



Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Modul Belajar Mandiri

CALON GURU

Aparatur Sipil Negara (ASN)

Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK)

Bidang Studi

Ilmu Pengetahuan Alam - Fisika





Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Modul Belajar Mandiri

CALON GURU

Aparatur Sipil Negara (ASN)

Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK)

Bidang Studi

**Ilmu Pengetahuan
Alam - Fisika**



MODUL BELAJAR MANDIRI CALON GURU

Aparatur Sipil Negara (ASN)

Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK)

**Bidang Studi
Ilmu Pengetahuan Alam -
Fisika**

Penulis:

Tim GTK DIKDAS

Desain Grafis dan Ilustrasi:

Tim Desain Grafis

Copyright© 2021

Direktorat GTK Pendidikan Dasar

Direktorat Jenderal Gurudan Tenaga Kependidikan

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengopi sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan Kebudayaan

Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar peserta didik. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter Pancasila yang prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen utama dalam pendidikan sehingga menjadi fokus perhatian Pemerintah maupun Pemerintah Daerah dalam seleksi Guru Aparatur Sipil Negara (ASN) Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kontrak (PPPK).

Seleksi Guru ASN PPPK dibuka berdasarkan pada Data Pokok Pendidikan. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan mengestimasi bahwa kebutuhan guru di sekolah negeri mencapai satu juta guru (di luar guru PNS yang saat ini mengajar). Pembukaan seleksi untuk menjadi guru ASN PPPK adalah upaya menyediakan kesempatan yang adil bagi guru-guru honorer yang kompeten agar mendapatkan penghasilan yang layak. Pemerintah membuka kesempatan bagi: 1). Guru honorer di sekolah negeri dan swasta (termasuk guru eks-Tenaga Honorer Kategori dua yang belum pernah lulus seleksi menjadi PNS atau PPPK sebelumnya. 2). Guru yang terdaftar di Data Pokok Pendidikan; dan Lulusan Pendidikan Profesi Guru yang saat ini tidak mengajar.

Seleksi guru ASN PPPK kali ini berbeda dari tahun-tahun sebelumnya, dimana pada tahun sebelumnya formasi untuk guru ASN PPPK terbatas. Sedangkan pada tahun 2021 semua guru honorer dan lulusan PPG bisa mendaftar untuk mengikuti seleksi. Semua yang lulus seleksi akan menjadi guru ASN PPPK hingga batas satu juta guru. Oleh karenanya agar pemerintah bisa mencapai target satu juta guru, maka pemerintah pusat mengundang pemerintah daerah untuk mengajukan formasi lebih banyak sesuai kebutuhan.

Untuk mempersiapkan calon guru ASN PPPK siap dalam melaksanakan seleksi guru ASN PPPK, maka Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan (Ditjen GTK) mempersiapkan modul-modul pembelajaran setiap bidang studi yang digunakan sebagai bahan belajar mandiri, pemanfaatan komunitas pembelajaran menjadi hal yang sangat

penting dalam belajar antara calon guru ASN PPPK secara mandiri. Modul akan disajikan dalam konsep pembelajaran mandiri menyajikan pembelajaran yang berfungsi sebagai bahan belajar untuk mengingatkan kembali substansi materi pada setiap bidang studi, modul yang dikembangkan bukanlah modul utama yang menjadi dasar atau satu-satunya sumber belajar dalam pelaksanaan seleksi calon guru ASN PPPK tetapi dapat dikombinasikan dengan sumber belajar lainnya. Peran Kemendikbud melalui Ditjen GTK dalam rangka meningkatkan kualitas lulusan guru ASN PPPK melalui pembelajaran yang bermuara pada peningkatan kualitas peserta didik adalah menyiapkan modul belajar mandiri.

Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan Pendidikan Dasar (Direktorat GTK Dikdas) bekerja sama dengan Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) yang merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan modul belajar mandiri bagi calon guru ASN PPPK. Adapun modul belajar mandiri yang dikembangkan tersebut adalah modul yang di tulis oleh penulis dengan menggabungkan hasil kurasi dari modul Pendidikan Profesi Guru (PPG), Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB), Peningkatan Kompetensi Pembelajaran (PKP), dan bahan lainnya yang relevan. Dengan modul ini diharapkan calon guru ASN PPPK memiliki salah satu sumber dari banyaknya sumber yang tersedia dalam mempersiapkan seleksi Guru ASN PPPK.

Mari kita tingkatkan terus kemampuan dan profesionalisme dalam mewujudkan pelajar Pancasila.

Jakarta, Februari 2021

Direktur Jenderal Guru dan Tenaga
Kependidikan,



Iwan Syahril

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru Aparatur Sipil Negara (ASN) Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kontrak (PPPK) untuk 25 Bidang Studi (berjumlah 39 Modul). Modul ini merupakan salah satu bahan belajar mandiri yang dapat digunakan oleh calon guru ASN PPPK dan bukan bahan belajar yang utama.

Seleksi Guru ASN PPPK adalah upaya menyediakan kesempatan yang adil untuk guru-guru honorer yang kompeten dan profesional yang memiliki peran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar peserta didik. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter Pancasila yang prima.

Sebagai salah satu upaya untuk mendukung keberhasilan seleksi guru ASN PPPK, Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan Pendidikan Dasar pada tahun 2021 mengembangkan dan mengkurasi modul Pendidikan Profesi Guru (PPG), Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB), Peningkatan Kompetensi Pembelajaran (PKP), dan bahan lainnya yang relevan sebagai salah satu bahan belajar mandiri.

Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru ASN PPPK ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan bacaan (bukan bacaan utama) untuk dapat meningkatkan pemahaman tentang kompetensi pedagogik dan profesional sesuai dengan bidang studinya masing-masing.

Terima kasih dan penghargaan yang tinggi disampaikan kepada pimpinan Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) yang telah mengizinkan stafnya dalam menyelesaikan Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru ASN PPPK. Tidak lupa saya juga sampaikan terima kasih kepada para widyaiswara dan Pengembang Teknologi Pembelajaran (PTP) di dalam penyusunan modul ini.

Modul Belajar Mandiri

Semoga Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru ASN PPPK dapat memberikan dan mengingatkan pemahaman dan keterampilan sesuai dengan bidang studinya masing-masing.

Jakarta, Februari 2021

Direktur Guru dan Tenaga Kependidikan
Pendidikan Dasar,



Dr. Drs. Rachmadi Widdiharto, M. A
NIP. 196805211995121002

Daftar Isi

	Hlm.
Kata Sambutan	i
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	xii
Pendahuluan	13
A. Deskripsi Singkat	13
B. Peta Kompetensi	14
C. Ruang Lingkup	16
D. Petunjuk Belajar	17
Pembelajaran 1. Pembelajaran IPA dan Konsep IPBA	19
A. Kompetensi	19
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	19
C. Uraian Materi	20
1. Tata Surya	20
1. Bumi sebagai Planet	44
2. Gerhana	51
3. Pemanasan Global	53
D. Rangkuman	63
Pembelajaran 2. Kinematika dan Dinamika Gerak, serta Suhu dan Kalor	65
A. Kompetensi	65
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	65

C.	Uraian Materi	66
1.	Gerak	66
2.	Gaya	70
3.	Tekanan.....	72
4.	Energi dan Sumber Energi.....	84
5.	Pesawat Sederhana	101
6.	Suhu dan Kalor.....	106
D.	Rangkuman	123
Pembelajaran 3. Gelombang, Optik, dan Listrik Magnet		125
A.	Kompetensi	125
B.	Indikator Pencapaian Kompetensi.....	125
C.	Uraian Materi	125
1.	Getaran.....	126
2.	Gelombang	129
3.	Bunyi.....	133
4.	Cahaya	144
5.	Pembentukan bayangan pada Cermin	149
6.	Pembentukan bayangan pada Lensa	161
7.	Gangguan Indra Penglihatan	166
8.	Listrik Statis	170
9.	Medan Listrik	172
10.	Listrik Dinamis.....	174
11.	Kemagnetan.....	178
12.	Induksi Elektromagnetik	186
13.	Teknologi Kemagnetan.....	189
D.	Rangkuman	192
E.	Penutup.....	195

Daftar Gambar

Gambar 1 Pembelajaran Bahan Belajar Mandiri.....	17
Gambar 1. 1 Anggota sistem tata surya	20
Gambar 1. 2 Gambaran orbit planet	21
Gambar 1. 3 Pengelompokan planet di Tata Surya	27
Gambar 1. 4 Bagian-bagian Matahari	29
Gambar 1. 5 . Planet Merkurius	30
Gambar 1. 6 Planet Venus.....	30
Gambar 1. 7 Planet Bumi.....	31
Gambar 1. 8 Planet Mars	32
Gambar 1. 9 Planet Jupiter	32
Gambar 1. 10 Planet Saturnus	33
Gambar 1. 11 Planet Uranus	33
Gambar 1. 12 Planet Neptunus	34
Gambar 1. 13 Planet Neptunus Posisi orbit planet kerdil di tata surya	35
Gambar 1. 14 Planet Kerdil Ceres.....	35
Gambar 1. 15 Planet Kerdil Pluto dan Satelitnya.....	36
Gambar 1. 16 Planet Kerdil Haumea dan Satelitnya serta Makemake	37
Gambar 1. 17 Planet Kerdil Eris dan Satelitnya	37
Gambar 1. 18 Beberapa satelit yang ada di sistem tata surya dengan Bumi sebagai ukuran pembandingnya	38
Gambar 1. 19 Beberapa citra Asteroid yang pernah didokumentasikan.....	41
Gambar 1. 20 Komet melintasi langit senja.....	42
Gambar 1. 21 Kenampakan Meteor melintasi langit malam.....	43
Gambar 1. 22 Gerak semu harian terlihat seolah-olah Matahari mengitari Bumi	45
Gambar 1. 23 Perbedaan waktu 1 jam di Bumi setiap perbedaan sudu bujur 15o	45
Gambar 1. 24 Pembelokan angin terjadi akibat kecepatan linear Bumi di daerah tropis lebih cepat dibandingkan dengan di daerah sub tropis.....	46

Gambar 1. 25 Pembelokan arah angin diikuti oleh pembelokan arus laut	46
Gambar 1. 26 Gerak semu tahunan matahari membuat lintasan orbit matahari yang teramati pengamat Bumi cenderung sedikit bergeser ke Utara dan Selatan secara periodik.....	47
Gambar 1. 27 Perbedaan lamanya siang dan malam di daerah yang memiliki posisilintang yang berbeda pada setiap bulan.	47
Gambar 1. 28 Pergantian musim terjadi akibat Revolusi Bumi.	48
Gambar 1. 29 Acuan 1 bulan sinodis (B1-B3) dan sideris (B1-B2)	50
Gambar 1. 30 Fase-fase Bulan.....	50
Gambar 1. 31 Jenis gerhana matahari dan mekanismenya	52
Gambar 1. 32 Jenis gerhana Bulan dan mekanismenya	53
Gambar 1. 33 Video Pemanasan global.....	54
Gambar 1. 34 Indikator pemanasan global	56
Gambar 1. 35 Pemanasan global di Indonesia	57
Gambar 1. 36 Pemodelan efek rumah kaca.....	58
Gambar 1. 37 Efek rumah kaca.....	59
Gambar 1. 38 Permafrost di Artika mencair	61
Gambar 1. 39 Akibat pemanasan global	62
Gambar 2. 1 Penumpang Kereta Api	66
Gambar 2. 2 Jarak dan Perpindahan	67
Gambar 2. 3 Grafik kecepatan dan ketinggian pesawat.....	68
Gambar 2. 4 Contoh (a) Seseorang Hendak Memanah, (b) Seseorang sedang Mendorong Meja	71
Gambar 2. 5 Mobil terjebak di jalan berlumpur	72
Gambar 2. 6 Tank yang melaju di jalan berlumpur	72
Gambar 2. 7 Kaki ayam dan kaki angsa.....	73
Gambar 2. 8 Menyelam melihat pesona bawah laut.....	74
Gambar 2. 9 Rangkaian alat percobaan tekanan zat cair.....	75
Gambar 2. 10 Struktur Bendungan Air	77
Gambar 2. 11 Kapal Selam.....	77
Gambar 2. 12 Skema tekanan pada paru-paru manusia	78
Gambar 2. 13 Balon Udara	80

Gambar 2. 14 Pengangkat hidrolik mobil	81
Gambar 2. 15 Model Percobaan Pascal.....	81
Gambar 2. 16 Model Dongkrak Hidrolik	83
Gambar 2. 17 Anak bersepeda.....	84
Gambar 2. 18 Seseorang menarik peti di lantai. Usaha yang dilakukan oleh gaya F adalah $W = F s \cos \theta$	85
Gambar 2. 19 Seseorang membawa box.....	86
Gambar 2. 20 Untuk contoh: peti 50 kg ditarik sepanjang lantai.	87
Gambar 2. 21 Seseorang sedang memanah	91
Gambar 2. 22 Energi kimia terkandung dalam makanan.....	92
Gambar 2. 23 Posisi benda yang ditarik ke atas oleh sebuah Gaya	94
Gambar 2. 24 Benda menggelinding di bidang miring.....	96
Gambar 2. 25 Komposisi Sumber energi yang digunakan di Indonesia.....	97
Gambar 2. 26 Beberapa contoh penambangan hasil bumi	98
Gambar 2. 27 Gambar SEQ * ARABIC 67.Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir ..	99
Gambar 2. 28 Energi matahari ditangkap pada panel-panel solar sel untuk diubah menjadi energi listrik.	99
Gambar 2. 29 Gambar SEQ * ARABIC 69.Prinsip kerja PLTA di bendungan	100
Gambar 2. 30 Prinsip kerja pembangkit listrik dari energi tidal.....	101
Gambar 2. 31 Beberapa jenis katrol tetap.....	102
Gambar 2. 32 Katrol Majemuk.....	103
Gambar 2. 33 Contoh Roda Berporos: Roda Gigi pada sepeda motor	103
Gambar 2. 34 Contoh bidang miring: sekrup	104
Gambar 2. 35 Contoh bidang miring	104
Gambar 2. 36 Contoh Konsep Pengungkit.....	105
Gambar 2. 37 Gambar .Kalor pada api unggun dan musim salju.....	107
Gambar 2. 38 Diagram Kalibrasi skala thermometer	109
Gambar 2. 39 Perbandingan skala 2 termometer	110
Gambar 2. 40 Aliran kalor pada 2 bahan yang berbeda	119
Gambar 3. 1 Bandul Sederhana dan aplikasinya pada jam pendulum	126
Gambar 3. 2 Grafik Simpangan terhadap Arah Rambat.....	131
Gambar 3. 3 Slinky.....	131
Gambar 3. 4 Rapatan dan Renggangan pada Gelombang Longitudinal	132

Gambar 3. 5 Gelombang pada Air, (b) Gelombang pada Tali	133
Gambar 3. 6 Gelombang Bunyi yang Merambat Menuju Telinga.....	135
Gambar 3. 7 Penggaris Plastik yang Digetarkan	137
Gambar 3. 8 nada yang dihasilkan disebut Dengan Nada	139
Gambar 3. 9 Sistem sonar pada kelelawar	141
Gambar 3. 10 Ekolokasi Kelelawar	142
Gambar 3. 11 Lumba-Lumba.....	143
Gambar 3. 12 Sistem Sonar pada Lumba-Lumba	143
Gambar 3. 13 .(a) Berbagai Bunga, (b) Pemandangan Alam Gunung Bromo..	144
Gambar 3. 14 Pemantulan Baur dan Pemantulan Teratur	146
Gambar 3. 15 Proses Pemantulan Cahaya pada Cermin Datar.....	146
Gambar 3. 16 (a) Pembiasan Berkas Cahaya, (b) Pembiasan pada Sendok di dalam.....	147
Gambar 3. 17 Spektrum Elektromagnetik	149
Gambar 3. 18 Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar	150
Gambar 3. 19 Pembentukan pada Dua Buah Cermin Datar	151
Gambar 3. 20 Penampang Melintang Cermin Lengkung.....	152
Gambar 3. 21 Pemantulan pada Cermin Cekung	153
Gambar 3. 22 Pembentukan Bayangan jika Benda Berada pada Jarak Lebih dari R pada Cermin Cekung	156
Gambar 3. 23 Pembentukan Bayangan jika Benda Berada pada Titik Fokus pada Cermin Cekung	156
Gambar 3. 24 Pembentukan Bayangan jika Benda Berada di Antara Titik Fokus dan Cermin Cekung	157
Gambar 3. 25 Pembagian Ruang pada Cermin Cekung menurut Dalil Esbach	157
Gambar 3. 26 bayangan benda bila posisi benda diantara f dan M.	159
Gambar 3. 27 Lensa Cembung dan Lensa Cekung.....	161
Gambar 3. 28 Pembentukan Bayangan oleh Lensa Cembung	163
Gambar 3. 29 .Pembentukan Bayangan oleh Lensa Cekung.....	164
Gambar 3. 30 Perubahan Fokus Sinar pada Rabun Dekat	166
Gambar 3. 31 Perubahan Fokus Sinar pada Rabun Jauh.....	167
Gambar 3. 32 Huruf Tokek untuk Mengecek Kelainan Buta Warna.....	168
Gambar 3. 33 Dua Sisir Bermuatan yang digantung	170
Gambar 3. 34 Set Percobaan Coulomb	171

Gambar 3. 35 Gaya Coulomb pada Muatan Listrik.....	171
Gambar 3. 36 Garis Medan Listrik Dua Muatan.....	172
Gambar 3. 37 Muatan Q didekati Muatan Tes q_0	173
Gambar 3. 38 Rangkaian Seri Hambatan Listrik.....	175
Gambar 3. 39 Rangkaian Paralel Hambatan Listrik.....	176
Gambar 3. 40 Magnet U dan Magnet Batang	179
Gambar 3. 41 Magnet Batang yang diapungkan	180
Gambar 3. 42 interaksi dua magnet	180
Gambar 3. 43 Magnet Elementer Penyusun Magnet, (kiri) Magnet Elementer Tersebar Acak, (kanan) Magnet Elementer Tersusun pada Arah Tertentu.....	181
Gambar 3. 44 a) Susunan Magnet Elementer Besi/Baja Sebelum Menjadi Magnet, (b) Susunan Magnet Elementer Besi/Baja yang Telah Menjadi Magnet	181
Gambar 3. 45 Menggosok Magnet	182
Gambar 3. 46 Induksi Magnet	182
Gambar 3. 47 Induksi elektromagnet	183
Gambar 3. 48 Kapal Laut Disambar Petir	183
Gambar 3. 49 Arah Panah yang Mengelilingi Kawat Menunjukkan Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus	184
Gambar 3. 50 Arah Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus.....	184
Gambar 3. 51 Rangkaian Percobaan Ayunan Lorentz	185
Gambar 3. 52 Cara menentukan arah gaya Lorentz dengan menggunakan kaidah tangan kanan.....	186
Gambar 3. 53 Penerapan gaya Lorentz pada motor listrik sederhana.....	186
Gambar 3. 54 (a) Transformator Step Down, (b) Transformator Step Up.....	187
Gambar 3. 55 (kiri) Skema Rangkaian Bel Listrik, (kanan) Bel Listrik	189
Gambar 3. 56 .(kiri) Diagram Saklar Elektromagnetik (kanan) Saklar Elektromagnetik	189
Gambar 3. 57 Telepon Kawat.....	190
Gambar 3. 58 MRI (Magnetic Resonance Imaging).....	190
Gambar 3. 59 Kereta Maglev.....	191
Gambar 3. 60 Kereta Maglev Jepang dan Interior didalamnya	191

DaftarTabel

	Hlm
Label 1. 1 Hasil penghitungan eksentris dari pola yang terbentuk	23
Label 1. 2 Rata-rata orbital planet dalam tata surya	26
Label 1. 3 Satelit yang dimiliki oleh Benda Langit.....	39
Tabel 2. 1 Data hasil percobaan zat cair	76
<i>Tabel 2. 2 Jenis pengungkit.....</i>	106
Tabel 2. 3 Kalor Jenis (c) Beberapa Zat (pada tekanan 1 atm dan suhu 20oC, kecuali dinyatakan spesifikasinya).....	112
Tabel 2. 4 Kalor Jenis Gas (kkal/Kg.oC) pada tekanan (P) & volume (V) konstan	113
Tabel 2. 5 Konduktivitas termal beberapa bahan.....	120
Tabel 3. 1 Hasil pengamatan Getaran Bandul	128
Tabel 3. 2 Cepat rambat gelombang bunyi pada berbagai medium.....	136
Tabel 3. 3 Klasifikasi frekuensi bunyi	138
<i>Tabel 3. 4 Sinar Istimewa pada Cermin Cekung.....</i>	154
Tabel 3. 5 Sinar Istimewa pada Cermin Cembung	159
Tabel 3. 6 Sinar Istimewa pada Lensa Cembung	162
Tabel 3. 7 Sinar Istimewa pada Lensa Cekung.....	163

Pendahuluan

A. Deskripsi Singkat

Dalam rangka memudahkan guru mempelajarinya bahan belajar mandiri calon guru P3K, di dalam bahan belajar ini dimuat pada model kompetensi terkait yang memuat target kompetensi guru dan indikator pencapaian kompetensi.

Modul belajar mandiri Substansi Materi Fisika IPA SMP berisi pembelajaran - pembelajaran bagi calon guru P3K yang yang terdiri dari:

- Pembelajaran 1. Pembelajaran IPA dan Konsep IPBA
- Pembelajaran 2. Kinematika dan Dinamika Gerak, serta Suhu dan Kalor
- Pembelajaran 3. Gelombang, Optik, dan Listrik Magnet

Bahan belajar mandiri ini memberikan pengamalan belajar bagi calon guru P3K dalam memahami teori dan konsep dari pembelajaran dari setiap materi dan substansi materi yang disajikan.

Komponen-komponen di dalam modul belajar mandiri mandiri ini dikembangkan dengan tujuan agar calon guru P3K dapat dengan mudah memahami teori dan konsep materi Fisika, sekaligus mendorong guru untuk mencapai kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Modul belajar mandiri mandiri calon guru P3K diberikan latihan-latihan soal dan kasus beserta pembelahaasan yang bertujuan memberikan pengalaman dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan calon guru P3K.

Rangkuman pembelajaran selalu diberikan disetiap akhir pembelajaran yang berfungsi untuk memudahkan dalam membaca substansi materi esensial, mudah dalam mengingat pembelajaran dan matari-materi esensial, mudah dalam memahami pembelajaran dan matari-materi esensial, dan cepat dalam mengingat kembali pembelajaran dan matari-materi esensial

B. Peta Kompetensi

Modul belajar mandiri ini dikembangkan berdasarkan model kompetensi guru. Kompetensi tersebut dapat dijabarkan menjadi beberapa indikator. Target kompetensi menjadi patokan penguasaan kompetensi oleh guru P3K.

Kategori Penguasaan Pengetahuan Profesional yang terdapat pada dokumen model kompetensi yang akan dicapai oleh guru P3K ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Target Kompetensi Guru P3K

KOMPETENSI	INDIKATOR
Menganalisis struktur & alur pengetahuan untuk pembelajaran	1.1.1 Menganalisis struktur & alur pengetahuan untuk pembelajaran
	1.1.2 Menganalisis prasyarat untuk menguasai konsep dari suatu disiplin ilmu
	1.1.3. Menjelaskan keterkaitan suatu konsep dengan konsep yang lain

Untuk menterjemahkan model kompetensi guru, maka dijabarkanlah target kompetensi guru bidang studi yang terangkum dalam pembelajaran-pembelajaran dan disajikan dalam modul belajar mandiri Substansi Materi Fisika. Kompetensi guru bidang studi IPA dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini

Table 2. Peta Kompetensi Modul belajar mandiri Bidang Studi IPA di modul ini

KOMPETENSI GURU	INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI
Pembelajaran 1. Pembelajaran dan Konsep IPBA	
1. Memahami pengaruh perubahan struktur bumi terhadap bencana kebumihan dan mitigasinya 2. Menganalisis fenomena yang berkaitan dengan tata surya, struktur bumi, dan perubahan iklim	1. Mengelompokan anggota benda langit dalam sistem tata surya berdasarkan karakteristik yang dimilikinya 2. Mengorelasikan kondisi dan fenomena interaksi Bumi dan Bulan serta dampaknya terhadap kehidupan 3. Mengilustrasikan proses terjadinya gerhana Matahari dan gerhana Bulan secara komprehensif 4. Mengidentifikasi proses dan penyebab terjadinya pemanasan global. 5. Membuat garis besar strategi yang paling tepat untuk mengatasi pemanasan global.
Pembelajaran 2. Kinematika dan Dinamika Gerak, serta Suhu dan Kalor	
Menguasai teori dan aplikasi materi pelajaran IPA yang mencakup: Gerak, Gaya, dan Tekanan; Energi, Usaha, dan Pesawat	1. Menerapkan konsep gerak, gaya, dan tekanan dalam kehidupan sehari-hari. 2. Menerapkan konsep energi, usaha, dan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari. 3. menganalisis gerak benda dan makhluk hidup, keterkaitan gaya dengan gerak, serta tekanan hidrostatik.

<p>Sederhana; serta Suhu dan Kalor.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. menganalisis hubungan antara pemanfaatan bahan dengan sifat bahan (sifat bahan terkait konduktivitas termal, kalor laten, dll). 5. Menerapkan konsep suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari.
<p>Pembelajaran 3. Gelombang, Optik, dan Listrik Magnet</p>	
<p>Menguasai teori dan aplikasi materi pelajaran IPA yang mencakup: Gelombang, Optik, Listrik, dan Magnet.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menerapkan konsep getaran, gelombang dan bunyi dalam kehidupan sehari-hari. 2. Menerapkan konsep cahaya, Pembentukan bayangan pada cermin/lensa, dan gangguan pada indra penglihatan dalam kehidupan sehari-hari. 3. Menerapkan konsep listrik Statis, Listrik Dinamis dalam kehidupan sehari-hari. 4. Menerapkan konsep Kemagnetan, Induksi Elektromagnetik, dan teknologi kemagnetan dalam kehidupan sehari-hari.

C. ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada bahan belajar mandiri calon guru P3K ini disusun dalam dua bagian besar, bagian pertama adalah pendahuluan dan bagian berikutnya adalah pembelajaran – pembelajaran.

Bagian Pendahuluan berisi deskripsi singkat, Peta Kompetensi yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, Ruang Lingkup, dan Petunjuk Belajar. Bagian Pembelajaran terdiri dari lima bagian, yaitu bagian Kompetensi, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Latihan Soal/Kasus, dan Rangkuman.

Latihan/Kasus akan diberikan kunci dan pembahasan di bagian lampiran bahan belajar mandiri. Bahan belajar mandiri diakhiri dengan Penutup.

Petunjuk Belajar

Secara umum, cara penggunaan bahan belajar mandiri bagi calon guru P3K pada setiap Pembelajaran disesuaikan dengan skenario setiap penyajian substansi materi bidang studi. Bahan belajar mandiri ini dapat digunakan dalam kegiatan peningkatan kompetensi guru bidang studi, baik melalui untuk moda mandiri, maupun moda daring yang menggunakan konsep pembelajaran Bersama dalam komunitas pembelajaran secara daring.



Gambar 1 Pembelajaran Bahan Belajar Mandiri

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa akses ke bahan belajar mandiri dapat melalui SIMPB, dimana bahan belajar mandiri akan didapat secara mudah dan dipelajari secara mandiri oleh calon Guru P3K. Bahan belajar mandiri dapat di unduh dan dipelajari secara mandiri, system LMS akan memberikan perangkat ajar lainnya dan latihan-latihan soal yang dimungkinkan para guru untuk berlatih.

Sistem dikembangkan secara sederhana, mudah, dan ringan sehingga *user friendly* dengan memanfaatkan komunitas pembelajaran secara daring, sehingga segala permasalahan yang muncul dalam proses pembelajaran mandiri dapat di selesaikan secara komunitas, karena konsep dari bahan belajar ini tidak ada pendampingan Narasumber / Instruktur / Fasilitator sehingga komunitas pembelajaran menjadi hal yang sangat membantu guru.

Pembelajaran 1. Pembelajaran IPA dan Konsep IPBA

Sumber: Modul1. Pendidikan Profesi Guru.
Penulis: Agus Fany Chandra Wijaya (Modul 1 IPA PPG)

A. Kompetensi

Penjabaran model kompetensi yang selanjutnya dikembangkan pada kompetensi guru bidang studi yang lebih spesifik pada pembelajaran 1. Pembelajaran IPA dan Konsep IPBA, ada beberapa kompetensi guru bidang studi yang akan dicapai pada pembelajaran ini, kompetensi yang akan dicapai pada pembelajaran ini adalah guru P3K mampu:

1. Memahami pengaruh perubahan struktur bumi terhadap bencana kebumihan dan mitigasinya
2. menganalisis fenomena yang berkaitan dengan tata surya, struktur bumi, perubahan iklim, dan mitigasi bencana.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Dalam rangka mencapai kompetensi guru bidang studi, maka dikembangkanlah indikator - indikator yang sesuai dengan tuntutan kompetensi guru bidang studi.

Indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai dalam pembelajaran 1. Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa (IPBA) adalah sebagai berikut.

1. Mengelompokkan anggota benda langit dalam sistem tata surya berdasarkan karakteristik yang dimilikinya
2. Mengorelasikan kondisi dan fenomena interaksi Bumi dan Bulan serta dampaknya terhadap kehidupan.
3. Mengilustrasikan proses terjadinya gerhana Matahari dan gerhana Bulan secara komprehensif.
4. Mengidentifikasi proses dan penyebab terjadinya pemanasan global.
5. Membuat garis besar yang paling tepat untuk mengatasi pemanasan global.

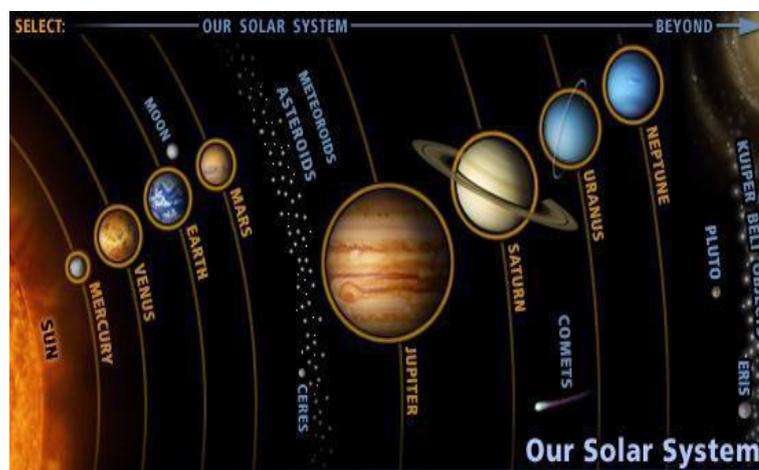
C. Uraian Materi

1. Tata Surya

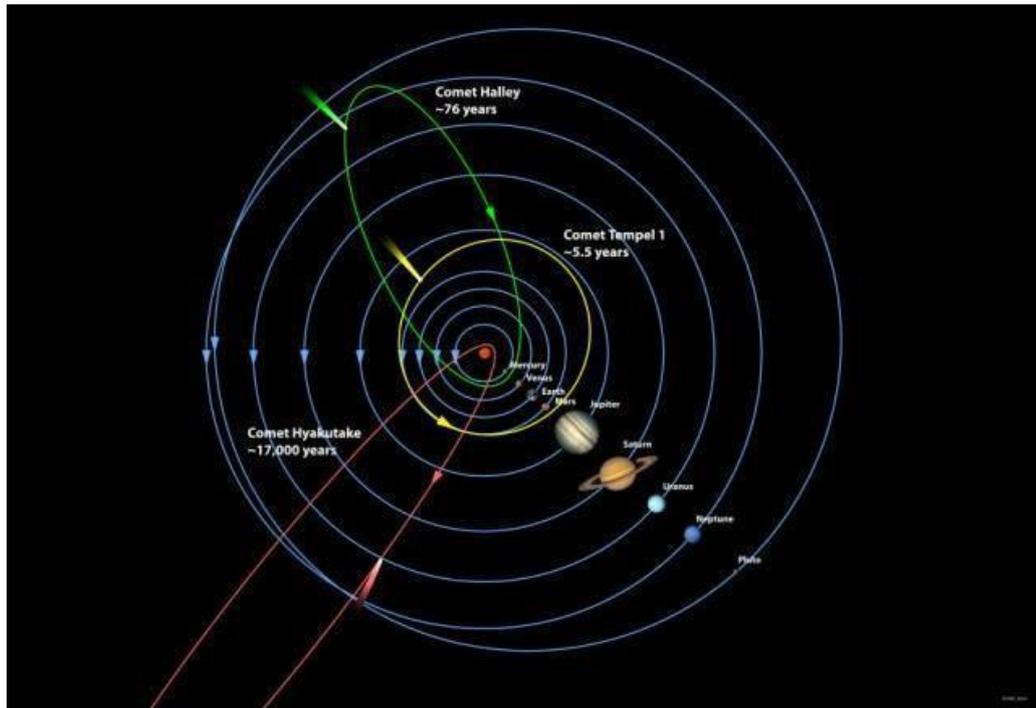
a. Tata Surya

Pernahkah Anda amati langit pada malam hari? Benda-benda apa saja yang Anda lihat di langit? Pasti Anda akan melihat ribuan benda langit. Di antara benda-benda langit tersebut ada yang disebut bintang dan ada juga yang disebut planet. Ketika pagi menjelang, masihkah Anda dapat melihat benda-benda langit tersebut? Tentu saja tidak, karena di siang hari Anda hanya dapat melihat Matahari di langit. Ketika malam datang, barulah Anda dapat melihat kembali benda-benda langit tersebut. Mengapa demikian?

Peristiwa tersebut di atas akan kita pelajari dalam bahasan ini, yaitu sistem Tata Surya. Segala sesuatu yang berkaitan dengan sistem Tata Surya akan berpengaruh terhadap sistem kehidupan di Bumi. Maha besar Tuhan yang telah menciptakan alam dengan begitu agungnya. Oleh karena itu, marilah belajar dengan sungguh-sungguh, senantiasa bersyukur serta berusaha untuk menjaga karunia-Nya sebagai wujud ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa agar kelak menjadi manusia yang cerdas dan peduli terhadap semua ciptaan Tuhan SWT (lihat Gambar 2).



Gambar 1. 1 Anggota sistem tata surya



Gambar 1. 2 Gambaran orbit planet
 Sumber: www.nasa.gov/

Bagaimanakah bentuk orbital planet-planet dalam Tata Surya?

Aktivitas 1.1 Menyelidiki orbit planet dalam Tata Surya

Diskusikan

Apa yang dapat Anda simpulkan dari gambar 1.2?

Pemodelan Orbital Planet

- 1) Buatlah kelompok kerja yang terdiri atas 4 orang.
- 2) Siapkanlah alat dan bahan sebagai berikut.

Alat dan Bahan	Jumlah
Pins (Paku payung)	2 buah
Penggaris	1 buah
Karton Ukuran 23 cm x 30 cm	1 buah
Kertas HVS A4	1 buah
Pensil	1 buah
Benang	1 buah

- 3) Lakukan langkah-langkah berikut.
- Buatlah lingkaran dari benang dengan keliling 10 cm.
 - Letakkan kertas HVS A4 di atas karton.
 - Tancapkan sebuah pines di bagian pusat kertas HVS A4, yang berfungsi sebagai pines pusat.
 - Tancapkan sebuah pines dengan jarak 2 cm dari pines pusat.
 - Letakkan lingkaran benang yang telah dibuat di atas kertas HVS dan pastikan bahwa kedua paku pines yg telah ditancapkan sebelumnya berada di dalam lingkaran tersebut.
 - Letakkan pensil ke dalam salah satu sisi lingkaran benang tersebut, dan tariklah benangnya sampai meregang.
 - Gerakkan pensil mengelilingi kedua pines tersebut. (Pastikan benangnya tidak kendur dan ujung pensil menyentuh kertas HVS, sehingga pola garisnya tergambar di atas kertas tersebut).
 - Hitunglah Eksentris (ukuran orbit dalam suatu pola lingkaran yang terbentuk), pola yang tergambar dari kegiatan tersebut dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Eksentris } (e) = \frac{\text{Jarak antara kedua pines } (d)}{\text{Panjang sumbu utama } (l)}$$

- Catat hasil penghitungan eksentris dari masing-masing pola yang terbentuk ke dalam Tabel 1.1.
- Ulangi langkah a hingga i, dengan mengubah jarak pines dan keliling lingkaran dari benang sebagai berikut.

Jarak pines 4 cm dan keliling lingkaran dari benang 14cm. Jarak pines 6 cm dan keliling lingkaran dari benang 18 cm. Jarak pines 8 cm dan keliling lingkaran dari benang 22 cm.

4) Data Hasil Pengamatan

Label 1. 1 Hasil penghitungan eksentris dari pola yang terbentuk

No.	Jarak antar pins (d)	Panjang Sumbu Utama (l)	Eksentris (d)
1	2 cm		
2	4 cm		
3	6 cm		
4	8 cm		

Diskusikan

- 5) Bagaimanakah efek perubahan jarak pins dan keliling lingkaran dari benang terhadap pola garis yang terbentuk?
- 6) Pada percobaan ke berapakah diperoleh eksentris terbesar?
- 7) Bagaimanakah cara menurunkan eksentris dalam mengonstruksi pola garis dalam percobaan tersebut?

Simpulkan

Kesimpulan apa yang dapat dibuat, apabila pins pusat dianalogikan sebagai Matahari dan pola garis yang terbentuk dianalogikan sebagai orbital-orbital planet?

Manusia telah melihat langit sejak ribuan tahun yang lalu. Pengamatan awal mencatat terkait perubahan posisi dari planet-planet dan mengembangkan ide-ide terkait tata surya yang didasarkan pada pengamatan dan kepercayaan. Saat ini, manusia juga mengetahui objek di dalam sistem tata surya mengorbit pada Matahari. Selain itu, gravitasi Matahari juga memengaruhi pergerakan benda-benda dalam sistem tata surya sebagaimana gravitasi Bumi memengaruhi pergerakan bulan yang mengorbit padanya.

Berdasarkan hasil sidang umum *International Astronomical Union* (IAU) tahun 2006, anggota Tata Surya terdiri dari:

1. Matahari
2. Planet
3. Planet Kerdil (*Dwarf Planet*)
4. Satelit
5. Benda-benda Kecil Tata Surya (*Small Solar System Bodies*)

Tata surya adalah sistem interaksi benda-benda langit yang terdiri atas Matahari sebagai pusatnya dengan benda-benda angkasa lain (planet, planet kerdil, Satelit, dan benda-benda kecil tata surya lainnya) yang mengelilingi Matahari.

Matahari merupakan pusat dari Tata Surya, dan objek inilah yang berperan besar dalam membentuk karakter Tata Surya. Planet merupakan benda angkasa yang mengorbit mengelilingi sebuah bintang (dalam hal ini Matahari) dan ia sendiri bukanlah sebuah bintang. Berdasarkan jaraknya dari Matahari, kedelapan planet Tata Surya ialah Merkurius (57,9 juta km), Venus (108 juta km), Bumi (150 juta km), Mars (228 juta km), Jupiter (779 juta km), Saturnus (1.430 juta km), Uranus (2.880 juta km), dan Neptunus (4.500 juta km). Sejak pertengahan 2008, ada lima obyek angkasa yang diklasifikasikan sebagai planet kerdil. Orbit planet-planet kerdil, kecuali Ceres, berada lebih jauh dari Neptunus. Kelima planet kerdil tersebut ialah Ceres (415 juta km. di sabuk asteroid; dulunya diklasifikasikan sebagai planet kelima), Pluto (5.906 juta km; dulunya diklasifikasikan sebagai planet kesembilan), Haumea (6.450 juta km), Makemake (6.850 juta km), dan Eris (10.100 juta km).

Enam dari kedelapan planet dan tiga dari kelima planet kerdil itu dikelilingi oleh satelit alami, yang biasa disebut dengan "bulan" sesuai dengan Bulan atau satelit alami Bumi. Masing-masing planet bagian luar dikelilingi oleh cincin planet yang terdiri dari debu dan partikel lain. Jika ditinjau berdasarkan strukturnya, komponen utama sistem Tata Surya adalah Matahari, sebuah bintang deret utama kelas G2 yang mengandung 99,86 persen massa dari

system Tata Surya dan mendominasi seluruh sistem dengan gaya gravitasinya. Jupiter dan Saturnus, dua komponen terbesar yang mengedari Matahari, mencakup kira-kira 90 persen dari komposisi massa sisa Tata Surya (90% dari 0,14%). Hampir semua objek-objek besar yang mengorbit Matahari, bidang edarnya terletak sejajar dengan bidang edaran Bumi, yang dinamai ekliptika. Kemiringan bidang edar seluruh planet terletak hampir sejajar ekliptika, sementara bidang edar komet dan objek-objek sabuk Kuiper biasanya memiliki beda sudut yang sangat besar dibandingkan ekliptika. Planet-planet dan objek-objek Tata Surya mengorbit mengelilingi Matahari berlawanan dengan arah jarum jam jika dilihat dari atas kutub utara Matahari, terkecuali Komet Halley.

Bidang Ekliptika adalah bidang edar Bumi mengelilingi Matahari

Hukum Gerakan Planet Kepler menjabarkan bahwa orbit dari objek-objek Tata Surya sekeliling Matahari bergerak mengikuti bentuk elips dengan Matahari sebagai salah satu titik fokusnya (seperti yang telah diilustrasikan dalam aktivitas 1.1.). Objek yang berjarak lebih dekat dari Matahari (sumbu *semi-mayor*-nya lebih kecil) memiliki tahun waktu yang lebih pendek. Pada orbit elips, jarak antara objek dengan Matahari bervariasi sepanjang tahun. Jarak terdekat antara objek dengan Matahari dinamai perihelion, sedangkan jarak terjauh dari Matahari dinamai aphelion. Semua objek Tata Surya bergerak tercepat di titik perihelion dan terlambat di titik aphelion. Orbit planet-planet bisa dibayangkan hampir berbentuk lingkaran, sedangkan komet, asteroid dan objek sabuk Kuiper kebanyakan orbitnya berbentuk elips.

Untuk mempermudah representasi, kebanyakan diagram Tata Surya menunjukkan jarak antara orbit yang sama antara satu dengan lainnya. Pada kenyataannya, dengan beberapa pengecualian, semakin jauh letak sebuah planet atau sabuk dari Matahari, semakin besar jarak antara objek itu dengan jalur edaran orbit sebelumnya. Sebagai contoh, Venus terletak sekitar 0,33 satuan astronomi (SA) lebih dari Merkurius, sedangkan Saturnus adalah 4,3 SA dari Jupiter, dan Neptunus terletak 10,5 SA dari Uranus. Beberapa upaya telah dicoba untuk menentukan korelasi jarak antar orbit ini (hukum

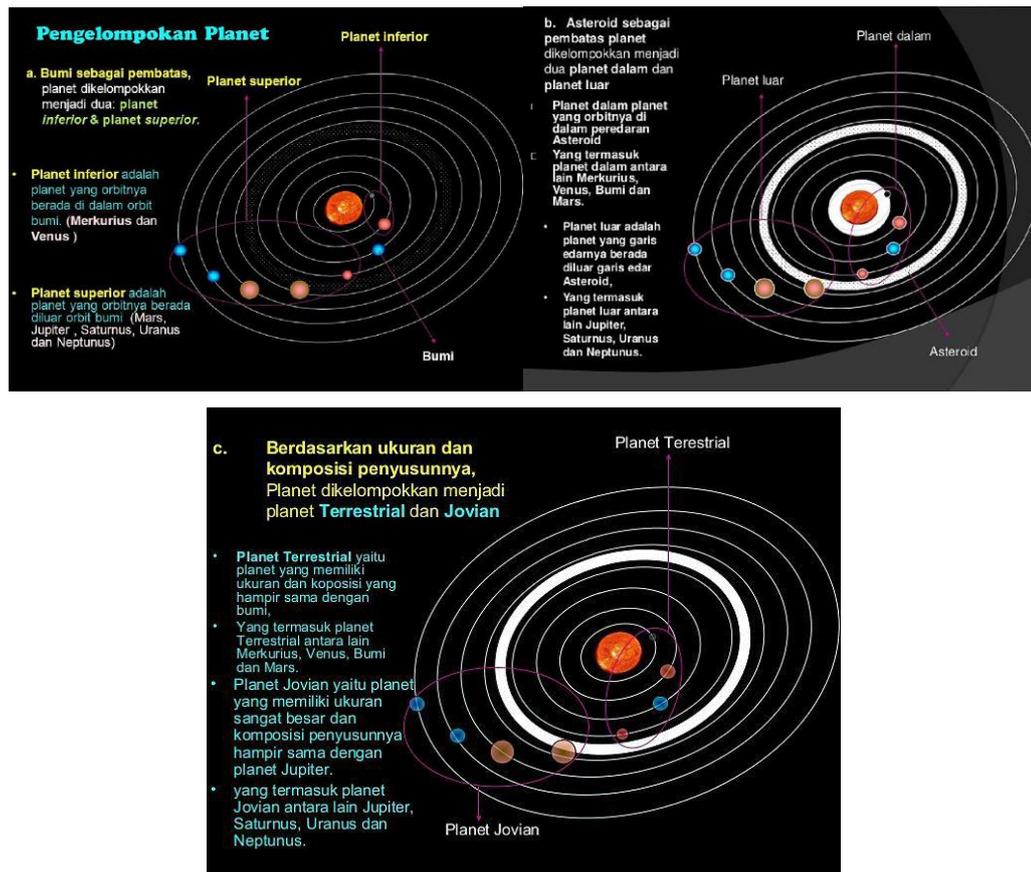
Titus-Bode), tetapi sejauh ini tidak satu teori pun telah diterima. Hampir semua planet-planet di Tata Surya juga memiliki sistem sekunder. Kebanyakan adalah benda pengorbit alami yang disebut satelit, atau bulan. Beberapa benda ini memiliki ukuran lebih besar dari planet. Hampir semua satelit alami yang paling besar terletak di orbit sinkron, dengan satu sisi satelit berpaling ke arah planet induknya secara permanen. Empat planet terbesar juga memiliki cincin yang berisi partikel-partikel kecil yang mengorbit secara serempak.

Pada awal tahun 1600an, Johannes Kepler seorang ahli matematika dari Jerman mulai mempelajari orbit planet-planet. Ia menemukan bahwa bentuk orbit planet tidak melingkar, tetapi berbentuk oval atau elips. Perhitungan lebih lanjut menunjukkan bahwa letak Matahari tidak di pusat orbit, tetapi sedikit *offset*. Kepler juga menemukan bahwa planet bergerak dengan kecepatan yang berbeda dalam orbitnya di sekitar Matahari. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 1.2 berikut.

Label 1. 2 Rata-rata orbital planet dalam tata surya

No.	Planet	Rata-rata Kecepatan Orbital (km/s)
1.	Merkurius	48
2.	Venus	35
3.	Bumi	30
4.	Mars	24
5.	Jupiter	13
6.	Saturnus	9,7
7.	Uranus	6,8
8.	Neptunus	5,4

Tabel 1.2 menunjukkan bahwa planet yang dekat dengan Matahari bergerak lebih cepat daripada planet yang jauh dari Matahari. Bidang edar planet-planet dalam mengelilingi Matahari disebut bidang edar dan bidang edar Bumi dalam mengelilingi Matahari disebut bidang ekliptika.



Gambar 1. 3 Pengelompokan planet di Tata Surya
Sumber: slideplayer.info

Gambar 1.3 menjelaskan kategorisasi pengelompokan planet, diantaranya berdasarkan posisi orbit revolusinya maka planet-planet Tata Surya dapat dikelompokkan menjadi dua, yakni: (a) planet superior dan inferior, serta (b) planet dalam dan planet luar, sedangkan jika ditinjau berdasarkan karakteristik bahan penyusunnya, maka dapat dikelompokkan sebagai: (c) planet Terrestrial dan planet Jovian.

a. Matahari

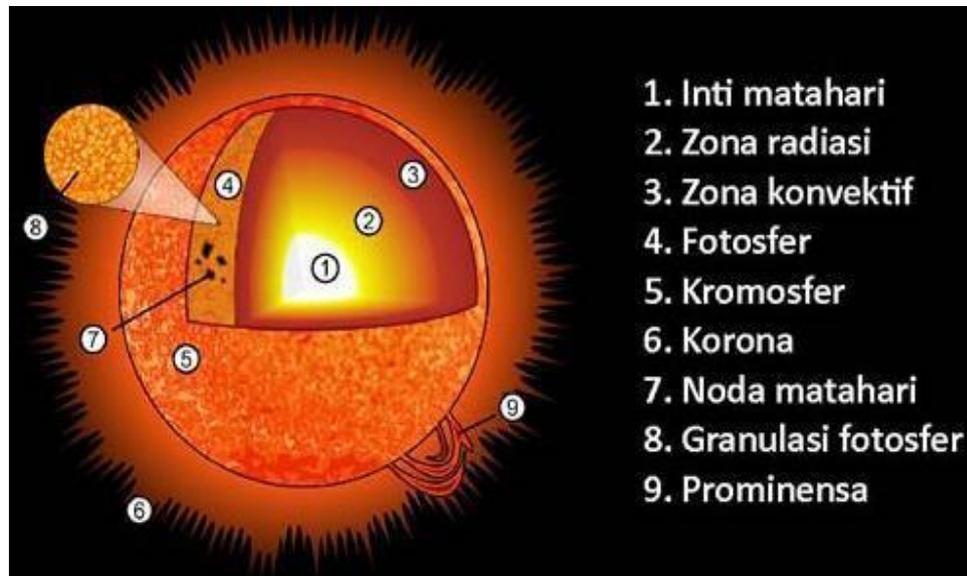
Matahari adalah bintang yang berupa bola gas panas dan bercahaya yang menjadi pusat sistem tata surya. Tanpa energi intens dan panas Matahari, tidak akan ada kehidupan di Bumi. Jarak Matahari dari bumi sekitar 150 juta kilometer, yang disepakati sebagai 1 SA (Satuan Astronomi). Bintang terdekat kedua setelah Matahari adalah *Alpha Centuri* yang berjarak 200.000 SA (4,8 tahun cahaya). Diameter Matahari sekitar 1.380.000 kilometer. Matahari

merupakan bola gas yang mempunyai suhu pada pusatnya sekitar 15.000.000 °C dan suhu permukaan sekitar 6.000 °C. Matahari adalah bintang induk Tata Surya dan merupakan komponen utama sistem Tata Surya ini. Bintang ini berukuran 332.830 massa Bumi. Massa yang besar ini menyebabkan kepadatan inti yang cukup besar untuk bisa mendukung kesinambungan fusi nuklir dan menyemburkan sejumlah energi yang dahsyat. Kebanyakan energi ini dipancarkan ke luar angkasa dalam bentuk radiasi elektromagnetik, termasuk spektrum optik.

Matahari memiliki 4 lapisan, yaitu sebagai berikut.

