SENSING KWHMETER PASCABAYAR 1 PHASA DENGAN SISTEM DUAL SENSING*. Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
- Widiyatun, F., Sumarni, R. A., & Kumala, S. A. (2020). Pengembangan dan Validasi Kartu Domino Besan (Besaran dan Satuan). *Prosiding Seminar Nasional Sains*, 1(1), 58–64.
- Yana, A. U., Antasari, L., & Kurniawan, B. R. (2019). Analisis pemahaman konsep gelombang mekanik melalui aplikasi online quizzz. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 7(2), 143–152.
- Yanti, N. (2017). *Penerapan model pembelajaran kooperatif terhadap hasil belajar dan berfikir kreatif siswa ditinjau dari kecerdasan matematis-logis dan kecerdasan linguistik pada pokok bahasan energi dalam sistem kehidupan*. IAIN Palangka Raya.
- Young H, Freedman R. 2008. *University Physics with Modern Physics 12th Edition*. San Francisco: Pearson.
- Zamroni, A. (2013). Pengukuran indeks bias zat cair melalui metode pembiasan menggunakan plan paralel. *Jurnal Fisika*, 3(2).
- Zulfa, F. (2021). *Inovasi Pengolahan Sampah untuk Mengatasi Permasalahan Sampah dan Bahan Baku Material serta Sumber Daya Energi*.

PROFIL PENULIS



Elyakim Nova Supriyedi Patty, S.Si., M.Pd. lahir di Mataram 5 November 1985. Menyelesaikan studi S1 dan mendapatkan gelar S.Si di Universitas Kristen Imanuel (UKRIM) Yogyakarta pada tahun 2009 dan mendapatkan gelar M.Pd. pada tahun 2011 di Universitas Sarjanawiyata Taman Siswa Yogyakarta. Bekerja di STKIP Weetebula sebagai dosen Fisika ber-NIDN dan memegang jabatan Sekertaris LPM Hingga tahun 2020. Saat ini aktif sebagai Peneliti dan Dosen tetap di program studi Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik Universitas Bumigora Mataram. E-mail

elyakim@universitasbumigora.ac.id



Liefson Jacobus, S.Si., M.Sc. lahir di Dame, 25 Desember 1973. Menyelesaikan studi S1 dan mendapatkan gelar S.Si di Universitas Kristen Imanuel (UKRIM) Yogyakarta pada tahun 2001 dan mendapatkan gelar M.Sc. pada tahun 2013 di Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Bekerja di UKRIM Yogyakarta sebagai dosen Fisika. Pernah menjabat sebagai kepala Laboratorium Fisika Dasar, Kepala Laboratorium Elektronika Dasar, Wakil Dekan III Fakultas MIPA UKRIM. Saat ini menjabat sebagai Warek Bidang Kemahasiswaan dan Alumni UKRIM Yogyakarta. E-mail

liefson@ukrimuniversity.ac.id



Agustina Purnami Setiawi, S.Pd., M.Pd. lahir di Denpasar, 20 Agustus 1986. Menyelesaikan studi S1 dan mendapatkan gelar S.Pd untuk Pendidikan Matematika di Universitas PGRI Mahadewa Indonesia (UPMI) Bali pada tahun 2009 dan mendapatkan gelar M.Pd untuk Pendidikan Matematika pada tahun 2020 di Universitas Pendidikan Ganesha (UNDIKSA) Bali. Bekerja di STKIP Weetebula sebagai dosen di Program studi Pendidikan Matematika Hingga tahun 2018. Saat ini aktif sebagai Peneliti dan Dosen tetap di program studi Teknik Informatika, STIMIKOM STELLA MARIS SUMBA.

E-mail : purnamisetiawi16@gmail.com



Bhujangga Ayu Putu Priyudahari, M.Pd. Lahir di Wonggeduku, 19 Juli 1993, Sulawesi Tenggara. Pendidikan ditempuh di SD Negeri 1 Negeri, SMP Negeri 1 Semarapura, SMA Negeri 1 Semarapura dan menyelesaikan S1 di Universitas Pendidikan Ganesha pada tahun 2015, kemudian melanjutkan Program Magister di Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 2018, dan meraih gelar Magister Manajemen Pendidikan pada tahun 2020. Saat ini aktif sebagai Dosen di Jurusan Pendidikan Komputer, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Musamus Merauke. Email : bhujanggapriyudahri@unmus.ac.id



Muhammad Lintang Cahyo Buono, M.Kom. Lahir di Merauke 16 Mei 1993, Papua Selatan. Pendidikan ditempuh di SDN Cenderawasih Merauke, SMPN 2 Merauke, SMA Abdul Wahid Hasyim Jombang, menyelesaikan S1 di Universitas Musamus Merauke pada tahun 2016, melanjutkan program magister di Universitas Diponegoro Semarang pada tahun 2018 dan meraih gelar S2 Sistem Informasi. Saat ini sebagai Peneliti dan Dosen tetap di Jurusan Pendidikan Komputer, Fakultas keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Musamus. Email : lintang@unmus.ac.id



Melkianus Suluh, M.Pd. Lahir di Sumba Barat, 26 September 1986. Menyelesaikan studi S1 dan mendapatkan gelar S.Pd di Universitas Nusa Cendana (UNDANA) Kupang pada tahun 2011 dan mendapatkan gelar M.Pd pada tahun 2015 di Universitas Negeri Yogyakarta. Saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Program Studi Pendidikan Fisika pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Katolik Weetebula. Selain sebagai dosen juga aktif melakukan penelitian pada bidang Pendidikan fisika. E-mail smelkieinstein@gmail.com



Lalu Busyairi Muhsin M.Pd. lahir di Penujak 12 Juni 1997. Menyelesaikan studi S1 dan mendapatkan gelar S.Pd di Universitas Mataram (UNRAM) pada tahun 2019 dan mendapatkan gelar M.Pd. pada tahun 2022 di Universitas Negeri Yogyakarta (UNY). Saat ini aktif sebagai Peneliti dan Dosen tetap di program studi ilmu Farmasi, Fakultas Kesehatan Universitas Bumigora Mataram. E-mail lalubusyairi@universitasbumigora.ac.id

PENGANTAR SAINS DAN TEKNOLOGI

B U K U A J A R

Buku ini berdasarkan dari Rancangan Pembelajaran Semester (RPS) mata kuliah Pengantar Sains dan Teknologi. Sebagai gambaran isi buku ini menyangkut Empat Belas (14) BAB, dengan bahasan:

- Bab 1 Besaran, Dimensi, Satuan dan Konversi
- Bab 2 Kinematika
- Bab 3 Dinamika
- Bab 4 Energi dan Momentum
- Bab 5 Kinematika dan Rotasi Benda Tegar
- Bab 6 Fluida
- Bab 7 Getaran dan Belombang
- Bab 8 Suhu dan Kalor
- Bab 9 Termodinamika
- Bab 10 Listrik Statis
- Bab 11 Listrik Dinamis
- Bab 12 Kemagnetan
- Bab 13 Optik dan Cahaya
- Bab 14 Fisika Moderen

Kehadiran buku ini tidak hanya memberikan manfaat kepada Mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan Universitas Bumigora namun juga dapat memberikan manfaat kepada mahasiswa, pendidik dan masyarakat agar buku ajar ini menjadi buku pegangan dasar berkaitan pada materi fisika dasar.