- 1) Inti Matahari, memiliki suhu sekitar $1,5 \times 10^7$ °C yang cukup untuk mempertahankan fusi termonuklir yang berfungsi sebagai sumber energi Matahari. Energi dari inti akan diradiasikan ke lapisan luar Matahari dan kemudian sampai ke ruang angkasa.
- 2) Fotosfer, memiliki suhu sekitar 6.000 Kelvin, dengan ketebalan sekitar 300 km. Melalui fotosfer, sebagian besar radiasi Matahari ke luar dan terdeteksi sebagai sinar Matahari yang kita amati di Bumi. Di dalam fotosfer terdapat bintik Matahari, yaitu daerah dengan medan magnet yang kuat dan dingin serta lebih gelap dari wilayah sekitarnya.
- 3) Kromosfer, memiliki suhu sekitar 4.500 Kelvin dan ketebalannya 2.000 km. Kromosfer terlihat seperti gelang merah yang mengelilingi Bulan pada waktu terjadi gerhana Matahari total.
- 4) Korona, merupakan lapisan terluar Matahari dengan suhu sekitar 1.000.000 Kelvin dan ketebalannya sekitar 700.000 km. Memiliki warna keabu-abuan yang dihasilkan dari ionisasi atom karena suhu yang sangat tinggi. Korona terlihat seperti mahkota dengan warna keabu-abuan yang mengelilingi Bulan pada waktu terjadi gerhana Matahari total.

Di antara inti dan fotosfer terdapat daerah radiasi dan daerah konveksi. Di daerah tersebut energi berpindah secara radiasi dan konveksi.



Gambar 1. 4 Bagian-bagian Matahari
Sumber: <http://blogmipa-geografi.blogspot.co.id>

b. Planet

Sampai saat ini dikenal ada delapan planet dalam sistem tata surya yaitu: Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus. Sebagai anggota tata surya, setiap planet melakukan dua gerakan yaitu:

Gerak planet berputar pada sumbunya yang disebut dengan gerak rotasi. Lamanya waktu yang diperlukan untuk melakukan satu kali rotasi disebut dengan kala rotasi

Gerakan planet mengelilingi Matahari yang disebut gerak revolusi. Lamanya waktu yang diperlukan untuk melakukan satu kali revolusi disebut kala revolusi. Lamanya kala revolusi masing-masing planet berbeda-beda tergantung dari jaraknya terhadap Matahari.

Untuk lebih jelasnya, berikut akan dipaparkan karakteristik masing-masing planet anggota Tata Surya.

1) Merkurius



Gambar 1. 5 . Planet Merkurius

Planet ini mempunyai ukuran kecil dengan massa $3,3 \times 10^{23}$ kg dan diameter sekitar 4.879 km serta hampir tidak mempunyai atmosfer, sehingga angkasanya terlihat gelap. Jaraknya dari Matahari sekitar 58 juta km. Karena tidak mempunyai atmosfer maka suhu di Merkurius sangat ekstrim, pada siang hari suhunya mencapai 427°C dan pada malam hari suhunya mencapai -184°C . Merkurius bergerak mengelilingi Matahari dengan cepat, sehingga hanya memerlukan 58 hari untuk satu kali orbit. Sedangkan kala rotasinya 59 hari. Merkurius sering disebut bintang fajar karena terkadang terbit dan terlihat di pagi hari sebelum Matahari terbit

2) Venus



Gambar 1. 6 Planet Venus

Venus dikenal sebagai bintang fajar atau bintang senja yang terlihat sangat terang. Hal ini disebabkan karena atmosfernya sangat pekat sebagian besar

berupa karbon dioksida dan awan putih sebagai akibat pembakaran asam sulfat panas. Ukuran venus hampir sama dengan bumi.

Diameternya sekitar 12.100 km dengan massa $4,9 \times 10^{24}$ kg dan jaraknya dari Matahari sekitar 108 juta km. Suhu di Venus relatif stabil pada siang dan malam hari yaitu sekitar 482°C . Planet ini memerlukan waktu 225 hari untuk satu orbit mengelilingi Matahari, sedangkan kala rotasinya 243 hari.

3) Bumi



Gambar 1. 7 Planet Bumi

Bumi dikenal sebagai planet biru karena sebagian besar permukaannya berupa air. Bumi memiliki atmosfer yang memungkinkan makhluk hidup dapat hidup di planet ini. Diameter bumi sekitar 12.700 km dengan massa 6×10^{24} kg dan jarak bumi terhadap Matahari sekitar 150 juta km atau sering disebut dengan 1 SA. Untuk satu kali orbit mengelilingi Matahari, Bumi memerlukan waktu 1 tahun (365,25 hari). Sedangkan kala rotasinya 24 jam. Bumi memiliki sebuah satelit alami yang disebut Bulan.

4) Mars

Planet mars mempunyai permukaan berupa batu-batuan yang mengandung besi oksida sehingga Mars disebut juga sebagai planet merah, mempunyai kutub es dan gunung berapi yang aktif seperti bumi. Gunung berapi terbesar bernama gunung olympus dengan ketinggian 23.000 m dari permukaan disekitarnya. Hasil penyelidikan Viking 1 dan Viking 2 diperoleh tanda-tanda kehidupan di mars pada masa lalu. Suhu rata-rata di mars -55°C . Diameter planet ini sekitar 6.800 km dengan massa $6,4 \times 10^{23}$ kg.

Kala revolusi terhadap Matahari 687 hari, sedangkan kala rotasinya 24,6 jam. Mars memiliki dua satelit yaitu Phobos dan Deimos.



Gambar 1. 8 Planet Mars

5) Jupiter



Gambar 1. 9 Planet Jupiter

Jupiter merupakan planet terbesar dengan diameter 142.860 km dan massa $1,9 \times 10^{27}$ kg. Jaraknya terhadap Matahari sekitar 778 juta km.

Kala revolusinya 12 tahun dan kala rotasinya 9,8 Jam. Jupiter mempunyai atmosfer yang terdiri dari hidrogen dan helium, mempunyai awan dari amoniak dan kristal es yang berputar kencang dalam atmosfer dengan kelajuan 200 mil per jam. Jupiter lebih mudah dilihat dari bumi karena memantulkan 70%

cahaya Matahari yang diterimanya. Cincin Jupiter sangat samar karena sebagian besar berupa kristal halus. Jupiter mempunyai 63 satelit diantaranya Io, Europa, Ganymeda dan Calisto.

6) Saturnus



Gambar 1. 10 Planet Saturnus

Saturnus mempunyai diameter 120.000 km dengan massa $5,7 \times 10^{26}$ kg. Angkasanya diselimuti oleh sabuk awan yang kaya akan hidrogen dan dapat memantulkan sinar Matahari dan suhu dipermukaan -170°C . Jarak Saturnus dari Matahari kira-kira 1.428 juta km. Saturnus dikenal sebagai planet yang mempesona karena mempunyai cincin yang berlapis terdiri dari kristal es yang lebarnya 402.000 km dan tebalnya 15 km. Kala revolusi planet ini 29,5 tahun dan kala rotasinya 10 jam 36 menit. Mempunyai 62 satelit, yang terkenal adalah Titan.

7) Uranus



Gambar 1. 11 Planet Uranus

Uranus sangat berbeda dengan planet lain karena sumbu rotasinya sebidang dengan bidang edarnya. Planet Uranus ditemukan oleh Wiliam Herschel tahun 1781. Planet ini berselubung kabut tebal yang terdiri dari gas metan. Massanya sebesar $8,7 \times 10^{25}$ kg dengan diameter 51.118 km dan jaraknya terhadap Matahari kira-kira 2.870 juta km. Mempunyai kala revolusi 84 tahun dan kala rotasinya 17 jam 14 menit. Uranus mempunyai 27 satelit diantaranya Miranda, Ariel, Umbreil, Titania dan Oberon. Planet Uranus juga ditemukan memiliki cincin, namun seperti halnya cincin Jupiter, cincin Uranus pun sulit untuk diamati dikarenakan ukurannya yang tipis.

8) Neptunus



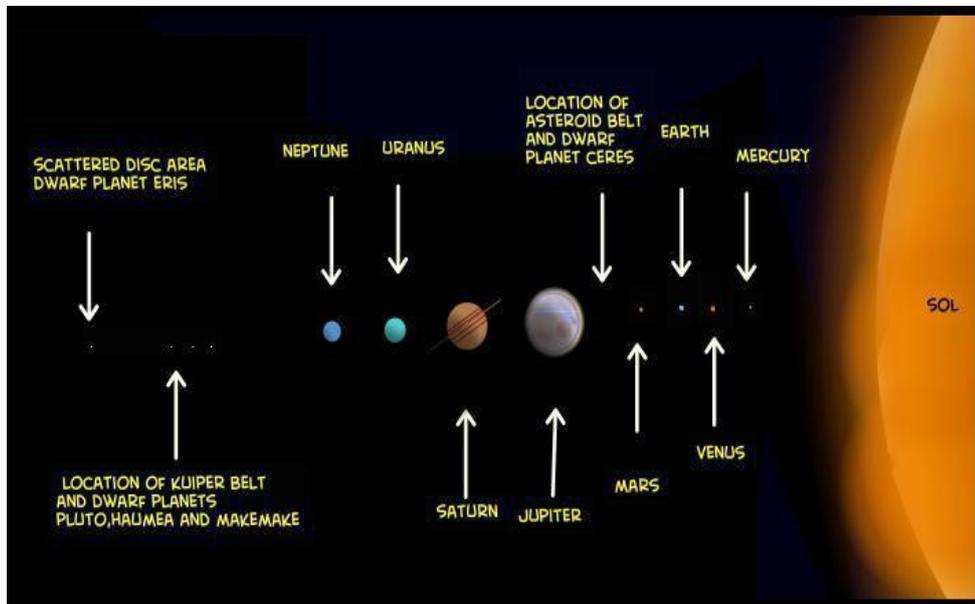
Gambar 1. 12 Planet Neptunus

Jarak Neptunus dari Matahari kira-kira 4.500 juta km dengan kala revolusi 165 tahun dan kala rotasinya 15 jam 48 menit. Diameternya 49.600 km dengan massa $1,02 \times 10^{26}$ kg. Suhu dipermukaan Neptunus kira-kira -120°C . Keadaan planet Neptunus hampir sama dengan planet uranus sehingga sering disebut planet kembar. Uranus mempunyai cincin tetapi sangat tipis. Jumlah satelit yang dimiliki sebanyak 13 buah diantaranya Triton dan Nereid.

c. Planet Kerdil (*Dwarf Planet*)

Planet Kerdil (*Dwarf Planet*) Berbeda dengan planet-planet utama tata surya yang memiliki zonasi orbit yang relatif teratur, planet kerdil tidak memiliki zonasi orbit yang khusus, teratur, maupun berurutan. Dari lima planet kerdil yang telah diidentifikasi, Ceres yang lintasan orbitnya berada di lintasan orbit

Asteroid (di antara orbit Mars dan Jupiter) merupakan planet kerdil yang terpendcil dari planet kerdil lainnya yang lintasan orbitnya berada di belakang Neptunus. Lima planet kerdil tersebut adalah: Ceres, Pluto, Haumea, Makemake, dan Eris.



Gambar 1. 13 Planet Neptunus Posisi orbit planet kerdil di tata surya

9) Ceres

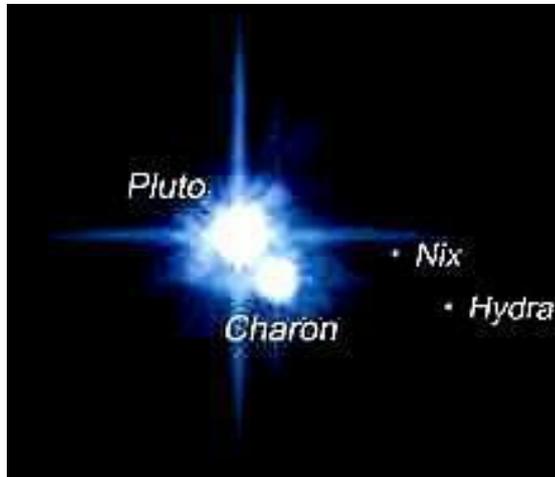


Gambar 1. 14 Planet Kerdil Ceres

Ceres (2,77 SA) adalah benda terbesar di sabuk asteroid dan diklasifikasikan sebagai planet kerdil. Diameternya adalah sedikit kurang dari 1000 km, cukup besar untuk memiliki gravitasi sendiri untuk menggumpal membentuk bundaran. Ceres dianggap sebagai planet ketika ditemukan pada abad ke 19, tetapi di-reklasifikasi menjadi asteroid pada tahun 1850an setelah observasi

lebih lanjut menemukan beberapa asteroid lagi. Ceres direklasifikasi lanjut pada tahun 2006 sebagai planet kerdil.

10) Pluto



Gambar 1. 15 Planet Kerdil Pluto dan Satelitnya

Pluto adalah objek terbesar sejauh ini di Sabuk Kuiper. Ketika ditemukan pada tahun 1930, benda ini dianggap sebagai planet yang kesembilan, definisi ini diganti pada tahun 2006 dengan diangkatnya definisi formal planet. Pluto memiliki kemiringan orbit cukup eksentrik (17 derajat dari bidang ekliptika) dan berjarak 29,7 SA dari Matahari pada titik perihelion (sejarak orbit Neptunus) sampai 49,5 SA pada titik aphelion. Tidak jelas apakah Charon, bulan Pluto yang terbesar, akan terus diklasifikasikan sebagai satelit atau menjadi sebuah planet kerdil juga. Pluto dan Charon, keduanya mengedari titik *barycenter* gravitasi di atas permukaannya, yang membuat Pluto-Charon sebuah sistem ganda. Dua bulan yang jauh lebih kecil Nix dan Hydra juga mengedari Pluto dan Charon. Pluto terletak pada sabuk resonan dan memiliki 3:2 resonansi dengan Neptunus, yang berarti Pluto mengedari Matahari dua kali untuk setiap tiga edaran Neptunus. Objek sabuk Kuiper yang orbitnya memiliki resonansi yang sama disebut plutino.

11) Haumea dan Makemake



Gambar 1. 16 Planet Kerdil Haumea dan Satelitnya serta Makemake

Haumea (memiliki jarak dari Matahari rata-rata 43,34 SA) dan Makemake (memiliki jarak dari Matahari rata-rata 45,79 SA) adalah dua objek terbesar sejauh ini di dalam sabuk Kuiper klasik. Haumea adalah sebuah objek berbentuk telur dan memiliki dua bulan. Makemake adalah objek paling cemerlang di sabuk Kuiper setelah Pluto. Pada awalnya dinamai 2003 EL61 dan 2005 FY9, pada tahun 2008 diberi nama dan status sebagai planet kerdil. Orbit keduanya berinklinasi jauh lebih membujur dari Pluto (28° dan 29°) dan lain seperti Pluto, keduanya tidak dipengaruhi oleh Neptunus, sebagai bagian dari kelompok Objek Sabuk Kuiper klasik.

12) Eris



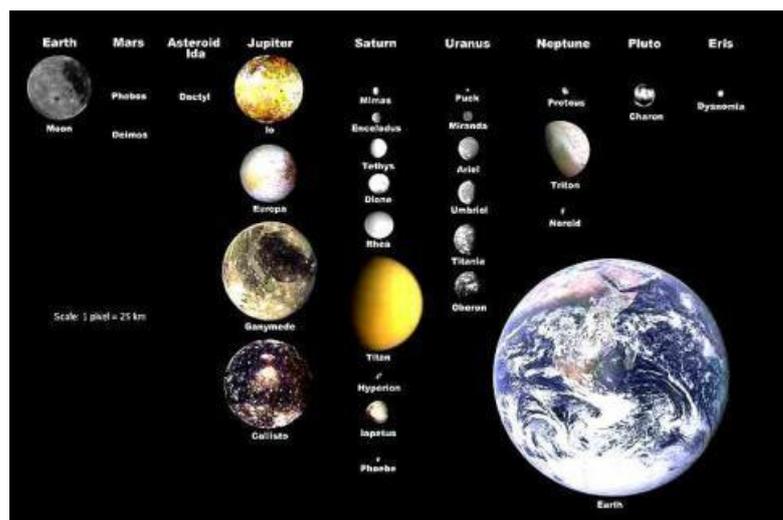
Gambar 1. 17 Planet Kerdil Eris dan Satelitnya

Eris (memiliki jarak dari Matahari rata-rata 68 SA) adalah objek piringan tersebar terbesar sejauh ini dan menyebabkan mulainya debat tentang definisi planet, karena Eris hanya 5% lebih besar dari Pluto dan memiliki perkiraan

diameter sekitar 2.400 km. Eris adalah planet kerdil terbesar yang diketahui dan memiliki satu bulan Dysnomia. Seperti Pluto, orbitnya memiliki eksentrisitas tinggi, dengan titik perihelion 38,2 SA (mirip jarak Pluto ke Matahari) dan titik aphelion 97,6 SA dengan bidang ekliptika sangat membujur.

13) Satelit

Satelit merupakan benda angkasa pengiring benda langit (planet, planet kerdil, dan benda-benda kecil tata surya) dalam mengelilingi Matahari. Sebagai pengiring benda langit, satelit melakukan 3 gerak yaitu gerak rotasi terhadap sumbunya, gerak revolusi mengelilingi benda langit yang di iringinya dan gerak revolusi bersama dengan benda langit yang di iringinya mengelilingi Matahari. Planet Merkurius dan Venus merupakan planet anggota tata surya yang tidak memiliki satelit. Bumi memiliki sebuah satelit alami yaitu Bulan. Sedangkan Ceres dan Makemake adalah planet kerdil yang tidak memiliki satelit



Gambar 1. 18 Beberapa satelit yang ada di sistem tata surya dengan Bumi sebagai ukuran pembandingnya

Hingga bulan Juli tahun 2009, telah ditemukan sebanyak 336 objek langit yang diidentifikasi sebagai satelit. Dengan sebaran sebanyak 168 satelit mengorbit enam dari delapan planet utama, 6 satelit mengorbit tiga dari lima planet kerdil, 104 satelit mengorbit asteroid, dan 58 satelit mengorbit objek trans-Neptunian (TNO), dan beberapa objek lain yang sejenis memiliki peluang untuk menjadi bagian dari planet kerdil. Bahkan hingga saat ini 150 benda-benda kecil yang berada di sistem cincin Saturnus telah teridentifikasi, namun benda-benda tersebut belum teramati secara utuh orbit nyatanya. Berikut adalah data satelit yang terdapat di sistem Tata Surya:

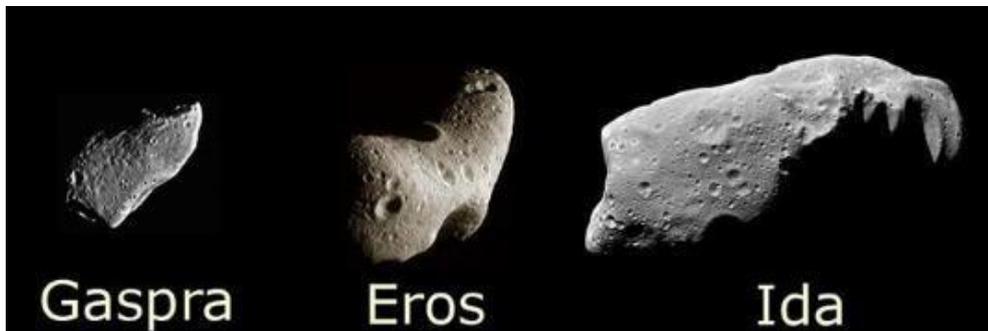
Label 1. 3 Satelit yang dimiliki oleh Benda Langit

Benda Langit	Jumlah Satelit	Nama Satelit
Bumi	1	Bulan
Mars	2	Phobos, Deimos
Jupiter	63	Metis, Andrestea, Almathea, Thebe, Io, Europa, Ganymede, Calisto, Leda, Himalia, Lysithea, Elara, Aanenke, Carme, Pasiphea, Sinope, dll
Saturnus	62	Atlas, 1980S27, 1980S26, Euphemetheus, Janus, Mimas, Enceladus, Tethys, Telesto, Calypso, Dione, Helena, Rhea, Titan, Hyperion, Iapetus, Phoebe, Pandora, dll

Uranus	27	Miranda, Titania, Oberon, Cordella, Bianca, Cressida, Desdemona, Juliet, Portia, Rosalind, Belind, Puck, Ariel, Umbriel, Caliban, Ophelia, Cordelia, Setebos, Prospero, Perdita, Stephano, Mab, Cupid, Francisco, Ferdinand, Margaret, Trinculo
Neptunus	13	Triton, Nereid, Proteus, Larissa, Galatea, Despina, Thalassa, Halimede, Neso, Naiad, Sao, Laomedeia, Psamathe
Pluto	3	Charon, Nix, Hydra
Haumera	2	Hi'iaka, Namaka
Eris	1	Dysnomia
Benda-benda kecil Tata Surya	133	S/2005 (79360) 1, 90482 Orcus I Vanth, 65489 Ceto I Phorcys, 617 Patroclus I Menoetius, 50000 Quaoar I Weywot, 90 Antiope I, 42355 Typhon I, Echidna 58534 Logos I Zoe, dll

d. Benda-benda Kecil Tata Surya

1) Asteroid



Gambar 1. 19 Beberapa citra Asteroid yang pernah didokumentasikan

Asteroid secara umum adalah obyek Tata Surya yang terdiri dari batuan dan mineral logam beku. Sabuk asteroid utama terletak di antara orbit Mars dan Jupiter, berjarak antara 2,3 dan 3,3 SA dari Matahari, diduga merupakan sisa dari bahan formasi Tata Surya yang gagal menggumpal karena pengaruh gravitasi Jupiter. Gugusan dari ratusan ribu asteroid ini disebut sabuk asteroid. Asteroid tersusun atas senyawa carbon, nikel dan besi. Diantara ribuan asteroid yang mempunyai ukuran paling besar adalah Pallas, Vesta, Apolo, Troygan, Hygia, Karus dan Divida. Orbit asteroid bervariasi ada yang berbentuk lingkaran dan adapula yang sangat lonjong. Asteroid Jearus adalah asteroid yang pernah mendekati bumi sampai jarak beberapa ribu kilometer. Asteroid Apolo mempunyai orbit memotong orbit bumi. Troygan merupakan asteroid yang mempunyai orbit yang mengikuti orbit Jupiter pada jarak yang sama dengan jarak jupiter dari Matahari. Orbit asteroid yang memotong planet mars disebut *mars-crossers*. Gradasi ukuran asteroid adalah ratusan kilometer sampai mikroskopis. Semua asteroid, kecuali Ceres yang terbesar, diklasifikasikan sebagai benda kecil Tata Surya. Beberapa asteroid seperti Vesta dan Hygiea mungkin akan diklasifikasi sebagai planet kerdil jika terbukti telah mencapai kesetimbangan hidrostatis.

Sabuk asteroid terdiri dari beribu-ribu, mungkin jutaan objek yang berdiameter satu kilometer. Meskipun demikian, massa total dari sabuk utama ini tidaklah lebih dari seperseribu massa Bumi. Sabuk utama tidaklah rapat, kapal ruang

angkasa secara rutin menerobos daerah ini tanpa mengalami kecelakaan. Asteroid yang berdiameter antara 10 dan 10^{-4} m disebut meteorid

2) Komet

Komet/bintang berekor merupakan anggota sistem tata surya kita yang mempunyai lintasan sangat lonjong. Benda-benda ini memiliki eksentrisitas orbit tinggi, secara umum perihelion-nya terletak di planet-planet bagian dalam dan letak aphelion-nya lebih jauh dari Pluto. Komet berasal dari bahasa

Yunani *Komet* yang berarti rambut. Komet tersusun atas senyawa-senyawa amonia, metana, air dan silikat yang biasanya dikenal sebagai es volatil. Bagian komet terdiri dari kepala yang merupakan bagian padat dan ekor komet yang berupa gas yang selalu menjauhi Matahari dan berubah-ubah ukurannya. Saat sebuah komet memasuki Tata Surya bagian dalam, dekatnya jarak dari Matahari menyebabkan permukaan esnya bersublimasi dan berionisasi, yang menghasilkan koma, ekor gas dan debu panjang, yang sering dapat dilihat dengan mata telanjang.



Gambar 1. 20 Komet melintasi langit senja

Komet yang paling terkenal adalah Komet Halley (ditemukan oleh Edmunt Halley astronom Inggris) yang muncul setiap 76 tahun sekali. Salah satu keluarga komet Jupiter yang pernah terlihat dari bumi adalah Somaker Levy 5 (SL5). Komet berperiode pendek memiliki kelangsungan orbit kurang dari dua ratus tahun. Sedangkan komet berperiode panjang memiliki orbit yang

berlangsung ribuan tahun. Komet berperiode pendek dipercaya berasal dari Sabuk Kuiper, sedangkan komet berperiode panjang, seperti Hale-bopp, berasal dari Awan Oort. Banyak kelompok komet, seperti Kreutz Sungrazers, terbentuk dari pecahan sebuah induk tunggal. Sebagian komet berorbit hiperbolik mungkin berasal dari luar Tata Surya, tetapi menentukan jalur orbitnya secara pasti sangatlah sulit. Komet tua yang bahan volatilesnya telah habis karena panas Matahari sering dikategorikan sebagai asteroid.

3) Meteor

Meteor adalah benda angkasa yang masuk dalam atmosfer bumi (karena pengaruh gravitasi bumi) dan berpijar karena bergesekan dengan atmosfer



Gambar 1. 21 Kenampakan Meteor melintasi langit malam

Meteor biasa disebut bintang beralih atau bintang pindah. Bagian pecahan meteor yang tidak habis terbakar dalam atmosfer dan dapat mencapai permukaan bumi disebut meteorit. Contoh meteorit yang jatuh di Arizona Amerika Serikat dan membentuk kawah yang disebut *BaringgerCrater* dengan diameter 1.200 m dan kedalaman 200 m.

1. Bumi sebagai Planet

Setiap hari kita menyaksikan fajar terbit dari arah timur dan tenggelam di arah barat, kemudian malam menjelang. Apakah benar bahwa Matahari bergerak dari arah timur ke arah barat? Dahulu orang beranggapan bahwa, Bumi adalah pusat alam semesta. Mereka juga meyakini bahwa Matahari bergerak mengelilingi Bumi. Akan tetapi, keyakinan itu tertumbangkan ketika tahun 1543, Nicholas Copernicus mempublikasikan bahwa Bulan bergerak mengelilingi Bumi, sedangkan Bumi dan planet-planet lainnya bergerak mengelilingi Matahari.

Gagasan lainnya yang tidak benar adalah banyak orang meyakini bahwa Bumi itu datar. Oleh karena itu, mereka takut apabila mereka berlayar cukup jauh ke laut, mereka akan jatuh dari ujung dunia. Bagaimana Anda mengetahui bahwa keyakinan tersebut tidak benar? Atau mengetahui hal itu tidak benar? Bagaimana ilmuwan menentukan bentuk sebenarnya dari Bumi?

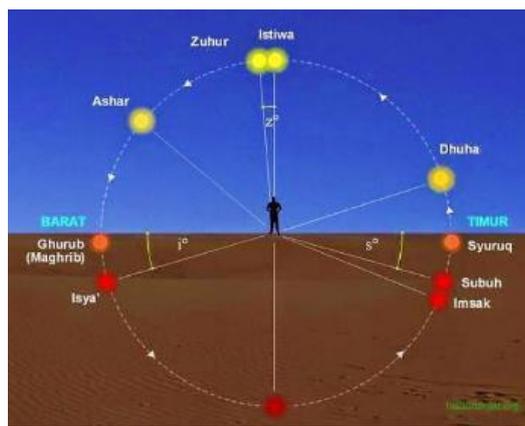
Selama bertahun-tahun para pelaut mengamati bahwa hal yang pertama kali mereka lihat di laut adalah puncak kapal. Hal ini menunjukkan bahwa Bumi berbentuk bulat. Begitu pula pada tahun 1522, Magelhaen telah membuktikan bahwa Bumi berbentuk bulat. Waktu itu dia mengadakan pelayaran dengan arah lurus, kemudian dia berhasil kembali ke tempat awal dia berlayar.

Astronot telah melihat dengan jelas bentuk Bumi. Astronot dari atas melihat bahwa terdapat sedikit tonjolan di khatulistiwa dan terdapat bagian Bumi yang rata di bagian kutubnya. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk Bumi tidak benar-benar bulat, akan tetapi sedikit lonjong. Bumi berdiameter sekitar 12.742 km.

a) Rotasi Bumi

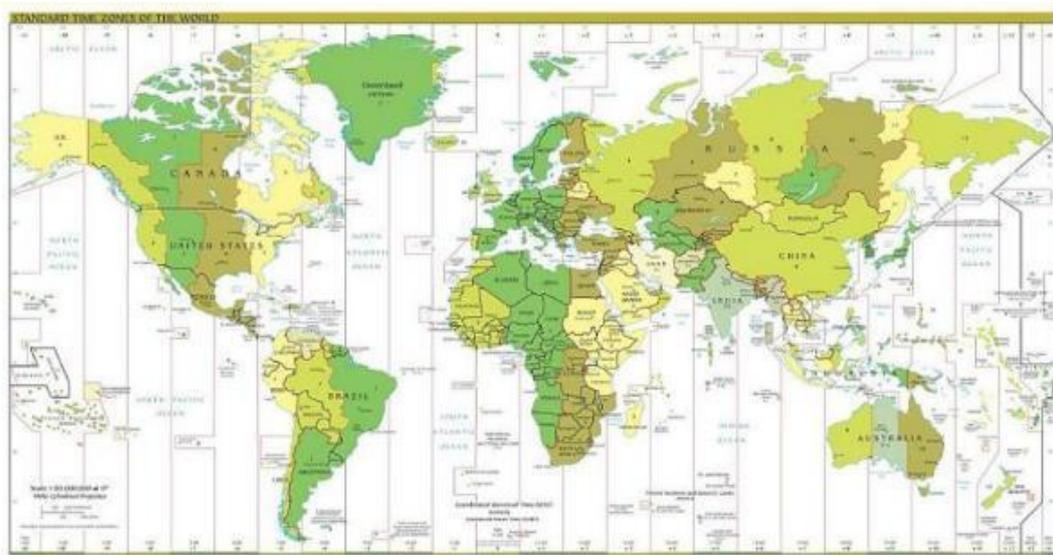
Rotasi Bumi adalah perputaran Bumi pada porosnya. Sedangkan kala rotasi Bumi adalah waktu yang diperlukan Bumi untuk sekali berputar pada porosnya, yaitu 23 jam 56 menit. Bumi berotasi dari barat ke timur. Aktivitas yang telah Anda lakukan adalah salah satu akibat dari rotasi Bumi, yaitu terjadinya siang dan malam. Adapun akibat lain dari rotasi Bumi adalah sebagai berikut.

1) Gerak semu harian Matahari.



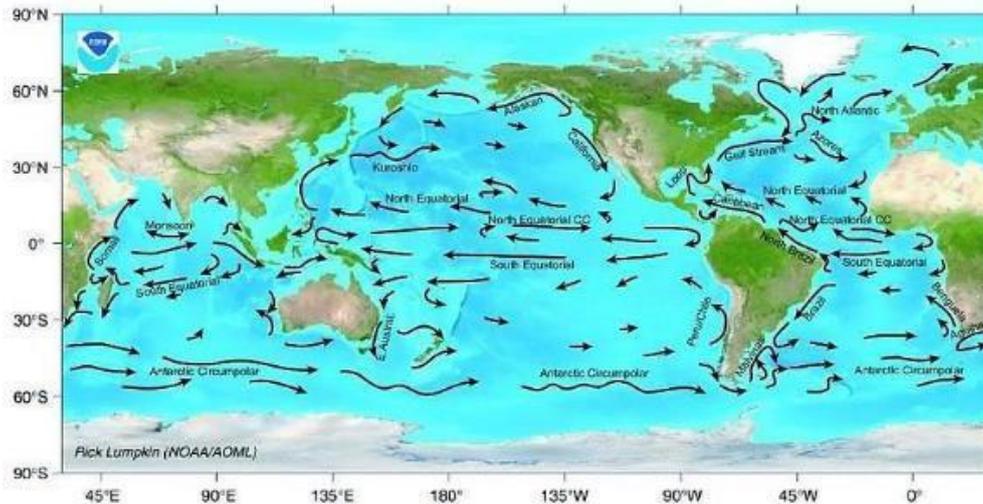
Gambar 1. 22 Gerak semu harian terlihat seolah-olah Matahari mengitari Bumi

2) Perbedaan waktu.



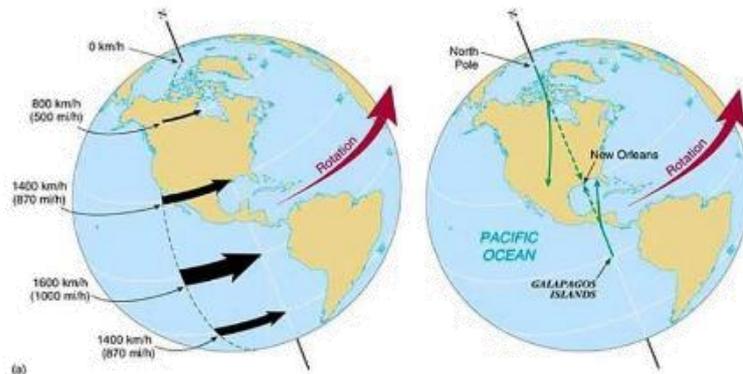
Gambar 1. 23 Perbedaan waktu 1 jam di Bumi setiap perbedaan sudu bujur 15o

3) Pembelokan arah angin.



Gambar 1. 24 Pembelokan angin terjadi akibat kecepatan linear Bumi di daerah tropis lebih cepat dibandingkan dengan di daerah sub tropis.

4) Pembelokan arah arus laut.



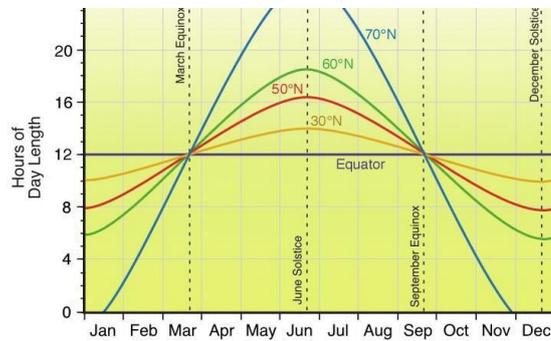
Gambar 1. 25 Pembelokan arah angin diikuti oleh pembelokan arus laut

b) Revolusi Bumi

Revolusi Bumi adalah perputaran (peredaran) Bumi mengelilingi Matahari. Kala revolusi Bumi adalah waktu yang diperlukan oleh Bumi untuk sekali berputar mengelilingi Matahari, yaitu 365,25 hari atau 1 tahun. Bumi berevolusi dengan arah yang berlawanan dengan arah perputaran jarum jam.

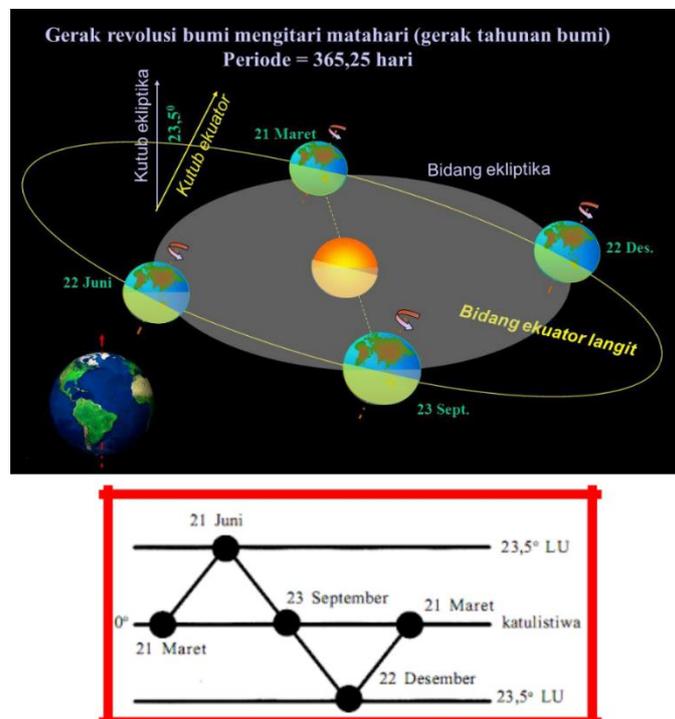
Akibat dari revolusi Bumi, yaitu sebagai berikut.

- 1) Terjadinya gerak semu tahunan Matahari



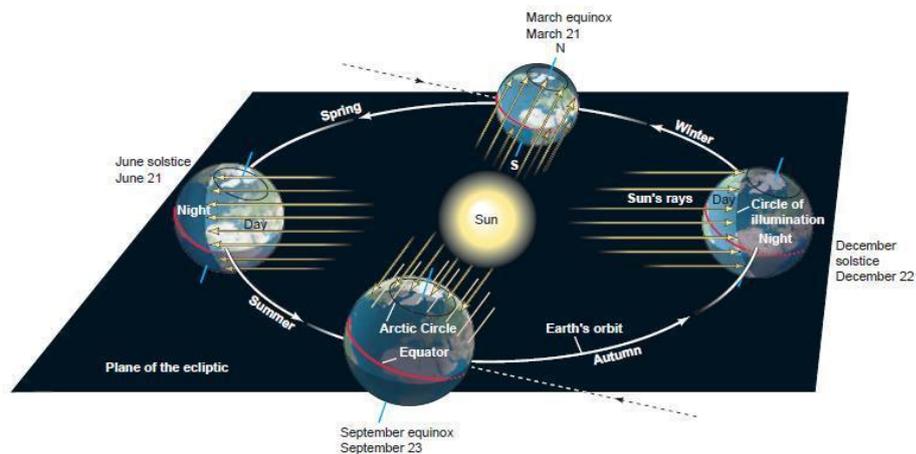
Gambar 1. 26 Gerak semu tahunan matahari membuat lintasan orbit matahari yang teramati pengamat Bumi cenderung sedikit bergeser ke Utara dan Selatan secara periodik.

- 2) Perbedaan lamanya siang dan malam.



Gambar 1. 27 Perbedaan lamanya siang dan malam di daerah yang memiliki posisilintang yang berbeda pada setiap bulan.

3) Pergantian musim



Gambar 1. 28 Pergantian musim terjadi akibat Revolusi Bumi.

c) Kondisi Bulan

Bulan adalah benda langit yang terdekat dengan Bumi sekaligus merupakan satelit Bumi. Karena Bulan merupakan satelit, maka Bulan tidak dapat memancarkan cahaya sendiri melainkan memancarkan cahaya Matahari. Sebagaimana dengan Bumi yang berputar dan mengelilingi Matahari, Bulan juga berputar dan mengelilingi Bumi.

Bulan berbentuk bulat mirip seperti planet. Permukaan bulan berupa dataran kering dan tandus, banyak kawah, dan juga terdapat pegunungan dan dataran tinggi. Bulan tidak memiliki atmosfer, sehingga sering terjadi perubahan suhu yang sangat drastis. Selain itu, bunyi tidak dapat merambat, tidak ada siklus air, tidak ditemukan makhluk hidup, dan sangat gelap gulita.

Bulan melakukan tiga gerakan sekaligus, yaitu rotasi, revolusi, dan bergerak bersama-sama dengan Bumi untuk mengelilingi Matahari. Kala rotasi Bulan sama dengan kala revolusinya terhadap Bumi, yaitu 27,3 hari. Oleh karena itu, permukaan Bulan yang menghadap ke Bumi selalu sama. Dampak dari pergerakan bulan di antaranya adalah sebagai berikut.

1) Pasang Surut Air Laut

Pasang adalah peristiwa naiknya permukaan air laut, sedangkan surut adalah peristiwa turunnya permukaan air laut. Pasang surut air laut terjadi akibat pengaruh gravitasi Matahari dan gravitasi Bulan. Akibat Bumi berotasi pada sumbunya, maka daerah yang mengalami pasang surut bergantian sebanyak dua kali. Ada dua jenis pasang air laut, yaitu pasang purnama dan pasang perbani.

Pasang adalah peristiwa naiknya permukaan air laut.

Surut adalah peristiwa turunnya permukaan air laut.

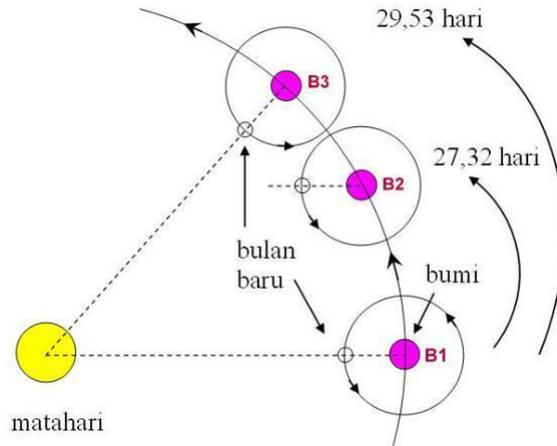
Pasang Purnama dipengaruhi oleh gravitasi Bulan dan terjadi ketika Bulan purnama. Pasang ini menjadi maksimum ketika terjadi gerhana Matahari. Hal ini karena dipengaruhi oleh gravitasi Bulan dan Matahari yang mempunyai arah yang sama atau searah.

Pasang Perbani, yaitu ketika permukaan air laut turun serendah-rendahnya. Pasang ini terjadi pada saat Bulan kuartir pertama dan kuartir ketiga. Pasang perbani dipengaruhi oleh gravitasi Bulan dan Matahari yang saling tegak lurus

2) Pembagian Bulan

Ada dua pembagian bulan, yaitu bulan sideris dan bulan sinodis. Waktu yang dibutuhkan bulan untuk satu kali berevolusi sekitar 27,3 hari yang disebut kala revolusi sideris (satu bulan sideris).

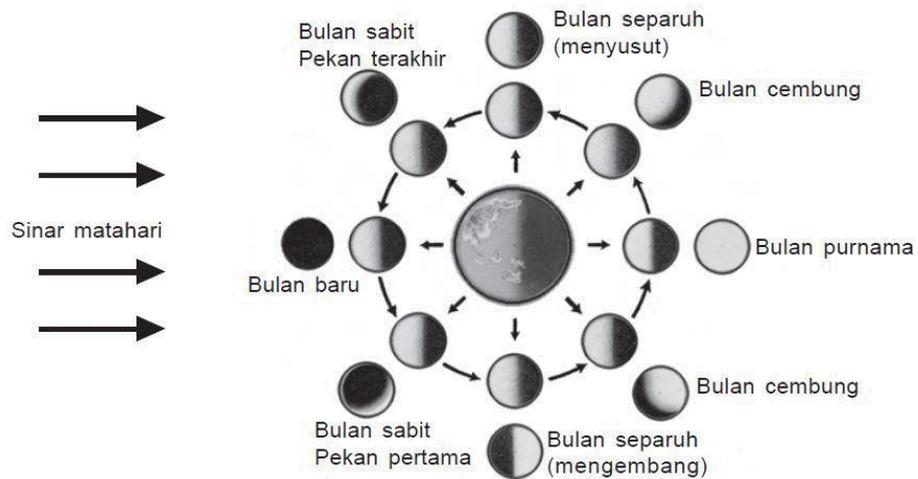
Tetapi karena Bumi juga bergerak searah gerak Bulan, maka menurut pengamatan di Bumi waktu yang dibutuhkan Bulan untuk melakukan satu putaran penuh menjadi lebih panjang dari kala revolusi sideris, yaitu sekitar 29,5 hari yang disebut kala revolusi sinodis (satu bulan sinodis). Kala revolusi sinodis dapat ditentukan melalui pengamatan dari saat terjadinya Bulan baru sampai Bulan baru berikutnya. Satu bulan sinodis digunakan sebagai dasar penanggalan Komariyah (penanggalan Islam).



Gambar 1. 29 Acuan 1 bulan sinodis (B1-B3) dan sideris (B1-B2)
Sumber: aliboron.wordpress.com

3) Fase-fase Bulan

Fase-fase Bulan merupakan perubahan bentuk-bentuk Bulan yang terlihat di Bumi. Hal ini dikarenakan posisi relatif antara Bulan, Bumi, dan Matahari.



Gambar 1. 30 Fase-fase Bulan
Sumber: <http://www.pakmono.com>

Fase-fase Bulan dijelaskan sebagai berikut.

- Bulan baru terjadi ketika posisi Bulan berada di antara Bumi dan Matahari. Selama Bulan baru, sisi Bulan yang menghadap ke Matahari nampak terang dan sisi yang menghadap Bumi nampak gelap.
- Bulan sabit terjadi ketika bagian Bulan yang terkena sinar Matahari sekitar seperempat, sehingga permukaan Bulan yang terlihat di Bumi hanya seperempatnya.
- Bulan separuh terjadi ketika bagian Bulan yang terkena sinar Matahari sekitar separuhnya, sehingga yang terlihat dari Bumi juga separuhnya (kuartir pertama).
- Bulan cembung terjadi ketika bagian Bulan yang terkena sinar Matahari tiga perempatnya, yang terlihat dari Bumi hanya tiga perempat bagian Bulan. Akibatnya, kita dapat melihat Bulan cembung.
- Bulan purnama terjadi ketika semua bagian Bulan terkena sinar Matahari, begitu juga yang terlihat dari Bumi. Akibatnya, kita dapat melihat Bulan purnama (kuartir kedua).

2. Gerhana

a) Gerhana Matahari

Gerhana Matahari terjadi ketika bayangan Bulan bergerak menutupi permukaan Bumi. Dimana posisi Bulan berada di antara Matahari dan Bumi, dan ketiganya terletak dalam satu garis. Gerhana Matahari terjadi pada waktu Bulan baru.

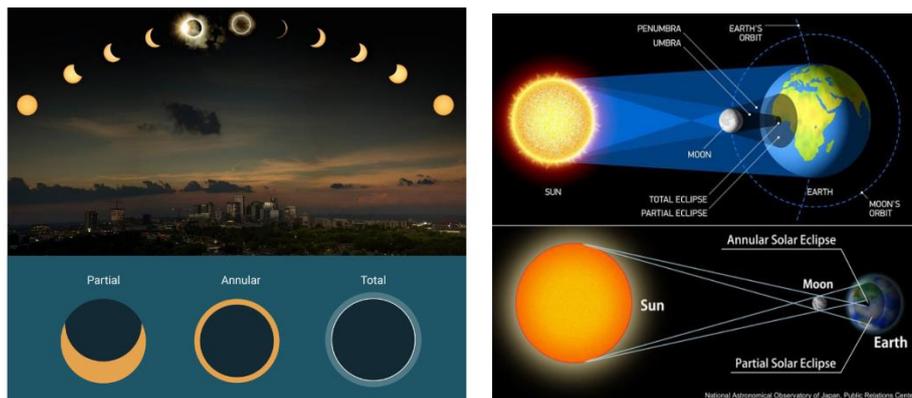
Akibat ukuran Bulan lebih kecil dibandingkan Bumi atau Matahari, maka terjadi tiga kemungkinan gerhana, yaitu sebagai berikut.

- 1) Gerhana Matahari total (*total solar eclipse*), terjadi pada daerah-daerah yang berada di bayangan inti (*umbra*), sehingga cahaya Matahari tidak tampak sama sekali. Gerhana Matahari total terjadi hanya sekitar 6 menit.
- 2) Gerhana Matahari cincin (*annular solar eclipse*), terjadi pada daerah yang terkena lanjutan, sehingga Matahari kelihatan seperti cincin.

- 3) Gerhana Matahari sebagian (*partial solar eclipse*), terjadi pada daerah yang terletak di antara *umbra* dan *penumbra* (bayangan kabur), sehingga Matahari kelihatan sebagian.

Umbra adalah bayangan gelap yang terbentuk selama terjadinya gerhana.

Penumbra adalah bayangan kabur (remang-remang) yang terbentuk selama terjadinya gerhana.

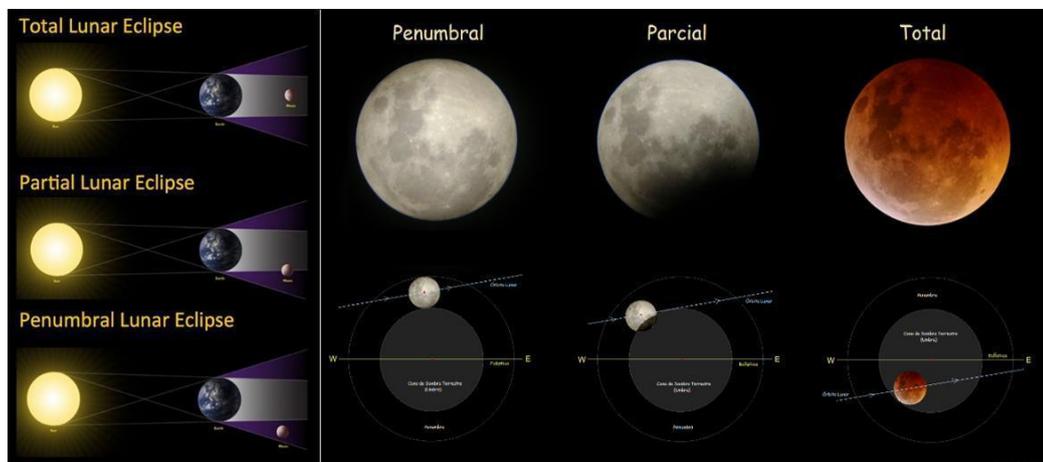


Gambar 1. 31 Jenis gerhana matahari dan mekanismenya
Sumber: <https://www.nao.ac.jp/en/>

b) Gerhana Bulan

Gerhana bulan terjadi saat sebagian atau keseluruhan penampang bulan tertutup oleh bayangan bumi. Itu terjadi bila Bumi berada di antara matahari dan Bulan pada satu garis lurus yang sama, sehingga sinar Matahari tidak dapat mencapai bulan karena terhalangi oleh Bumi. Gerhana Bulan hanya dapat terjadi pada saat Bulan purnama. Karena kemiringan bidang orbit bulan terhadap bidang ekliptika sebesar 5° , maka tidak setiap oposisi bulan dengan Matahari akan mengakibatkan terjadinya gerhana bulan.

Terdapat tiga jenis gerhana yaitu Gerhana Bulan Total, Gerhana Bulan Sebagian, dan Gerhana Bulan Penumbra. Pada waktu seluruh bagian Bulan masuk dalam daerah *umbra* Bumi, maka terjadi **gerhana bulan total**. Proses Bulan berada dalam *penumbra* dapat mencapai 6 jam, dan dalam *umbra* hanya sekitar 40 menit. Pada **gerhana bulan sebagian**, Bumi tidak seluruhnya menghalangi bulan dari sinar matahari. Sedangkan sebagian permukaan bulan yang lain berada di daerah penumbra. Sehingga masih ada sebagian sinar Matahari yang sampai ke permukaan bulan. Pada **gerhana bulan penumbra**, seluruh bagian bulan berada di bagian penumbra. Sehingga bulan masih dapat terlihat dengan warna yang suram.



Gambar 1. 32 Jenis gerhana Bulan dan mekanismenya
Sumber: <https://www.nao.ac.jp/en/>

3. Pemanasan Global

Pernahkah Anda mengamati perubahan musim yang terjadi akhir-akhir ini? Anda ketahui bahwa bulan Mei hingga September di Indonesia berlangsung musim kemarau dan bulan Oktober hingga April berlangsung musim penghujan. Akan tetapi, beberapa tahun terakhir ini, perubahan musim di negara kita tidak dapat diprediksi lagi, terkadang bulan Mei di Indonesia masih turun hujan dan di bulan November di Indonesia masih berlangsung musim kemarau. Adapun yang lebih menakjubkan lagi peristiwa tersebut tidak dapat diprediksikannya musim ini tidak hanya terjadi di Indonesia saja, akan tetapi terjadi juga di negara-negara lain di dunia. Pernahkah kalian mendengar berita turunnya salju di Arab? Mengapa hal

ini dapat terjadi? Apakah yang akan terjadi pada Bumi kita? Mari kita simak cuplikan berita pada **Video 1.1.** berikut ini:



NET12 - Tanda Pemanasan Global

Gambar 1. 33 Video Pemanasan global

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=ZkE064fc6LY>

Ternyata, peristiwa tersebut berkaitan erat dengan perubahan iklim di dunia. Perubahan iklim tersebut terjadi karena adanya perubahan lingkungan. Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa perubahan lingkungan terjadi sebagai akibat dari aktivitas manusia. Maha Besar Tuhan yang telah menciptakan alam dengan keseimbangannya. Oleh karena itu, marilah belajar dengan sungguh-sungguh serta berusaha untuk melestarikan alam sebagai wujud ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa agar kelak menjadi manusia yang cerdas dan peduli terhadap semua ciptaan Tuhan.

a) Pengertian Pemanasan Global

Aktivitas manusia selalu menghasilkan berbagai zat sisa buangan yang salah satunya berupa gas. Sebagian besar orang berpikir bahwa atmosfer dapat menyerap gas-gas buangan tersebut secara tidak terbatas dan tidak menimbulkan dampak buruk bagi kehidupan. Akan tetapi, saat ini diketahui bahwa banyaknya gas-gas buangan tersebut dapat menyebabkan perubahan mendasar di atmosfer dan juga kondisi kehidupan di Bumi.

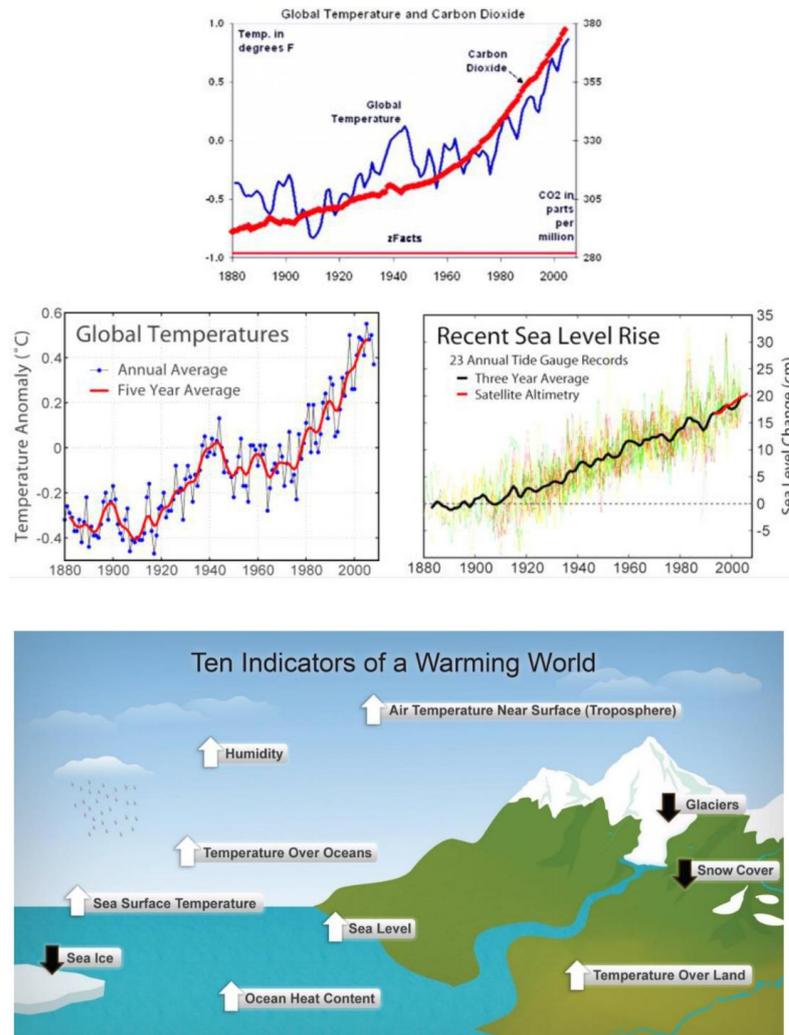
Berbagai aktivitas manusia seperti penggunaan bahan bakar fosil, penebangan dan pembakaran hutan untuk pengalihfungsian menjadi lahan pertanian, pemukiman dan industri akan menyumbangkan CO₂ ke atmosfer dalam jumlah yang banyak. Lebih dari beberapa periode, CO₂ di atmosfer meningkat sekitar 20%. Meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca seperti CO₂ akan memengaruhi kadar panas di Bumi. Banyak dari radiasi Matahari yang menyinari permukaan Bumi, kemudian direfleksikan kembali ke angkasa.

“Pemanasan global adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan peningkatan suhu rata-rata atmosfer Bumi dan lautan secara bertahap, serta sebuah perubahan yang diyakini secara permanen mengubah iklim Bumi.”

Meningkatnya kadar CO₂ di atmosfer selama 150 tahun terakhir membuat para ilmuwan prihatin karena hal tersebut berkaitan erat dengan meningkatnya suhu global. Lebih dari satu abad, ilmuwan telah mempelajari bagaimana gas-gas rumah kaca menghangatkan Bumi dan bagaimana pembakaran bahan bakar fosil berkontribusi terhadap pemanasan suhu Bumi. Sebagian besar ilmuwan meyakini bahwa pemanasan global telah dimulai dan akan meningkat cepat di abad ini.

Lebih dari 100 tahun yang lalu, temperatur rata-rata suhu di permukaan Bumi meningkat sekitar 0,6°C. Peningkatan temperatur inilah yang disebut dengan pemanasan global. Pemanasan global adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan peningkatan suhu rata-rata atmosfer Bumi dan lautan secara bertahap, serta sebuah perubahan yang diyakini secara permanen mengubah iklim Bumi.

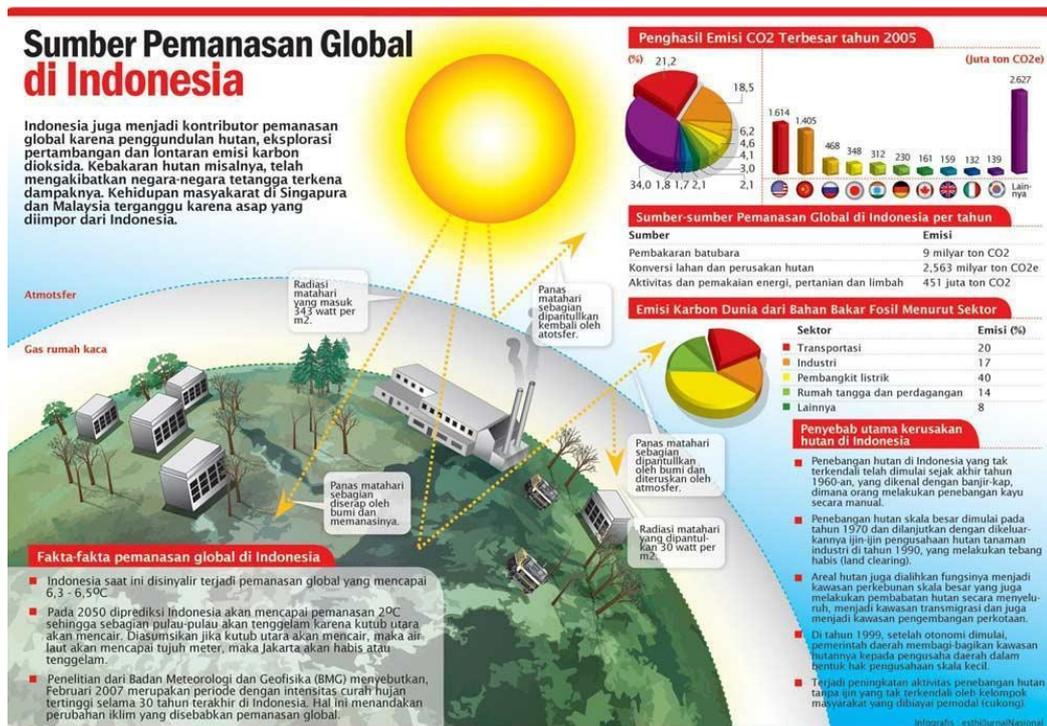
b) Penyebab Pemanasan Global



Gambar 1. 34 Indikator pemanasan global

Sumber: iqbal920.wordpress.com, stevengoddard.wordpress.com

Segala bentuk aktivitas manusia selalu berdampak bagi lingkungan, baik itu membawa dampak positif ataupun dampak negatif. Begitu pula dengan kondisi atmosfer Bumi saat ini yang mengalami perubahan akibat aktivitas manusia. Pembakaran bahan bakar fosil dan penebangan hutan dapat meningkatkan kadar CO₂ di atmosfer. Dikarenakan CO₂ adalah salah satu gas rumah kaca, maka meningkatnya kadar CO₂ di atmosfer akan berkontribusi terjadinya pemanasan global. Oleh karena itu, setiap tahun kadar CO₂ di atmosfer terus menerus meningkat.

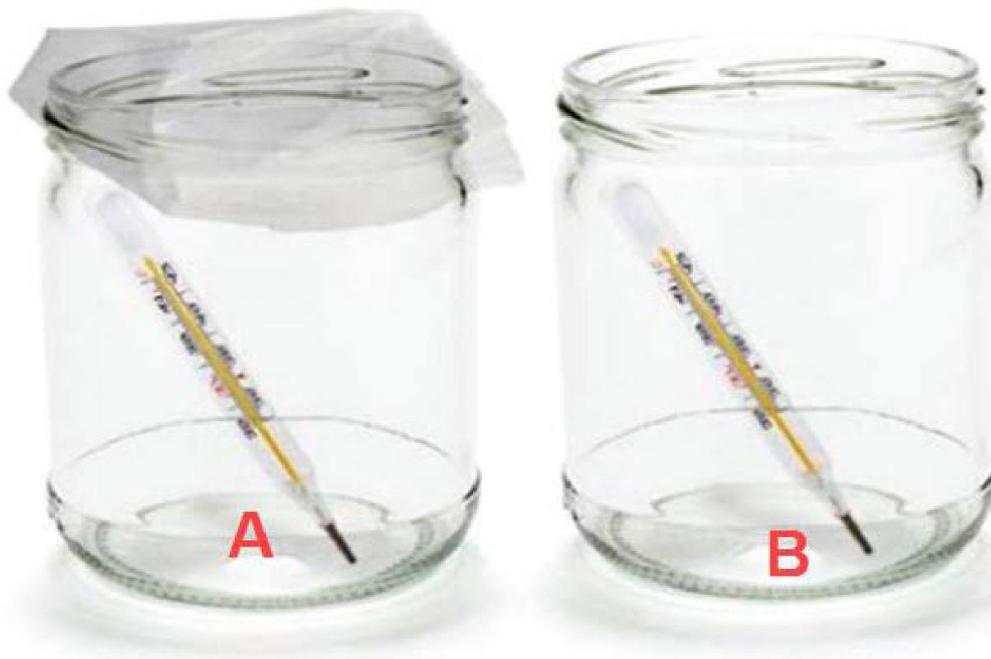


Gambar 1. 35 Pemanasan global di Indonesia
Sumber: fplh.wordpress.com

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya pemanasan global di antaranya, adalah sebagai berikut

- 1) Emisi CO₂ yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil sebagai pembangkit tenaga listrik.
- 2) Emisi CO₂ yang berasal dari pembakaran gasoline sebagai bahan bakar alat transportasi.
- 3) Emisi metana dari hewan, lahan pertanian, dan dari dasar laut Arktik.
- 4) Deforestation (penebangan liar) yang disertai dengan pembakaran lahan hutan.
- 5) Penggunaan chlorofluorocarbons (CFCs) dalam refrigator (pendingin).
- 6) Meningkatnya penggunaan pupuk kimia dalam pertanian.

c) Efek Rumah Kaca



Gambar 1. 36 Pemodelan efek rumah kaca

Perhatikan gambar 1.37! Ruang dalam toples dianalogikan sebagai Bumi dan tutup plastik dianalogikan sebagai gas-gas rumah kaca. Bila anda melakukan percobaan dengan menjemur kedua toples di terik matahari, anda akan menjumpai adanya perbedaan suhu antara toples yang dibiarkan terbuka dengan toples yang ditutup dengan plastik diikat dengan karet gelang.

Di atmosfer Bumi terdapat banyak gas-gas rumah kaca alami. Siklus air, karbon dioksida (CO_2), dan metana adalah beberapa bagian penting yang ada di dalamnya. Tanpa adanya gas-gas rumah kaca tersebut, kehidupan di Bumi tidak akan terjadi. Seperti halnya planet Mars, Bumi juga akan menjadi sangat dingin apabila tidak terdapat gas-gas rumah kaca di atmosfernya. Sebaliknya, jika jumlah gas-gas rumah kaca terus bertambah di atmosfer, maka suhu Bumi akan terus meningkat. Coba pikirkan, manakah yang akan Anda pilih?

Meskipun CO_2 , siklus air, dan gas-gas rumah kaca lainnya di atmosfer adalah transparan untuk radiasi cahaya Matahari, namun gas-gas tersebut masih mampu menangkap dan menyerap radiasi cahaya yang memancar ke Bumi dalam jumlah banyak. Radiasi yang terserap sebagian juga akan direfleksikan kembali oleh

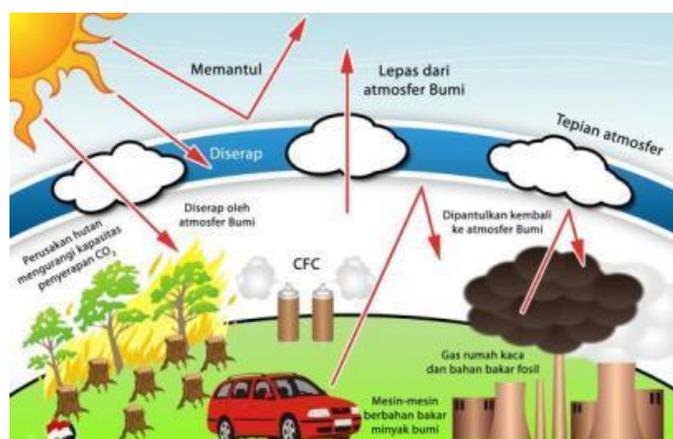
Bumi. Pada keadaan normal, jumlah radiasi panas yang diserap dengan yang direfleksikan kembali sama.

Saat ini semakin tingginya polusi udara menyebabkan efek rumah kaca berubah. Sering kita dengarkan istilah efek rumah kaca, sebenarnya apakah efek rumah kaca tersebut? Efek rumah kaca adalah proses pemanasan alami yang terjadi ketika gas-gas rumah kaca di atmosfer Bumi memerangkap radiasi panas dari Bumi.

Prosesnya, yaitu ketika radiasi sinar Matahari mengenai permukaan Bumi, maka akan menyebabkan Bumi menjadi panas. Radiasi panas Bumi akan dipancarkan lagi ke atmosfer. Panas yang kembali dipantulkan oleh Bumi terhalang oleh polutan udara sehingga terperangkap dan dipantulkan kembali ke Bumi. Proses ini akan menahan beberapa panas yang terperangkap kemudian menyebabkan suhu Bumi meningkat. Akibatnya, Bumi tetap menjadi hangat dan suhunya semakin meningkat.

Efek rumah kaca adalah proses pemanasan alami yang terjadi ketika gas-gas tertentu di atmosfer Bumi memerangkap panas.

Gas rumah kaca tersebut membiarkan cahaya Matahari masuk ke dalam Bumi, akan tetapi gas tersebut memantulkannya kembali ke permukaan Bumi. Dengan demikian, kondisi di Bumi tetap hangat. Seperti halnya rumah yang dinding-dindingnya terbuat dari kaca. Sebagai gambarannya, lihatlah Gambar 1.36 berikut ini



Gambar 1. 37 Efek rumah kaca
Sumber: <http://indokku.com>

Para ilmuwan telah mempelajari efek rumah kaca sejak tahun 1824. **Joseph Fourier** menyatakan bahwa Bumi akan jauh lebih dingin jika tidak memiliki atmosfer. Adanya gas-gas rumah kaca inilah yang membuat iklim Bumi layak huni. Tanpa adanya efek rumah kaca, permukaan Bumi akan berubah sekitar 60°F atau 15,6°C lebih dingin.

d) Dampak Pemanasan Global

Seperti yang telah dinyatakan sebelumnya bahwa aktivitas manusia telah mengubah kealamian dari gas rumah kaca di atmosfer. Konsekuensi dari perubahan gas rumah kaca di atmosfer sulit diprediksi, tetapi beberapa dampak yang telah nampak, yaitu sebagai berikut.

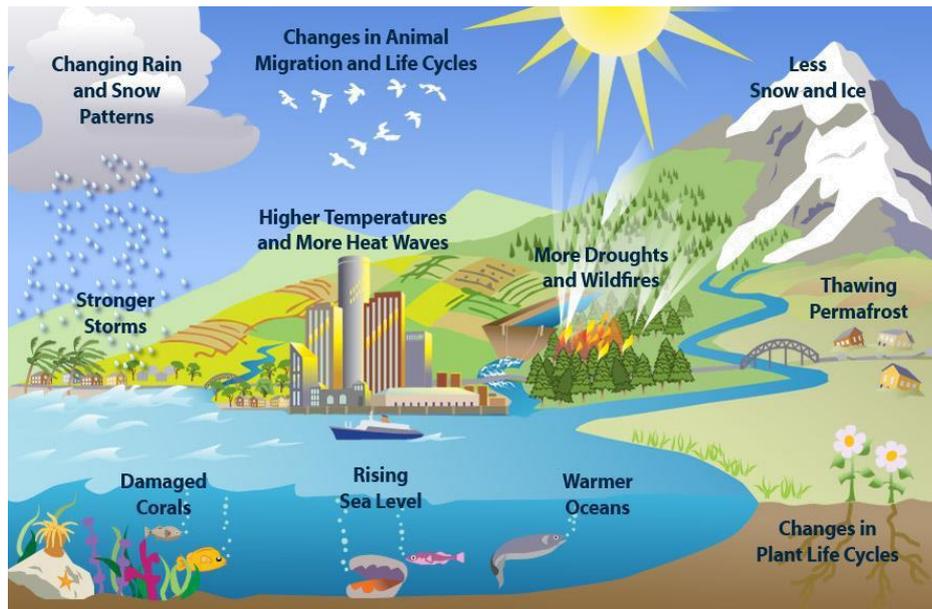
- 1) Temperatur Bumi menjadi semakin tinggi, di beberapa wilayah mungkin temperaturnya menjadi lebih tinggi dan di wilayah lainnya mungkin tidak.
- 2) Tingginya temperatur Bumi dapat menyebabkan lebih banyak penguapan dan curah hujan secara keseluruhan, tetapi masing-masing wilayah akan bervariasi, beberapa menjadi basah dan bagian lainnya kering.
- 3) Mencairnya glasier yang menyebabkan kadar air laut meningkat. Begitu pula dengan daratan pantai yang landai, lama-kelamaan akan mengalami peningkatan akibat penengangan air.
- 4) Hilangnya terumbu karang. Sebuah laporan tentang terumbu karang yang dinyatakan bahwa dalam kondisi terburuk, populasi karang akan hilang pada tahun 2100 karena meningkatnya suhu dan pengasaman laut. Sebagaimana diketahui bahwa banyak spesies lain yang hidupnya bergantung pada terumbu karang.
- 5) Kepunahan spesies yang semakin meluas. Menurut penelitian yang dipublikasikan dalam majalah Nature, peningkatan suhu dapat menyebabkan kepunahan lebih dari satu juta spesies. Sampai saat ini hilangnya spesies semakin meluas dan daftar spesies yang terancam punah terus berkembang dan bertambah.

- 6) Kegagalan panen besar-besaran. Menurut penelitian terbaru, terdapat 90% kemungkinan bahwa 3 miliar orang di seluruh dunia harus memilih antara pergi bersama keluarganya ke tempat yang beriklim baik atau kelaparan akibat perubahan iklim dalam kurun waktu 100 tahun.
- 7) Mencairnya Permafrost di Artika. Permafrost merupakan lapisan tanah beku di bawah permukaan Bumi, meliputi potongan batu, air, dan bahan organik yang membeku dengan suhu di bawah 0 derajat celsius selama dua tahun atau lebih secara berturut-turut.



Gambar 1. 38 Permafrost di Artika mencair
Sumber: nationalgeographic.grid.id

Sesuai dengan namanya, permafrost biasanya bertahan dalam waktu lama. Terutama pada area dataran tinggi di Arktika dan Antartika. Di sekitar Mould Bay dan wilayah terpengaruh lainnya, para peneliti menemukan perkembangan thermokarst, lubang berawa seperti kawah yang tidak teratur—biasanya tercipta dari pencairan lapisan es dalam jumlah besar. Air terkadang bisa mengendap dalam kawah dan biasa disebut dengan danau tundra. Namun, selain perubahan fitur topografi, pencairan permafrost juga dapat ‘mengunci’ mikroorganisme. Saat daratan mencair, mereka beraksi dan mulai memecah bahan organik dalam tanah. Alhasil, itu akan menghasilkan lebih banyak karbon dioksida dan gas rumah kaca lainnya. Inilah yang menjadi alasan mengapa permafrost kerap disebut sebagai ‘raksasa tidur’ dari perubahan iklim. Dan tampaknya, hasil penelitian terbaru memberi tahu kita bahwa raksasa tidur tadi sebentar lagi akan terbangun.



Gambar 1. 39 Akibat pemanasan global
Sumber: <http://geologylearn.blogspot.co.id>

e) Usaha-usaha Menanggulangi Pemanasan Global

Penyebab terbesar pemanasan global adalah karbon dioksida (CO_2) yang dilepaskan ketika bahan bakar fosil seperti minyak dan batu bara yang dibakar untuk menghasilkan energi. Besarnya penggunaan bahan bakar fosil untuk aktivitas manusia akan menyumbangkan peningkatan CO_2 di udara.

Kerusakan lapisan ozon adalah salah satu contoh dampak dari aktivitas manusia yang mengganggu keseimbangan ekosistem dan biosfer. Kondisi tingginya gas polutan di udara menyebabkan terjadinya pemanasan global. Beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pemanasan global, di antaranya sebagai berikut.

1. Gasoline, kayu, dan bahan bakar organik lainnya.
2. Meningkatkan efisiensi bahan bakar kendaraan.
3. Mengurangi deforestasi.
4. Mengurangi penggunaan produk-produk yang mengandung (CFCs) dengan menggunakan produk-produk yang ramah lingkungan.
5. Mendukung dan turut serta pada kegiatan penghijauan.

Hasil penelitian meyakini bahwa setiap pepohonan hijau dapat menangkap karbon yang cukup untuk mengimbangi emisi yang dihasilkan dari gas buang pengendara mobil selama setahun.

D. Rangkuman

1. Tata surya adalah susunan benda-benda langit yang terdiri atas Matahari sebagai pusat tata surya, planet-planet, komet, meteoroid, dan asteroid yang mengelilingi Matahari.
2. Matahari adalah bintang yang terdapat di dalam tata surya yang memiliki empat lapisan, yaitu inti Matahari, fotosfer, kromosfer, dan korona.
3. Planet dalam adalah planet yang orbitnya dekat dengan Matahari.
4. Planet dalam terdiri atas Merkurius, Venus, Bumi, dan Mars.
5. Planet luar adalah planet yang orbitnya jauh dari Matahari.
6. Planet luar terdiri atas Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dan Pluto.
7. Komet adalah benda langit yang mengelilingi Matahari dengan orbit yang sangat lonjong.
8. Meteoroid adalah potongan batu atau puing-puing logam yang bergerak di luar angkasa.
9. Meteor adalah meteoroid yang habis terbakar oleh atmosfer bumi.
10. Meteorit adalah meteoroid yang jatuh ke bumi.
11. Asteroid adalah potongan-potongan batu yang mirip dengan materi penyusun planet.
12. Rotasi Bumi adalah perputaran Bumi pada porosnya.
13. Kala Rotasi Bumi adalah waktu yang dibutuhkan oleh Bumi untuk sekali berputar, yaitu 23 jam 56 menit.
14. Dampak dari rotasi Bumi di antaranya adalah gerak semu harian Matahari, perbedaan waktu, pembelokan arah angin, dan pembelokan arah arus laut.
15. Revolusi Bumi adalah pergerakan Bumi untuk mengelilingi Matahari.
16. Kala revolusi Bumi adalah waktu yang dibutuhkan oleh Bumi untuk sekali mengelilingi Matahari, yaitu 365,25 hari.
17. Dampak dari revolusi Bumi di antaranya adalah terjadinya gerak semu tahunan Matahari, perbedaan lamanya siang dan malam, dan pergantian musim.

18. Bulan melakukan tiga gerakan sekaligus, yaitu rotasi, revolusi, dan bergerak bersama-sama dengan Bumi untuk mengelilingi Matahari. Kala rotasi Bulan sama dengan kala revolusinya terhadap Bumi, yaitu 27,3 hari.
19. Dampak dari pergerakan Bulan diantaranya terjadinya pasang surut air laut, pembagian Bulan, fase-fase Bulan, gerhana Matahari, dan gerhana Bulan.
20. Gerhana Matahari terjadi ketika posisi Bulan berada di antara Matahari dan Bumi, dan ketiganya terletak dalam satu garis.
21. Gerhana Bulan terjadi apabila Bumi berada di antara Matahari dan Bulan.
22. Efek rumah kaca adalah proses pemanasan alami yang terjadi ketika gas-gas tertentu di atmosfer Bumi memerangkap panas.
23. Pemanasan global adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan peningkatan suhu rata-rata atmosfer Bumi dan lautan secara bertahap, serta sebuah perubahan yang diyakini secara permanen mengubah iklim Bumi.
24. Faktor yang menyebabkan pemanasan global di antaranya emisi CO₂, emisi metana, dan pembakaran lahan hutan, penggunaan (CFCs), dan meningkatnya penggunaan pupuk kimia dalam pertanian.
25. Dampak pemanasan global yang telah nampak, di antaranya temperatur Bumi menjadi semakin tinggi, penguapan dan curah hujan yang tidak menentu, mencairnya glasier yang menyebabkan volume air laut meningkat, hilangnya terumbu karang, kepunahan spesies yang semakin meluas, kegagalan panen besar-besaran, dan penipisan lapisan ozon.
26. Usaha-usaha untuk menanggulangi pemanasan global, di antaranya menggunakan energi terbarukan, meningkatkan efisiensi bahan bakar kendaraan, mengurangi, mengurangi penggunaan (CFCs), mendukung dan turut serta pada kegiatan penghijauan.

Pembelajaran 2. Kinematika dan Dinamika Gerak, serta Suhu dan Kalor

Sumber : Modul 4. Pendidikan Profesi Guru.
Modul D Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan.
Penulis : DR. Eka Cahya Prima, S. Pd., M.T (Modul 4 PPG)
Eddy Susianto, S. Pd, M. T (Modul D PKB)

A. Kompetensi

Penjabaran model kompetensi yang selanjutnya dikembangkan pada kompetensi guru bidang studi yang lebih spesifik pada pembelajaran 2. Pembelajaran Kinematika dan Dinamika Gerak, Serta Suhu dan Kalor, ada beberapa kompetensi guru bidang studi yang akan dicapai pada pembelajaran ini, kompetensi yang akan dicapai pada pembelajaran ini adalah guru P3K mampu:

Menguasai teori dan aplikasi materi pelajaran IPA yang mencakup: Gerak, Gaya, dan Tekanan; Energi, Usaha, dan Pesawat Sederhana; serta Suhu dan Kalor.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian kompetensi yang akan dicapai dalam pembelajaran 2 ini antara lain adalah:

1. Menerapkan konsep gerak, gaya, dan tekanan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Menerapkan konsep energi, usaha, dan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari.
3. menganalisis gerak benda dan makhluk hidup, keterkaitan gaya dengan gerak, serta tekanan hidrostatik.
4. menganalisis hubungan antara pemanfaatan bahan dengan sifat bahan (sifat bahan terkait konduktivitas termal, kalor laten, dll).
5. Menerapkan konsep suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari.

C. Uraian Materi

1. Gerak

Apa itu gerak? Bagaimana seseorang atau sebuah benda itu dikatakan bergerak? Suatu benda dikatakan bergerak jika benda itu mengalami perubahan kedudukan terhadap titik tertentu sebagai acuan. Jadi jelaslah bahwa gerak adalah perubahan posisi atau kedudukan terhadap suatu titik acuan tertentu.



Gambar 2. 1 Penumpang Kereta Api
Sumber: <https://palembang.tribunnews.com> (4 Mei 2017)

Seseorang yang sedang duduk di kursi dalam kereta yang sedang berjalan. Dapat dikatakan orang tersebut diam terhadap kursi yang didudukinya, dalam hal ini kursi berperan sebagai kerangka acuan. Namun orang tersebut bergerak terhadap rel kereta, pepohonan, dan bangunan yang berada disepanjang jalur yang dilalui oleh kereta. Artinya gerak benda itu relatif, tergantung kerangka acuannya.

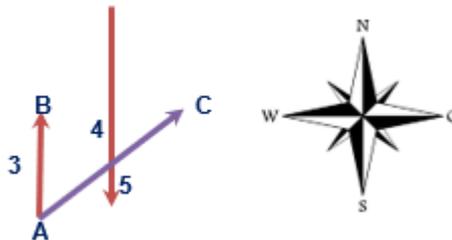
a. Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan

Menurut lintasannya gerak dapat dibedakan menjadi berbagai macam, misalnya gerak lurus, gerak parabola, gerak melingkar, dan sebagainya. Dalam gerak lurus beraturan, benda menempuh jarak yang sama dalam selang waktu yang sama. Sebagai contoh, mobil yang melaju menempuh jarak 2 meter dalam waktu 1 detik, maka 1 detik berikutnya menempuh jarak 2 meter lagi, begitu seterusnya. Dengan kata lain perbandingan jarak dengan selang waktu selalu konstan, atau kecepatannya konstan.

b. Jarak dan Perpindahan

Selama bergerak benda mengalami perubahan kedudukan. Menurut Bresnick, garis lurus terpendek yang menghubungkan titik awal dan titik akhir, tanpa mempedulikan lintasannya disebut dengan perpindahan. Jadi selisih kedudukan akhir dan kedudukan awal disebut dengan perpindahan. Sedangkan seluruh lintasan yang ditempuh benda disebut sebagai jarak. Jarak merupakan besaran skalar, sedangkan perpindahan termasuk besaran vektor. Sebagai contoh, seorang siswa yang berlari mengelilingi lapangan sepakbola satu kali putaran, dikatakan ia menempuh jarak sama dengan keliling lapangan itu, namun ia tidak menempuh perpindahan karena ia kembali ke titik semula berarti selisih kedudukan awal dan akhir adalah nol.

Contoh lain, seorang siswa berkendara dari tempat A ke tempat B disebelah utara sejauh 3 km, kemudian berbelok ke timur ke tempat C sejauh 4 km, lalu berhenti. Berapa jarak yang ditempuh siswa tersebut? Berapa pula perpindahannya?



Gambar 2. 2 Jarak dan Perpindahan

Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa Jarak tempuh siswa dari posisi A sampai tujuan (C) adalah Panjang lintasan yang ditempuh, yaitu 7 Km. Sedangkan Perpindahan siswa yaitu perubahan posisi akhir terhadap posisi awalnya, yaitu 5 Km.

c. Kecepatan sesaat dan kecepatan rata-rata

Dalam pembahasan gerak dikenal istilah kecepatan dan kelajuan. Kecepatan diartikan sebagai perpindahan yang ditempuh tiap satuan waktu, sedangkan kelajuan diartikan sebagai jarak yang ditempuh tiap satuan waktu. Kecepatan termasuk besaran vektor, sedangkan kelajuan merupakan besaran skalar.

$$Kecepatan = \frac{Perpindahan [m]}{selang waktu [s]}$$

$$Kelajuan = \frac{Jarak [m]}{selang waktu [s]}$$

Sebagai contoh bila pada gambar 2, waktu yang dibutuhkan siswa dari posisi A sampai ke B adalah 3 menit, dan dari B ke C perlu 4 menit, maka:

$$Kecepatan\ siswa = \frac{5000\ m}{420\ sekon} = 11,9\ m/s$$

$$Kelajuan\ siswa = \frac{7000\ m}{420\ sekon} = 16,7\ m/s$$

Perhatikan grafik kecepatan pesawat Garuda terhadap ketinggian saat terbang dari Jakarta menuju Surabaya (GA-316) dengan waktu tempuh 1 jam 22 menit(1,36 jam) dan perpindahan posisi pesawat 691 km.



Gambar 2. 3 Grafik kecepatan dan ketinggian pesawat
Sumber: www.flightaware.com

Garis hijau menyatakan ketinggian pesawat (kaki), dan garis kuning menyatakan kecepatan pesawat (mph). Semakin tinggi grafik semakin cepat dan semakin tinggi posisi pesawat. Maka:

$$Kecepatan\ rata - rata\ pesawat = \frac{691\ km}{1,36\ jam} = 508,1\ km/jam$$

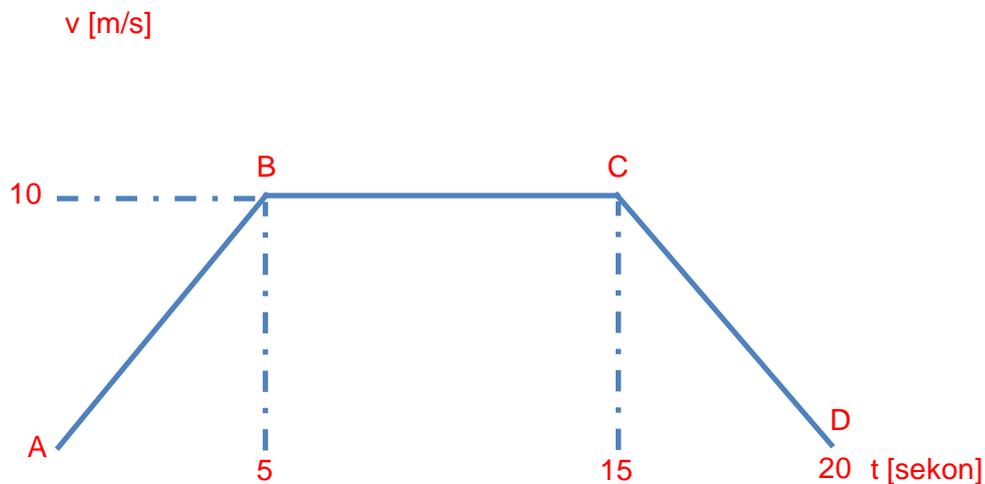
Sedangkan kecepatan sesaat pesawat selalu berubah setiap waktu berdasarkan grafik, kecuali untuk grafik kuning yang mendatar dalam rentang waktu yang lama, saat pesawat menggunakan auto pilot.

d. Percepatan

Benda yang bergerak dengan kecepatan yang tidak konstan akan mengalami perubahan kecepatan dalam selang waktu tertentu. Benda tersebut dikatakan mengalami percepatan.

Besarnya percepatan atau perlambatan (akselerasi) dapat ditentukan dengan membagi perubahan kecepatan dengan selang waktu yang ditempuh.

$$\text{Percepatan} = \frac{\text{Perubahan Kecepatan } \left[\frac{m}{s}\right]}{\text{selang waktu [s]}}$$



Gambar 1. 1 Grafik kecepatan terhadap waktu
Sumber: dokumen pribadi

Berdasarkan grafik kecepatan suatu benda terhadap waktu di atas, dapat kita deskripsikan bahwa kecepatan benda bergerak selalu bervariasi dari waktu ke waktu.

$$\text{Percepatan A ke B} = \frac{v_B - v_A}{\text{selang waktu [s]}} = \frac{10 - 0}{5} = 2 \text{ m.s}^{-2}$$

Kecepatan benda dari titik A ke titik B mengalami peningkatan seiring waktu dengan nilai percepatan 2 m.s^{-2} .

$$\text{Percepatan B ke C} = \frac{v_c - v_B}{\text{selang waktu [s]}} = \frac{10 - 10}{10} = 0 \text{ m.s}^{-2}$$

Kecepatan benda dari titik B ke titik C tidak mengalami perubahan (kecepatan benda konstan), artinya percepatan benda bernilai nol.

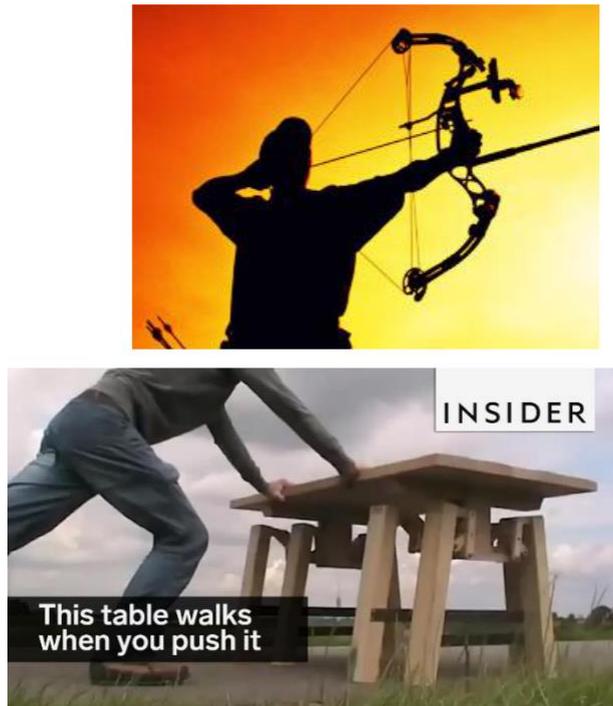
$$\text{Percepatan C ke D} = \frac{v_D - v_C}{\text{selang waktu [s]}} = \frac{0 - 10}{5} = -2 \text{ m.s}^{-2}$$

Kecepatan benda dari titik C ke D mengalami penurunan dengan percepatan benda yang nilainya minus 2 m.s^{-2} sampai akhirnya berhenti bergerak. Percepatan yang bernilai minus sering disebut juga dengan perlambatan.

2. Gaya

Gaya adalah tarikan atau dorongan. Gaya dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda. Misalnya pada plastisin, Anda dapat melempar plastisin, menghentikan lemparan (menangkap) plastisin, atau bahkan mengubah bentuk plastisin dengan memberikan gaya. Tahukah Anda, gaya apakah yang diberikan pada plastisin tersebut? Ada berapa jenis gaya yang dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari?

Gaya dapat dibedakan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya sentuh contohnya adalah gaya otot dan gaya gesek. Gaya otot adalah gaya yang ditimbulkan oleh koordinasi otot dengan rangka tubuh. Misalnya, seseorang hendak memanah dengan menarik mata panah ke arah belakang. Gaya gesek adalah gaya yang diakibatkan oleh adanya dua buah benda yang saling bergesekan. Gaya gesek selalu berlawanan arah dengan gaya yang diberikan pada benda. Contohnya adalah gaya gesekan antara meja dengan lantai. Meja yang didorong ke depan akan bergerak ke depan, namun pada waktu yang bersamaan meja juga akan mengalami gaya gesek yang arahnya berlawanan dengan arah gerak meja.



Gambar 2. 4 Contoh (a) Seseorang Hendak Memanah, (b) Seseorang sedang Mendorong Meja

Gaya tak sentuh adalah gaya yang tidak membutuhkan sentuhan langsung dengan benda yang dikenai. Contohnya seperti saat kita mendekatkan ujung magnet batang dengan sebuah paku besi. Seketika paku besi akan tertarik dan menempel pada magnet batang. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pengaruh gaya magnet yang ditimbulkan magnet batang. Selain gaya magnet, gaya gravitasi pada orang yang sedang terjun payung juga merupakan contoh gaya tak sentuh.

Jika sebuah benda dalam keadaan diam, untuk membuatnya mulai bergerak diperlukan gaya, artinya suatu gaya dibutuhkan untuk mempercepat sebuah benda dari kecepatan nol ke kecepatan bukan nol. Untuk sebuah benda yang sudah bergerak, jika kita ingin mengubah kecepatannya baik arah maupun magnitudonya lagi-lagi diperlukan gaya.

3. Tekanan

Pada saat musim hujan Anda sering menjumpai jalanan yang berlumpur akibat terguyur hujan sehingga kita lebih sulit untuk melintasi jalanan tersebut. Pernahkah anda mengamati bagaimana beberapa mobil terjebak di jalan berlumpur tersebut tidak bisa bergerak maju. Namun tank yang bobotnya puluhan ton mampu melaju dengan baik di jalan berlumpur tersebut, kenapa demikian?



Gambar 2. 5 Mobil terjebak di jalan berlumpur
Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=NaugeNfIM5c>



Gambar 2. 6 Tank yang melaju di jalan berlumpur
Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=ZblMmFLbntg>

Fenomena tersebut juga dapat Anda amati pada angsa atau entok atau bebek dan ayam. Coba Anda perhatikan tempat hidup angsa dan ayam! Angsa dapat dengan mudah mencari makan di tempat yang berlumpur, misalnya di sawah, sedangkan ayam kesulitan untuk mencari makan di tempat tersebut. Mengapa angsa dapat memiliki kemampuan seperti itu? Coba Anda perhatikan struktur dari kaki angsa dan ayam.

Angsa memiliki selaput pada kakinya, sedangkan ayam tidak memiliki. Agar Anda mengetahuinya, perhatikan Gambar 8!



Gambar 2. 7 Kaki ayam dan kaki angsa
Sumber: pixabay.com

Permukaan pijakan yang luas menyebabkan tekanan yang dihasilkan oleh kaki terhadap lumpur semakin kecil, sehingga angsa tidak mudah terperosok masuk ke dalam lumpur.

Tahukah Anda apa itu tekanan? Tekanan sangat berhubungan dengan gaya dan luas permukaan benda. Semakin besar gaya yang mengarah ke media yang ditekan, semakin besar tekanannya. Semakin besar luas permukaan bidang tekan, semakin kecil tekanannya. Artinya gaya dengan tekanan berbanding lurus, sedangkan luas permukaan bidang tekan berbanding terbalik dengan tekanannya. Itulah mengapa bebek, angsa, dan tank dapat melewati tanah lumpur dengan mudah dibandingkan ayam dan mobil yang luas permukaan bidang tekannya kecil.

Persamaan tekanan (P) dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \frac{F \text{ (gaya)}}{A \text{ (luas permukaan bidang tekan)}}$$

Keterangan : P= *tekanan* [Newton.m⁻² atau Pascal]

F = *Gaya tekan*[Newton]

A= *luas permukaan bidang tekan*[m²]

a. Tekanan Zat Cair

1) Tekanan Hidrostatik

Pernahkah Anda mencelupkan balon berisi udara ke dalam kolam berisi air? Apa yang anda rasakan ketika anda mendorong balon semakin dalam ke dasar kolam? Semakin ke dasar, tangan kita merasakan dorongan dari balon dari berbagai arah. Balon semakin susah didorong ke arah bawah.

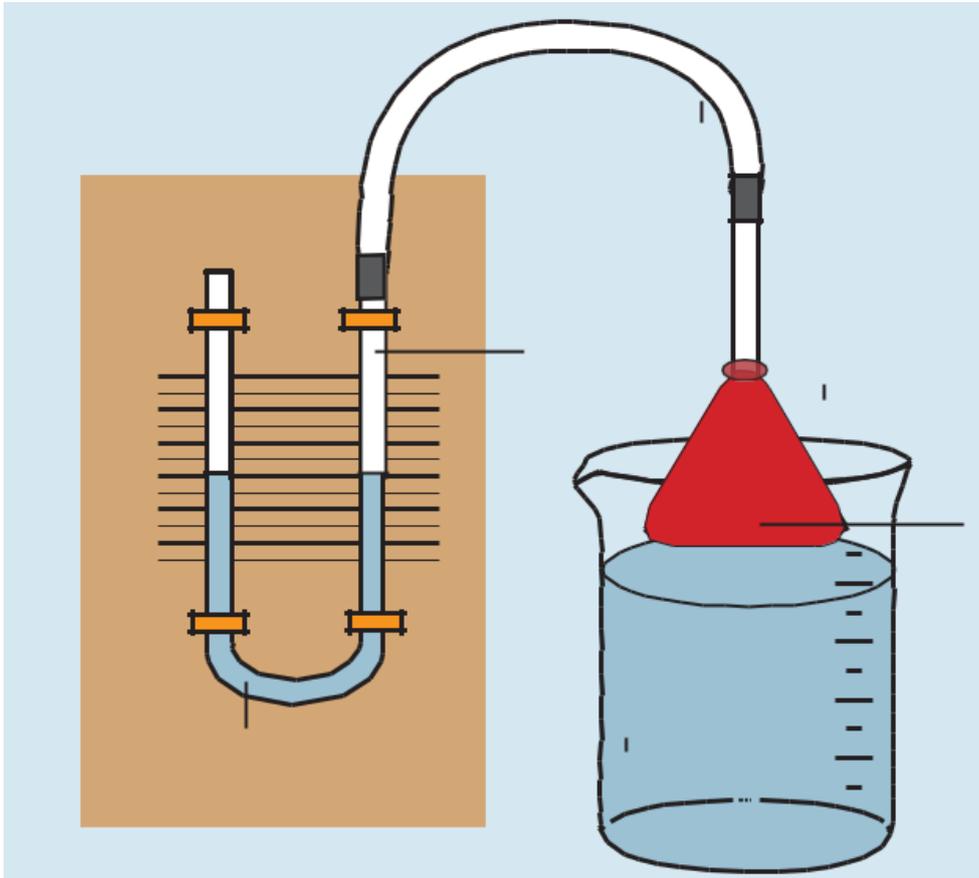


Gambar 2. 8 Menyelam melihat pesona bawah laut

Ketika menyelam, apa yang anda rasakan dengan gendang telinga anda? Semakin dalam Anda menyelam, apa yang anda rasakan? Apakah anda merasa seperti dihipit oleh sesuatu? Mengapa hal ini dapat terjadi? Agar mengetahuinya, ayo lakukan Aktivitas berikut!

Siapkan pipa U, corong plastik/kaca, selang plastic/karet yang ukurannya disesuaikan dengan diameter pipa dan mulut corong, 3 gelas kimia, dudukan pipa U, kertas milimeter blok, air garam, air suling, dan minyak kelapa.

Rangkaikan peralatan seperti pada gambar 9!



Gambar 2. 9 Rangkaian alat percobaan tekanan zat cair

- Isilah gelas kimia dengan air!
- Masukkan corong ke dalam gelas kimia, kemudian ubahlah kedalaman corong yang terdapat pada gelas kimia sesuai dengan data kedalaman (h) yang terdapat di dalam Tabel 1!
- Amatilah selisih permukaan air (Δh) yang terdapat pada pipa U. Jangan lupa lakukan percobaan ini dengan teliti dan cermat!
- Ulangi kembali percobaan di atas dengan mengganti gelas kimia yang berisi air garam, dan minyak kelapa atau minyak goreng!
- Tuliskan hasil pengamatan pada Tabel 5!

Tabel 2. 1 Data hasil percobaan zat cair

No.	Kedalaman	Selisih ketinggian		
		Air	Air Garam	Minyak kelapa
1	5			
2	10			
3	15			
4				
5				

Apa yang perlu Anda diskusikan?

Menurut anda, manakah yang lebih besar antara massa jenis air atau massa jenis minyak kelapa?

Bagaimana selisih ketinggian air pada pipa U jika corong dimasukkan semakin dalam pada gelas kimia?

Coba bandingkan selisih ketinggian air pada pipa U pada setiap kedalaman corong ketika dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi air garam dan ketika berisi minyak kelapa! Manakah yang memiliki selisih ketinggian lebih besar?

Penyebab selisih ketinggian adalah adanya tekanan dari cairan (air garam dan minyak) yang diteruskan melalui corong dan selang. Faktor apa sajakah yang memengaruhi besarnya tekanan dari percobaan ini?

Apa yang dapat Anda simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah Anda lakukan, apa yang dapat Anda simpulkan?

Setelah melakukan Aktivitas berdasarkan data dari tabel 1, Anda telah mengetahui bahwa kedalaman zat cair dan massa jenis zat cair memengaruhi tekanan yang dihasilkan oleh zat cair atau disebut dengan tekanan hidrostatis. Semakin dalam zat cair, semakin besar tekanan yang dihasilkan. Semakin besar massa jenis zat cair, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Sehingga tekanan hidrostatis yang dialami benda yang dicelupkan dalam cairan/fluida adalah:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

Keterangan : P_h = tekanan hidrostatik [Newton.m⁻² atau Pascal]

ρ = massa jenis cairan [kg.m⁻³]

g = percepatan gravitasi bumi [m.s⁻²]

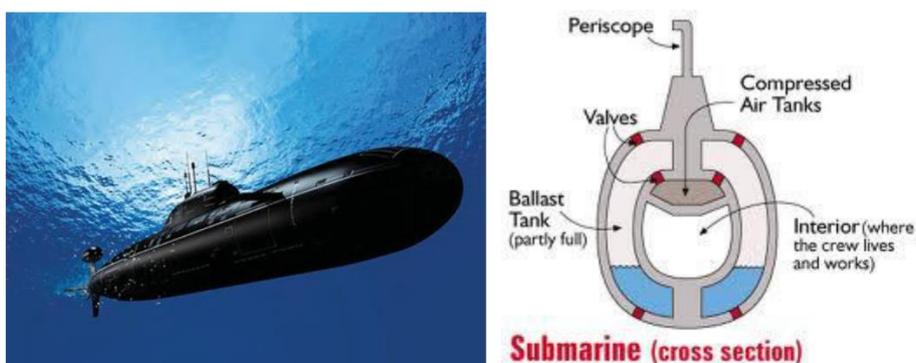
h = kedalaman benda dari permukaan zat cair [m]

Penerapan konsep tekanan hidrostatik ini digunakan untuk merancang berbagai struktur bangunan dalam penampungan air, misalnya pembangunan bendungan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Lihat Gambar 11!



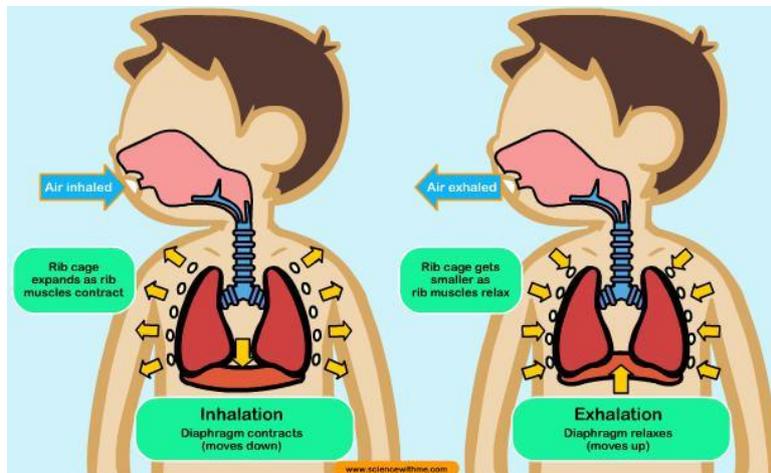
Gambar 2. 10 Struktur Bendungan Air

Selain PLTA, para arsitek kapal selam juga memperhitungkan tekanan hidrostatik air laut, sehingga kapal selam mampu menyelam ke dasar laut dengan kedalaman ratusan meter tanpa mengalami kebocoran atau kerusakan akibat tekanan hidrostatik.



Gambar 2. 11 Kapal Selam
Sumber: inhabitat.com

Apakah Anda mengetahui bahwa manusia hanya mampu menyelam hingga kedalaman kurang lebih 20 m? Hal ini dikarenakan paru-paru manusia tidak dapat menahan tekanan yang besar (>240.000 Pa). Lihat Gambar 13!



Gambar 2. 12 Skema tekanan pada paru-paru manusia
Sumber: Pusat sumber belajar IPA online

2) Tekanan Udara

Tekanan udara diukur berdasarkan tekanan gaya pada permukaan dengan luas tertentu, misalnya 1 cm^2 . Satuan yang digunakan adalah atmosfer (atm), millimeter kolom air raksa (mmHg) atau milibar (mbar). Tekanan udara patokan (sering juga disebut) tekanan udara normal) adalah tekanan kolom udara setinggi lapisan atmosfer bumi pada garis lintang 45° dan suhu 0°C . besarnya tekanan udara tersebut dinyatakan sebagai 1 atm. Tekanan sebesar 1 atm ini setara dengan tekanan yang diberikan oleh kolom air raksa setinggi 760 mm. satuan tekanan selain dengan atm atau mmHg juga dapat dan sering dinyatakan dalam satuan kg/m^2 .

Untuk suatu fluida diam gaya yang bekerja padanya harus selalu tegak lurus dengan permukaan fluida. Fluida diam tidak mampu menahan gaya tangensial yang menyebabkan fluida tersebut mengalir. Jadi gaya yang bekerja pada fluida diam adalah gaya normal. Gaya yang bekerja per satuan luas permukaan fluida disebut *tekanan* (p).

$$P = F/A$$

satuan dari tekanan adalah Pascal (N/m^2), satuan lain :

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ Pa} = 14,7 \text{ lb/in}^2 = 760 \text{ mm Hg}$$

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Variasi Tekanan Udara

- a) Lintang bumi: semakin tinggi kerapatan udara, semakin besar udara yang ditimbulkan. Perbedaan dalam menerima energy matahari pada berbagai permukaan bumi pada lintang tempat yang berbeda membawa konsentrasi terhadap perbedaan kerapatan udara.
- b) Sebaran lautan dan daratan: pengaruh sebaran daratan dan lautan ini sangat jelas pada lintang pertengahan, pada musim dingin benua relatif lebih dingin dan mempunyai tendensi membentuk pusat-pusat tekanan tinggi,
- c) Ketinggian tempat: pergeseran garis edar matahari akan menyebabkan fluktuasi suhu musiman terutama untuk daerah garis lintang pertengahan. Suhu akan berpengaruh terhadap pemuaian dan penyusutan volume udara. Jika suhu udara memuai maka udara menjadi lebih renggang dan tekanan udara menurun, demikian sebaliknya

3) Hukum Archimedes

Melalui penemuannya yang fenomenal Archimedes menyatakan bahwa:

“Jika benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda itu akan mendapat gaya ke atas yang sama besar dengan berat zat cair yang didesak oleh bagian benda yang tercelup”

Dengan kata lain “besarnya gaya apung suatu benda yang tercelup dalam cairan setara dengan berat fluida yang tumpah dari wadah”. Secara matematis hukum Archimedes dirumuskan sebagai berikut:

$$F_a = \rho \cdot g \cdot V_{bt}$$

Keterangan : $F_a = \text{Gaya apung}$ [Newton]

$\rho = \text{massa jenis cairan}$ [kg.m⁻³]

$g = \text{percepatan gravitasi bumi}$ [m.s⁻²]

$V_{bt} = \text{Volume benda yang tercelup dalam zat cair}$ [m³]

Menurut Archimedes, benda menjadi lebih ringan bila diukur dalam air daripada di udara karena di dalam air benda mendapat gaya ke atas. Ketika di udara, benda memiliki berat mendekati yang sesungguhnya.

Hukum Archimedes tersebut digunakan sebagai dasar pembuatan kapal laut atau kapal selam. Suatu bendadapat terapung atau tenggelam tergantung pada besarnya gaya berat (w) dan gaya apung (F_a). Jika gaya apung maksimum lebih besar daripada gaya berat maka benda akan terapung. Sebaliknya, jika gaya apung maksimum lebih kecil daripada gaya berat maka benda akan tenggelam. Jika gaya apungmaksimum sama dengan berat benda, maka benda akan melayang. Gaya apung maksimum adalah gaya apung jika seluruh benda berada di bawah permukaan zat cair.

Udara yang kita hirup merupakan fluida juga sehingga penerapan hukum Archimedes berlaku disini. Balon udara yang berisi gas yang dibakar mampu terbang mengangkasa. Hal ini disebabkan gaya apung maksimum balon lebih besar dari berat total balon.



Gambar 2. 13 Balon Udara
Sumber: www.usaballoon.com

4) Hukum Pascal

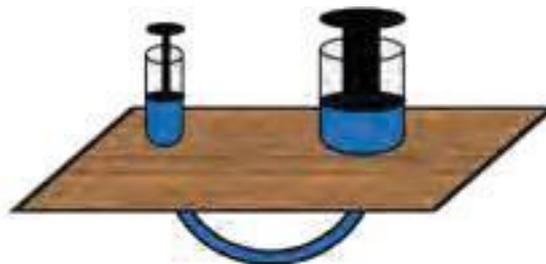
Pernahkah Anda melihat mobil yang dicuci di tempat pencucian kendaraan? Mobil di tempat pencucian kendaraan akan diangkat dengan menggunakan alat pengangkat yang disebut pompa hidrolik (Gambar 15) untuk membantu pencuci mobil menjangkau semua bagian mobil yang akan dibersihkan.



Gambar 2. 14 Pengangkat hidrolik mobil
Sumber: Tribunnews.com

Bagaimana alat pengangkat tersebut dapat mengangkat mobil yang sangat berat padahal di dalam pompa hidrolik tersebut hanya berisi udara atau dapat berupa minyak? Anda penasaran bukan dengan hal tersebut? Agar mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!

Buatlah alat sederhana yang memiliki prinsip kerja seperti pompa hidrolik dengan merangkaikan selang plastik pada dua alat suntik tersebut, seperti Gambar 16!



Gambar 2. 15 Model Percobaan Pascal
Sumber: sukasains.com

Rancanglah alat tersebut sebaik mungkin! Ikuti Langkah kerja berikut!

- a) Isilah selang plastik dengan air sampai penuh, kemudian berilah pewarna makanan pada air yang ada dalam selang tersebut!
- b) Doronglah pengisap alat suntik kecil, lalu amati yang terjadi pada pengisap alat suntik besar.
- c) Amati pula aliran air berwarna makanan yang ada dalam selang!
- d) Letakkan beban pada pengisap alat suntik besar, lalu doronglah pengisap alat suntik kecil. Apakah yang akan terjadi?
- e) Ulangi kegiatan tersebut dengan cara menempatkan beban di pengisap kecil dan dengan memberikan dorongan pada pengisap besar.
- f) Bandingkan besar dorongan (gaya) yang Anda berikan, ketika mendorong pengisap alat suntik kecil dan pengisap alat suntik besar.

Apa yang perlu Anda diskusikan?

Bagaimanakah dorongan (gaya) yang Anda berikan ketika beban diletakkan pada pengisap besar dan ketika beban diletakkan pada pengisap kecil? Mana yang memerlukan dorongan lebih mudah? Mengapa?

Apa yang dapat Anda simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah Anda lakukan, apa yang dapat Anda simpulkan?

Fenomena yang terdapat pada Aktivitas di atas menunjukkan bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama. Hal ini merupakan bunyi dari hukum Pascal yang dikemukakan oleh Blaise Pascal (1623- 1662). Blaise Pascal yang lahir pada 19 Juni 1623 adalah seorang ahli matematika dan geometri yang juga mendalami ilmu filsafat dan agama. Meskipun tidak menempuh pendidikan yang resmi, pada usia 12 tahun Pascal berhasil menciptakan mesin penghitung yang membantu pekerjaan ayahnya sebagai petugas penarik pajak. Sepanjang hidupnya banyak penemuan yang ia publikasikan terutama pada bidang matematika. Selain itu, Pascal juga banyak melahirkan karya-karya dalam bidang fisika hidrodinamika dan

hidrostatika, salah satunya adalah hukum Pascal. Coba perhatikan Gambar 17 yang merupakan penerapan hukum Pascal pada pompa hidrolik!



Gambar 2. 16 Model Dongkrak Hidrolik
Sumber: Dok. Kemdikbud

Jika A_2 lebih besar dari A_1 maka akan diperoleh gaya angkat F_2 yang lebih besar dari F_1 . Ini merupakan prinsip kerja dari pompa hidrolik. Apakah Anda sudah mampu menjawab mengapa pompa hidrolik mampu mengangkat motor atau mobil yang sangat berat dengan menggunakan gaya yang kecil padahal di dalam pompa hidrolik tersebut hanya berisi udara atau dapat berupa minyak? Ingat fungsi dari pompa hidrolik adalah untuk mengurangi gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban yang lebih berat. Namun tidak mengubah energi yang diperlukan untuk mengangkat beban tersebut.

Pompa hidrolik menerapkan prinsip dari Hukum Pascal. Pada pompa hidrolik terdapat dua luas penampang yang berbeda, yaitu luas penampang kecil (A_1) dan luas penampang besar (A_2). Perhatikan Gambar 16! Luas penampang kecil (A_1) misalnya 1 cm^2 akan diberi gayayang kecil (F_1) misalnya 10 N , sehingga menghasilkan tekanan (P) sebesar 10 N/cm . Tekanan (10 N/cm^2) akan diteruskan menuju luas penampang besar (A_2) misalnya 100 cm^2 .

$$P_1 = P_2$$

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

$$\text{maka } F_2 = \frac{F_1 \cdot A_2}{A_1} = \frac{10 \cdot 100}{1} = 1000 \text{ Newton}$$

Berdasarkan contoh tersebut dapat dilihat bahwa dengan memberikan gaya 10 N pada luas penampang kecil mampu menghasilkan gaya 1.000 N pada luas penampang besar. Berdasarkan prinsip inilah pompa hidrolik tersebut mampu mengangkat motor atau mobil yang cukup berat.

4. Energi dan Sumber Energi

a. Konsep Energi

Apa yang diperlukan tubuh Anda agar dapat melakukan kegiatan sehari-hari? Coba Perhatikan. Mengapa motor dan mobil dapat berjalan. Jika motor atau mobil tersebut kehabisan bahan bakar, apakah motor atau mobil tersebut dapat berjalan?



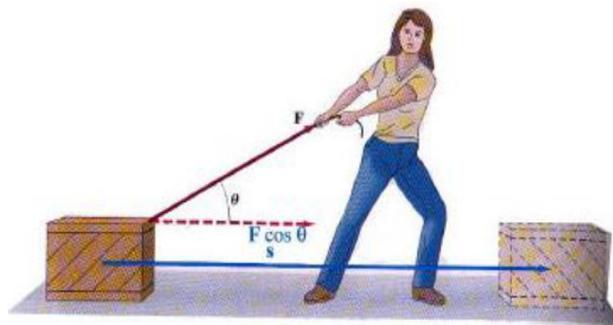
Gambar 2. 17 Anak bersepeda
Sumber: Wolipop.detik.com

Pernahkah Anda naik sepeda? Perhatikan gerak roda sepeda yang sedang berputar. Pada saat berjalan, roda sepeda mengalami gerakan, yaitu menggelinding (Lihat Gambar 18!). Sepeda tentu tidak akan berjalan jika pedalnya tidak dikayuh. Anda dapat bergerak sesuai dengan keinginan Anda seperti, berdiri, dan duduk. Hal itu dapat dilakukan karena tubuh Anda memiliki energi. Untuk memahami hal ini, diskusikanlah hal berikut.

b. Usaha

1) Konsep Usaha

Kata “usaha” atau “kerja” memiliki berbagai arti dalam percakapan sehari-hari. Namun dalam fisika, usaha memiliki arti khusus, untuk memaparkan bagaimana dikerahkannya gaya pada benda, hingga benda berpindah



Gambar 2. 18 Seseorang menarik peti di lantai. Usaha yang dilakukan oleh gaya F adalah $W = F s \cos \theta$

Usaha yang dilakukan pada sebuah benda oleh gaya tetap, F , (baik besar maupun arahnya) didefinisikan sebagai hasil kali besar perpindahan, s , dengan komponen gaya yang sejajar dengan perpindahan itu.

Dalam bentuk persamaan, kita dapat menulis

$$W = F \cdot s$$

Dengan F adalah komponen F yang sejajar dengan perpindahan benda, s . Secara umum, kita dapat menulis

$$W = F s \cos \theta \dots\dots\dots(1)$$

dengan θ adalah sudut antara arah gaya dengan perpindahan. Faktor $\cos \theta$ pada Pers. (1) dapat Anda peroleh dengan memperhatikan Gambar 1.2. Usaha adalah besaran skalar.

Usaha hanya mempunyai besar; karena tidak mempunyai arah seperti besaran vektor, usaha lebih mudah diterapkan dalam persoalan sehari-hari. Pertama, kita tinjau kasus gerak dan gaya yang berarah sama, sehingga $\theta = 0$, dan $\cos \theta = 1$. Maka usaha adalah $W = F s$. Sebagai contoh, jika Anda mendorong gerobak ke

arah horizontal dengan gaya 60 N, hingga gerobak berpindah sejauh 50 m, Anda melakukan usaha $60 \text{ N} = 3000 \text{ N.m} / 50 \text{ m}$ terhadap gerobak.

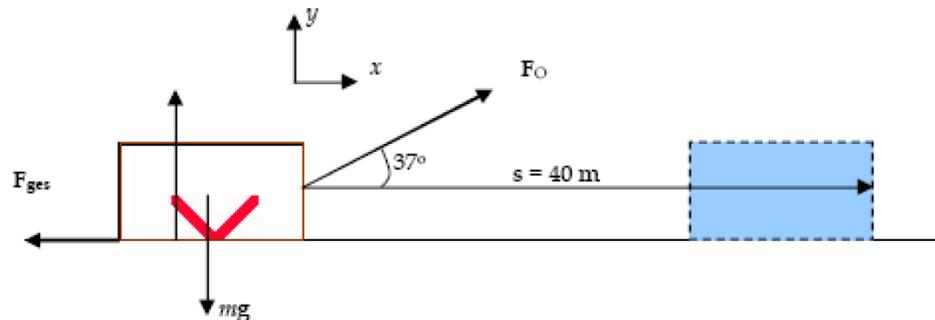
Seperti yang telah kita lihat, dalam SI, usaha diukur dalam N.m. Nama khusus untuk satuan ini adalah joule (J). $1 \text{ J} = 1 \text{ N.m}$. Dalam sistem cgs, usaha diukur dalam satuan erg, dan $1 \text{ erg} = 1 \text{ dyne.cm}$.

Gaya yang dikerahkan kepada sebuah benda belum tentu menghasilkan usaha. Sebagai contoh, jika Anda mendorong tembok, Anda tidak melakukan usaha terhadap tembok tersebut. Anda mungkin menjadi lelah (karena membebaskan energi melalui otot), namun karena tembok tidak bergerak ($s = 0$), maka $W = 0$. Anda juga tidak melakukan usaha, jika Anda memindahkan benda dengan mendukung atau memondong benda itu (gaya Anda vertikal ke atas) dan Anda berjalan horizontal, seperti Gambar 2. Hal ini terjadi karena $\theta = 90^\circ$, sehingga $\cos \theta = \cos 90^\circ = 0$, sehingga $W = 0$.

Bila Anda membicarakan usaha, perlu Anda perjelas apakah Anda berbicara tentang usaha yang dilakukan oleh suatu benda, atautkah usaha pada suatu benda. Penting pula untuk memperjelas apakah usaha tersebut dilakukan oleh sebuah gaya, atautkah oleh gaya total (beberapa gaya) pada sebuah benda.



Gambar 2. 19 Seseorang membawa box



Gambar 2. 20 Untuk contoh: peti 50 kg ditarik sepanjang lantai.

Usaha merupakan transfer energi dari pelaku usaha melalui gaya ke benda yang menerima usaha. Sedangkan energi merupakan kemampuan untuk melakukan usaha. Dan transfer energi merupakan perpindahan energi dari suatu sistem ke sistem yang lain. Jadi transfer energi berarti perpindahan energi dari pelaku usaha melalui gaya ke benda yang menerima usaha sehingga terjadi perpindahan posisi pada benda yang menerima usaha. Karena dalam fisika usaha erat hubungannya dengan gaya yang menyebabkan benda berpindah. Usaha dilakukan pada suatu benda oleh sebuah gaya hanya bila titik tangkap gaya itu bergerak melewati suatu jarak dan ada komponen gaya sepanjang lintasan geraknya. Secara matematis ditulis:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

$$W = F s \cos \theta$$

dengan F merupakan komponen gaya konstan yang searah dengan perpindahan, s adalah perpindahan, $\theta = \angle(F, s)$ dan W adalah usaha yang dilakukan pada benda.

Jadi jika:

➤ $s = 0$ maka $W = F (0) \cos \theta = 0$

Hal ini berarti pelaku usaha tidak melakukan usaha pada benda walaupun sudah memberikan gaya pada benda itu, karena tidak terjadi perpindahan pada benda tersebut. Contohnya jika kita mendorong tembok yang kokoh tetapi tidak terjadi perpindahan pada tembok tersebut dikatakan kita tidak melakukan usaha walaupun kita memberikan gaya dengan mendorong tembok dan merasa lelah karena mengeluarkan energi.

- $\theta = 0^\circ$ maka $\cos \theta = 1$ sehingga $W = Fs$

Hal ini berarti pelaku usaha memberikan gaya pada benda searah dengan arah perpindahannya. Jadi pelaku usaha dikatakan melakukan usaha karena terjadi perpindahan pada benda tersebut. Contohnya jika kita mendorong meja dan terjadi perpindahan dan perubahan posisi pada meja tersebut atau jika kuda menarik gerobak.

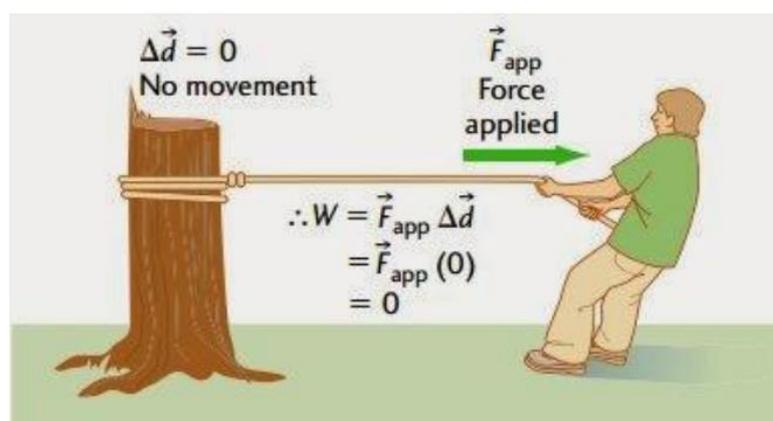
- $\theta = 90^\circ$ maka $\cos \theta = 0$ sehingga $W = Fs (0) = 0$

Hal ini berarti pelaku usaha tidak melakukan usaha pada benda walaupun sudah memberikan gaya pada benda tersebut dan ada perpindahan sepanjang lintasan geraknya. Hal ini disebabkan gaya yang diberikan pada benda arahnya vertikal akibat benda yang diangkat ke atas sehingga gayanya tegak lurus dengan arah perpindahannya. Contohnya jika kita mengangkat buku dan memindahkannya dari suatu tempat ke tempat yang lain, ada gaya yang diberikan pada buku dan terjadi perpindahan serta perubahan posisi pada buku tersebut tetapi dikatakan kita tidak melakukan usaha karena gayanya tegak lurus dengan perpindahannya dan sebagai akibat dari hasil dot product antara F dan s .

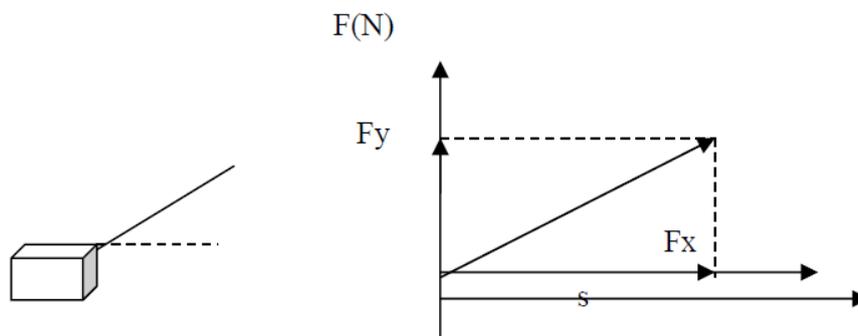
- $\theta = 180^\circ$ maka $\cos \theta = -1$ sehingga $W = -Fs$

Hal ini berarti usaha yang dilakukan dari berasal dari benda ke pelaku usaha. Contohnya jika kita mendorong benda ke atas bidang miring sedangkan benda itu sendiri bergerak ke bawah sehingga gaya yang diberikan berlawanan arah dengan arah perpindahan benda.

- $0^\circ < \theta < 90^\circ$ maka $\cos \theta > 0$ sehingga $W > Fs$

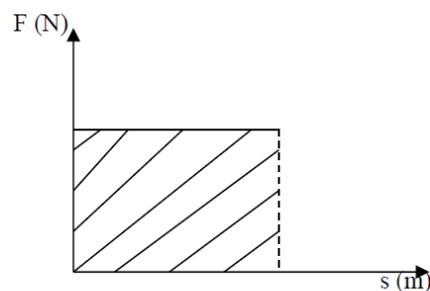


Hal ini berarti jika gaya yang diberikan oleh pelaku usaha tidak searah dengan arah perpindahan benda, maka komponen gaya yang berpengaruh hanya yang searah dengan arah perpindahan bendanya.



2) Menghitung Usaha dari Grafik

Jika terdapat grafik hubungan antara gaya dan perpindahan, maka usaha yang dilakukan oleh pelaku usaha melalui gaya sama dengan luas daerah dibawah grafik gaya terhadap perpindahannya (grafik $F - s$).



$$W = \text{luas daerah dibawah grafik } F - s$$

Jika luas arsir terdapat di atas sumbu s maka usaha bernilai positif, dan jika berada dibawah sumbu s maka usaha bernilai negatif karena titik acuannya berada di pusat koordinat.

3) Usaha oleh berbagai gaya

Usaha termasuk besaran skalar, sehingga usaha yang dilakukan oleh berbagai gaya pada suatu benda identik dengan jumlah aljabar usaha yang dilakukan oleh tiap-tiap gaya. Jika usaha yang dilakukan oleh gaya F_1 adalah W_1 , oleh gaya F_2 adalah W_2 , oleh gaya F_3 adalah W_3 . Secara matematis dapat ditulis :

$$W_{\text{tot}} = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$$

c. Pengertian Energi

Mobil-mobilan elektrik tidak dapat berjalan tanpa adanya baterai. Baterai adalah sumber energi. Kendaraan bermotor tidak akan berjalan tanpa ada bahan bakar. Bahan bakar adalah sumber energi. Jika sakelar di rumah dimatikan, alat-alat listrik yang terhubung dengan sakelar tersebut tidak akan menyala. Hal itu terjadi karena tidak ada aliran energi yang menghidupkan alat-alat tersebut.

Manusia membutuhkan energi untuk bekerja, bergerak, bernapas, dan mengerjakan banyak hal lainnya. Energi menyebabkan mobil dan motor dapat berjalan. Pesawat terbang dapat terbang karena adanya energi. Begitu juga kereta api dapat berjalan cepat karena adanya energi. Energi menyalakan peralatan listrik di rumah. Energi ada di mana-mana, bahkan, tumbuhan dan hewan membutuhkan energi untuk tumbuh dan berkembang. Dengan demikian, untuk melakukan usaha, diperlukan energi. Energi terdapat dalam berbagai bentuk. Kerja kehidupan bergantung pada kemampuan organisme mengubah energi dari suatu bentuk ke bentuk lainnya.

“Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha (kerja) atau melakukan suatu perubahan.”

Joule adalah satuan SI untuk energi, diambil dari jumlah yang diberikan pada suatu objek (melalui kerja mekanik) dengan memindahkannya sejauh 1 meter dengan gaya 1 newton. Simulasi sederhana untuk bisa merasakan besarnya energi sebesar 4,5 Joule yang mengenai tubuh kita, dapat dilakukan dengan menjatuhkan bola sepakbola 0,45 Kg setinggi 1 meter mengenai kaki kita. Asumsi percepatan gravitasi 10 m.s^{-2} .

Beberapa bentuk energi antara lain:

- Energi potensial
- Energi kinetik
- Energi kimia
- Energi listrik
- Dan lain-lain

Energi *potensial elastisitas*, ialah energi yang tersimpan pada benda yang sedang diregangkan (misalnya, pada karet katapel dan busur panah) atau ditekan (misalnya, pada per). Makin jauh peregangan dan penekanannya, makin besar energinya. Lihat Gambar 61!



Gambar 2. 21 Seseorang sedang memanah
Sumber: <https://st4.depositphotos.com/>

Ada berbagai macam energi potensial, antara lain energi potensial gravitasi (EP). Energi potensial gravitasi bumi, yaitu energi yang dimiliki suatu benda karena terletak di atas permukaan bumi. Maka semakin tinggi letak suatu benda di atas permukaan bumi, makin besar energi potensial gravitasinya.

Setiap materi yang berpindah atau bergerak memiliki bentuk energi yang disebut energi kinetik atau energi gerak. Objek bergerak melakukan kerja dengan cara menggerakkan benda lain. Pemain biliar menggerakkan tongkat biliar untuk mendorong bola. Selanjutnya, bola yang bergerak akan menggerakkan bola-bola

lain. Air yang mengalir melalui suatu bendungan akan menggerakkan turbin. Ketika Anda naik sepeda, kontraksi otot kaki akan mendorong pedal sepeda. Jadi, energi kinetik dapat disimpulkan sebagai berikut.

“Energi kinetik adalah bentuk energi ketika suatu materi berpindah atau bergerak”

Bentuk energi lainnya adalah energi kimia. *Energi kimia* ialah energi yang terkandung dalam suatu zat (Lihat Gambar 62). Misalnya, makanan memiliki



Gambar 2. 22 Energi kimia terkandung dalam makanan
Sumber: <http://lailatulfitri27.blogspot.co.id>

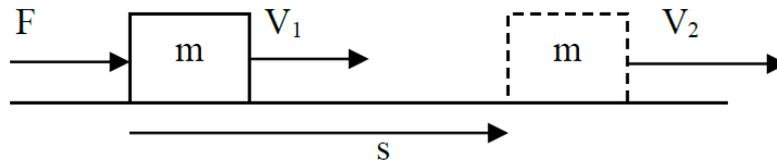
energi kimia, sehingga orang yang makan akan memiliki energi untuk beraktivitas. Tiap bahan makanan menghasilkan energi yang berbeda-beda saat dicerna di dalam tubuh. Contoh energi kimia lainnya adalah bensin yang mengandung energi kimia, sehingga dapat digunakan untuk menggerakkan mesin.

Energi listrik ialah energi yang dimiliki muatan listrik dan arus listrik. Energi ini paling banyak digunakan karena mudah diubah menjadi energi lainnya. Energi listrik relatif mudah untuk bisa bersiklus kembali ke energi semula.

1) Usaha dan perubahan energi kinetik

Kita tinjau sebuah benda bermassa m yang sedang bergerak pada suatu garis lurus yang arahnya horizontal dengan kelajuan awal v_1 . Sebuah gaya konstan F yang

searah dengan arah gerak benda dikerjakan pada benda. Benda berpindah sejauh s dan kelajuannya menjadi v_2 .



Maka usaha yang dikerjakan pada benda yaitu:

Berdasarkan persamaan GLBB

$v_t = v_0 + at$ karena $v_t = v_2$ dan $v_0 = v_1$ maka persamaan kecepatan menjadi $v_2 = v_1 + at$. Percepatan benda menjadi $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$.

Persamaan gerak benda $S = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 = v_1 t + \frac{1}{2} \left(\frac{v_2 - v_1}{t} \right) t^2$

Disederhanakan menjadi $S = \frac{1}{2} (v_2 + v_1) t$

Maka Usaha yang dikerjakan benda adalah $\Delta W = F \Delta S$

$\Delta W = (ma) \Delta S$

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

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

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

Satuan usaha (W) adalah Joule yang merupakan besaran energi, maka ruas sebelah kananpun harus merupakan energi. Energi ini adalah energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak yang disebut dengan energi kinetik, yaitu $EK = \frac{1}{2} m v^2$ sehingga:

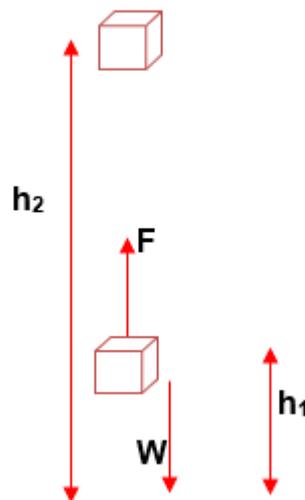
$$\Delta W = EK_2 - EK_1 = \Delta EK$$

Persamaan tersebut dapat dinyatakan sebagai usaha yang dilakukan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan perubahan energi kinetik benda itu. Dikenal dengan *Teorema Usaha-Energi Kinetik*. Hanya berlaku jika W adalah usaha total yang dilakukan oleh setiap gaya yang bekerja pada benda.

Jika usaha positif, W bekerja pada suatu benda, energi kinetik bertambah sejumlah W . Sebaliknya jika usaha negatif, benda melakukan usaha W , energi kinetik berkurang sejumlah W . Gaya dorong yang searah perpindahan menghasilkan usaha positif, karena itu energi kinetik benda bertambah sebesar usaha yang dilakukan oleh gaya dorong. Sebaliknya, gaya pengereman yang berlawanan arah dengan perpindahan menghasilkan usaha negatif, karena itu energi kinetik benda berkurang sebesar usaha yang dilakukan oleh gaya pengereman ini.

2) Usaha dan perubahan energi potensial

Sebuah benda diangkat dengan gaya luar dari ketinggian h_1 ke ketinggian h_2 sehingga terangkat dengan laju konstan dan besar gaya luar sama dengan gaya beratnya seperti pada gambar berikut:



Gambar 2. 23 Posisi benda yang ditarik ke atas oleh sebuah Gaya

Maka

$$\Delta W = F \cdot \Delta S$$

$$\Delta W = (-mg) (h_2 - h_1)$$

$$\Delta W = mg (h_1 - h_2)$$

$$\Delta W = mgh_1 - mgh_2$$

Karena ruas kiri merupakan besaran energi maka ruas kanan pun merupakan energi. Energi ini merupakan energi yang dimiliki benda karena kedudukannya yang dinamakan dengan energi potensial yang besarnya $EP = mgh$ sehingga

$$\Delta W = EP_1 - EP_2 = -\Delta EP$$

Persamaan tersebut dapat dinyatakan sebagai usaha yang dilakukan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan perubahan energi potensial benda itu. Dikenal dengan *Teorema Usaha-Energi Potensial*.

Jadi energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena kedudukannya atau energi yang tersimpan yang dihubungkan dengan konfigurasi sistem, misalnya jarak pisah antara benda dengan bumi. Energi potensial suatu benda selalu diukur terhadap bidang acuan atau titik acuan tertentu. Energi potensial bidang acuan biasanya

3) Hukum Kekekalan Energi Mekanik

Jika gaya konservatif adalah satu-satunya gaya yang melakukan kerja pada sebuah sistem, maka usaha yang dilakukan oleh gaya sama dengan pengurangan energi potensial dan penambahan energi kinetik sistem sehingga

$$W = -\Delta EP = \Delta EK$$

$$\Delta EP + \Delta EK = 0$$

Jumlah EK dan EP sistem dinamakan energi mekanik sistem

$$EM = EK + EP$$

Jadi jika hanya gaya-gaya konservatif yang melakukan usaha, perubahan energi mekanik total adalah nol yang dikenal dengan *Hukum Kekekalan Energi Mekanik*, yaitu:

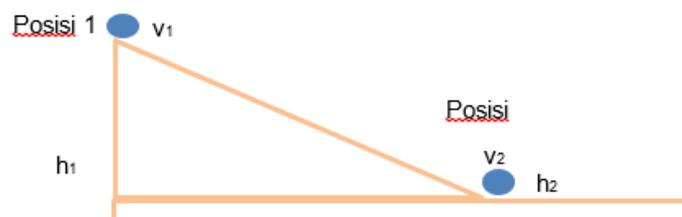
$$EM = EK + EP = \text{Konstan}$$

Atau jika kita mensubstitusikan persamaan (*) dan (**) maka akan diperoleh:

$$\begin{aligned}EP_1 - EP_2 &= EK_2 - EK_1 \\EP_1 + EK_1 &= EP_2 + EK_2 \\mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 &= mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \\EM_1 &= EM_2\end{aligned}$$

Gaya konservatif yang bekerja adalah gaya berat pada benda tidak ada gaya luar, maka berlaku $EM_1 = EM_2$ atau EM konstan. Pernyataan tersebut dikenal dengan Hukum Kekekalan Energi Mekanik, yang berbunyi: “Pada sistem yang terisolasi (pada sistem ini hanya bekerja gaya berat dan tidak ada gaya luar yang bekerja) selalu berlaku energi mekanik total sistem konstan.”

Penerapan hukum kekekalan energi pada bidang miring



Gambar 2. 24 Benda menggelinding di bidang miring

Dari gambar di atas dapat kita analisis bahwa.

Pada Posisi 1 sebelum menggelinding:

Ketinggian benda adalah $h_1 = h_{max}$, sehingga Energi Potensial (EP) benda bernilai maksimal (EP_{max}). $EP = mgh_{max}$, Sedangkan nilai kecepatan benda adalah nol, sehingga nilai Energi Kinetik benda nol.

Pada Posisi 2 sesaat Ketika saat diujung bidang miring:

Ketinggian benda adalah $h_2 = 0$, sehingga Energi Potensial (EP) benda bernilai 0. Sedangkan nilai kecepatan benda adalah maksimum, sehingga nilai Energi Kinetik benda adalah

$$Ek = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv_{mak}^2$$

Dengan menggunakan hukum kekekalan energi mekanik, dapat diperoleh nilai kecepatan benda sesaat sampai di ujung bidang miring, yaitu:

$$EM_1 = EM_2$$

$$EP_1 + EK_1 = EP_2 + EK_2$$

$$mgh_1 + 0 = 0 + \frac{1}{2}mv_2^2, \text{ coret nilai m dari kedua ruas}$$

$$v_2^2 = 2gh_1$$

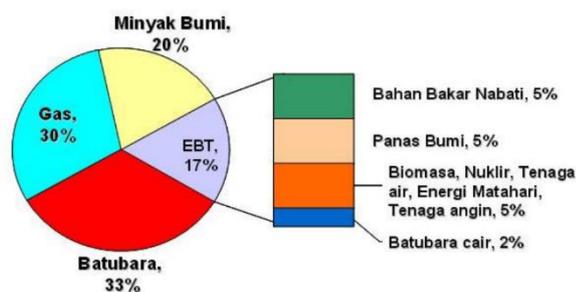
$$v_2 = \sqrt{2gh_1}$$

d. Sumber Energi

Sumber energi adalah segala sesuatu yang menghasilkan energi. Panasmatahari yang digunakan untuk memanaskan air adalah sumber energi. Begitu juga spiritus yang digunakan sebagai bahan bakar adalah sumber energi. Listrik dan arang yang dibakar untuk memanaskan setrika merupakan sumber energi juga.

Energi memegang peranan yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Semua aktivitas kehidupan manusia memerlukan energi. Pada zaman prasejarah sampai awal zaman sejarah, hanya kayu dan batu yang dapat digunakan sebagai sumber energi untuk keperluan hidup manusia. Sampai saat ini, bahan bakar minyak bumi dan gas digunakan untuk berbagai keperluan hidup manusia. Gambar 1.15 merupakan persentase berbagai sumber energi yang paling banyak digunakan untuk kehidupan manusia di Indonesia.

1) Sumber Energi Tak Terbarukan

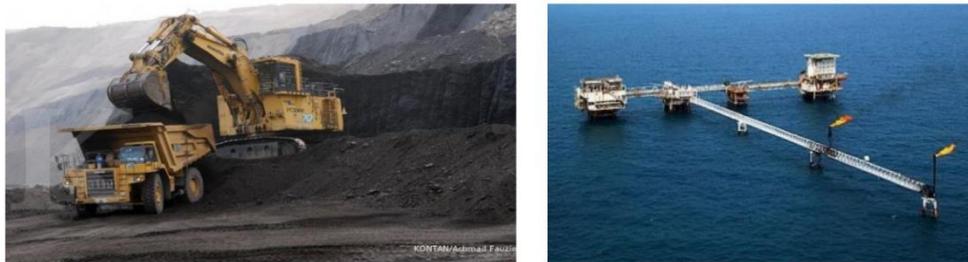


Gambar 2. 25 Komposisi Sumber energi yang digunakan di Indonesia

Energi tak terbarukan yang paling banyak dimanfaatkan adalah minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Ketiganya digunakan dalam kehidupan sehari-hari, yaitu pada industri, untuk pembangkit listrik, maupun transportasi. Berdasarkan hasil perhitungan para ahli, minyak bumi akan habis 30 tahun lagi, sedangkan gas alam akan habis 47 tahun lagi, dan batu bara akan habis 193 tahun lagi.

2) Energi Hasil Tambang Bumi

Minyak bumi, gas, dan batu bara merupakan bahan bakar fosil yang berasal dari tumbuhan dan hewan-hewan yang terkubur jutaan tahun di dalam bumi. Untuk mendapatkan minyak bumi, dilakukan penambangan atau eksploitasi ke dalam perut bumi.



Gambar 2. 26 Beberapa contoh penambangan hasil bumi
Sumber: tribunnews.com, republika.co.id

a) Energi Nuklir

Energi nuklir adalah energi potensial yang terdapat pada partikel di dalam nukleus atom. Partikel nuklir, seperti proton dan neutron, tidak terpecah di dalam proses reaksi fisi dan fusi. Akan tetapi, kumpulan tersebut memiliki massa yang lebih rendah daripada ketika berada dalam posisi terpisah. Adanya perbedaan massa ini maka dibebaskan dalam bentuk energi panas melalui radiasi nuklir (Lihat Gambar 67).

3) Sumber Energi Terbarukan

Ancaman bahwa sumber energi suatu saat akan habis menyebabkan banyak ilmuwan berusaha menemukan energi alternatif yang terbarukan atau tidak akan habis dipakai. Sumber energi terbarukan yang saat ini mulai dikembangkan adalah biogas dari kotoran ternak, air mengalir, angin, dan panas matahari. Salah satu sumber energi terbarukan

yang saat ini mulai dipelajari agar dapat dikembangkan di Indonesia adalah biogas yang berasal dari sampah biologis.



Gambar 2. 27 Gambar SEQ * ARABIC 67. Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir
Sumber : Greeners.co

a) Energi Matahari

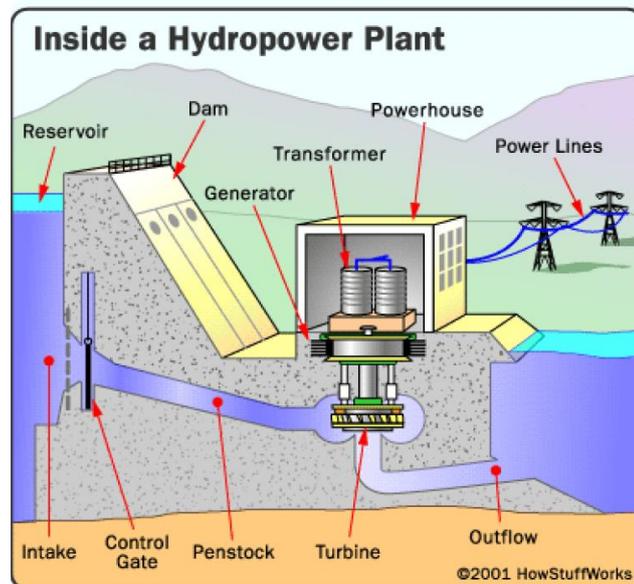
Energi surya atau energi matahari adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi energi dalam bentuk lain. Lihat Gambar 30! Matahari merupakan sumber utama energi. Energi matahari dapat digunakan secara langsung maupun diubah ke bentuk energi lain.

b) Pembangkit Listrik Tenaga Air



Gambar 2. 28 Energi matahari ditangkap pada panel-panel solar sel untuk diubah menjadi energi listrik.

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah pembangkit yang mengandalkan energi potensial dan kinetik dari air untuk menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dibangkitkan ini disebut hidroelektrik.



Gambar 2. 29 Gambar SEQ * ARABIC 69.Prinsip kerja PLTA di bendungan
Sumber: asharemore.blogspot.com

Komponen pembangkit listrik jenis ini adalah generator yang dihubungkan ke turbin yang digerakkan oleh energi kinetik dari air, lihat Gambar 31! Namun, secara luas pembangkit listrik tenaga air tidak hanya terbatas pada air dari sebuah waduk atau air terjun, melainkan juga pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air dalam bentuk lain seperti tenaga ombak.

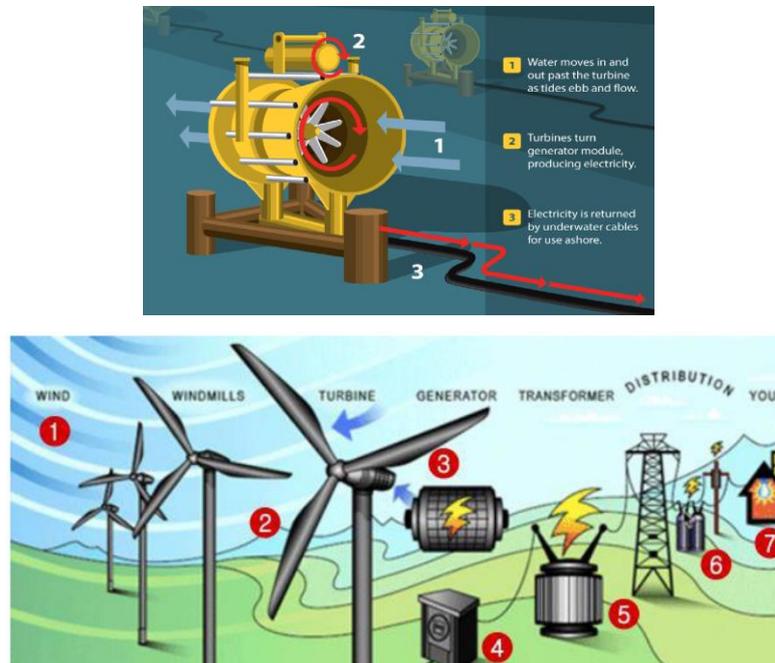
c) Energi Angin

Energi angin memanfaatkan tenaga angin dengan menggunakan kincir angin untuk diubah menjadi energi listrik atau bentuk energi lainnya, lihat Gambar 32! Umumnya, digunakan dalam ladang angin dalam skala besar untuk menyediakan listrik di lokasi yang terisolir.

d) Energi Tidal

Energi tidal merupakan energi yang memanfaatkan pasang surutnya air yang sering disebut juga sebagai energi pasang surut. Jika dibandingkan dengan energi angin dan energi matahari, energi tidal memiliki sejumlah keunggulan. Keunggulan tersebut antara lain memiliki aliran energi yang lebih pasti/mudah diprediksi, lebih hemat ruang, dan tidak membutuhkan teknologi konversi yang rumit. Kelemahan

energi ini adalah membutuhkan alat konversi yang Andal yang mampu bertahan dengan kondisi lingkungan laut yang keras karena tingginya tingkat korosi dan kuatnya arus laut, Lihat Gambar 71!



Gambar 2. 30 Prinsip kerja pembangkit listrik dari energi tidal
Sumber: id.pinterest.com

5. Pesawat Sederhana

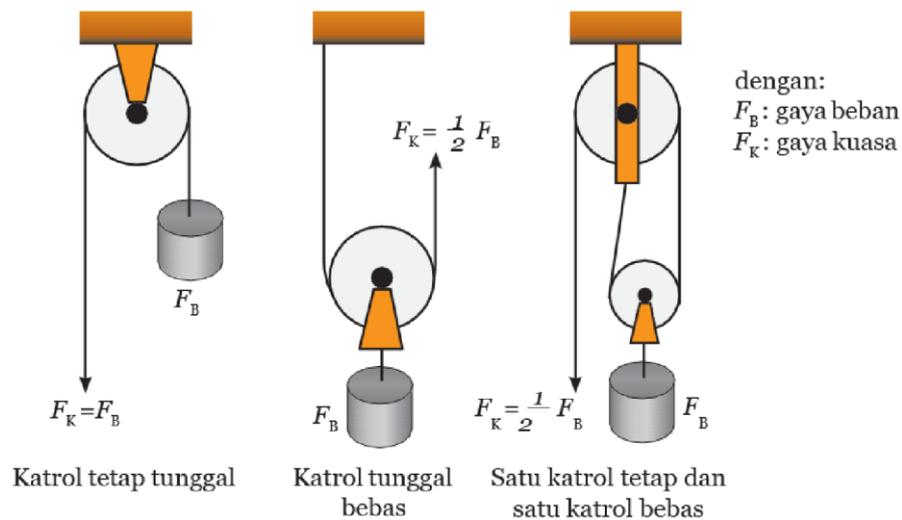
Pada saat kita melakukan aktivitas, kita selalu berupaya agar dapat melakukan usaha dengan mudah. Oleh karena itu, kita menggunakan alat bantu (pesawat sederhana) untuk membantu melakukan aktivitas. Pesawat sederhana digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Berikut ini akan dibahas beberapa jenis pesawat sederhana yang ada di sekitar Anda. Selain itu, akan dijelaskan pula keuntungan mekanis dari penggunaan pesawat sederhana.

Jenis – jenis Pesawat Sederhana

a. Katrol

Fungsi katrol salah satunya adalah untuk mengubah arah gaya, keuntungan katrol mekanis tetao sama dengan 1. Karena pada katrol tetap tunggal, gaya kuasa yang digunakan untuk menarik beban sama dengan gaya beban. Berbeda dengan katrol tetap, kedudukan katrol bebas berubah dan tidak dipasang di tempat tertentu.

Katrol bebas berfungsi untuk melipatkan gaya, sehingga gaya pada kuasa yang diberikan untuk mengangkat benda menjadi lebih kecil daripada gaya beban. Katrol jenis ini biasanya ditemukan di pelabuhan yang digunakan untuk mengangkat peti kemas. Keuntungan mekanis dari katrol bebas lebih besar dari 1. Pada kenyataannya nilai keuntungan mekanis dari katrol bebas tunggal adalah 2.



Gambar 2. 31 Beberapa jenis katrol tetap

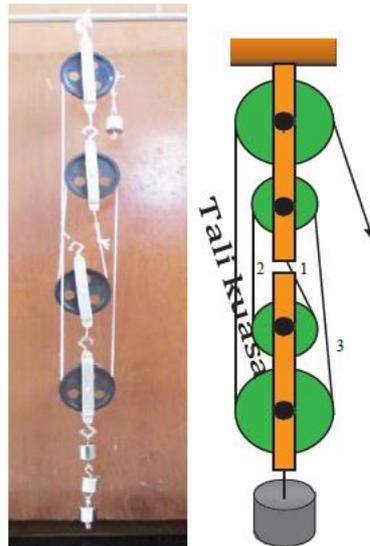
Hal ini berarti bahwa gaya kuasa 1 N akan mengangkat beban 2 N.

Agar gaya kuasa yang diberikan pada benda semakin kecil, maka diperlukan katrol majemuk. Katrol majemuk merupakan gabungan dari katrol tetap dan katrol bebas yang dirangkai menjadi satu sistem yang terpadu. Katrol majemuk biasa digunakan dalam bidang industri untuk mengangkat benda-benda yang berat. Keuntungan mekanis dari katrol majemuk sama dengan jumlah tali yang menyokong berat beban. Misalnya seperti pada Gambar 34, gaya kuasa pada katrol majemuk tersebut adalah 4, karena jumlah tali yang mengangkat beban ada 4 (tali kuasa tidak diperhitungkan).

Keuntungan mekanis (KM) adalah bilangan yang menunjukkan berapa kali pesawat sederhana menggandakan gaya. Dapatkah kamu menghitungnya? Caranya dengan menghitung besar perbandingan gaya beban dengan gaya kuasa yang diberikan pada benda. Berikut adalah persamaan matematisnya:

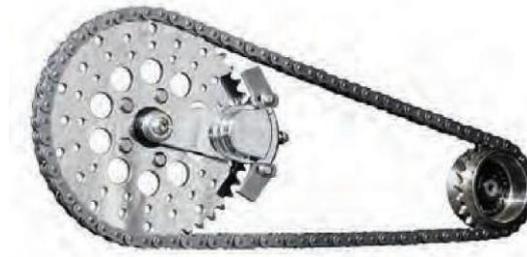
$$KM = \frac{\text{Gaya Beban}}{\text{Gaya Kuasa}} = \frac{F_B}{F_K}$$

Tidak semua pesawat sederhana dapat menggandakan gaya. Contohnya adalah katrol tetap tunggal. Katrol ini hanya berfungsi untuk mengubah arah gaya. Oleh karena itu, pada katrol tetap tunggal hanya memiliki keuntungan mekanis sebesar 1. Hal ini disebabkan besarnya gaya kuasa sama dengan gaya beban.



Gambar 2. 32 Katrol Majemuk

b. Roda Berporos



Gambar 2. 33 Contoh Roda Berporos: Roda Gigi pada sepeda motor

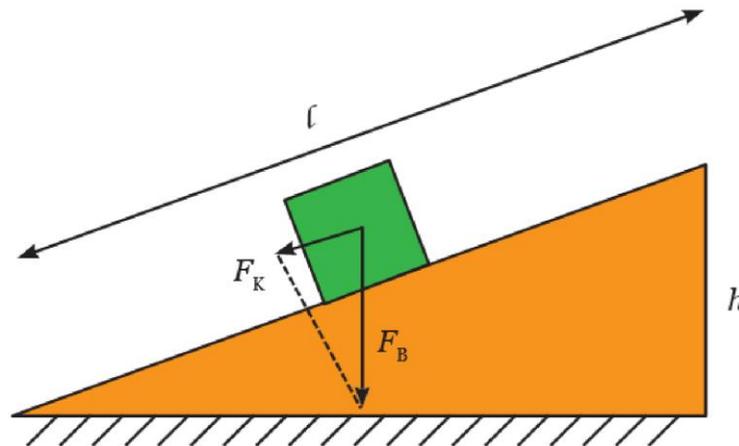
Roda gigi berfungsi sebagai pusat pengatur gerak roda sepeda yang terhubung langsung dengan roda sepeda, sedangkan roda sepeda menerapkan prinsip roda berporos untuk mempercepat gaya saat melakukan perjalanan. Gambar 34 menunjukkan roda gigi pada sepeda motor sebagai contoh roda berporos. Selain roda sepeda, contoh penerapan pesawat sederhana jenis roda berporos adalah pada kursi roda, mobil, dan sepatu roda

c. Bidang Miring



Gambar 2. 34 Contoh bidang miring: sekrup

Bidang miring merupakan bidang datar yang diletakkan miring atau membentuk sudut tertentu sehingga dapat memperkecil gaya kuasa.



Gambar 2. 35 Contoh bidang miring

Contoh penerapan bidang miring adalah tangga, sekrup, dan pisau. Keuntungan mekanis bidang miring dapat dihitung sebagai berikut.

$$KM_{\text{Bidang miring}} = \frac{l}{h}$$

Keterangan:

KM = Keuntungan mekanis

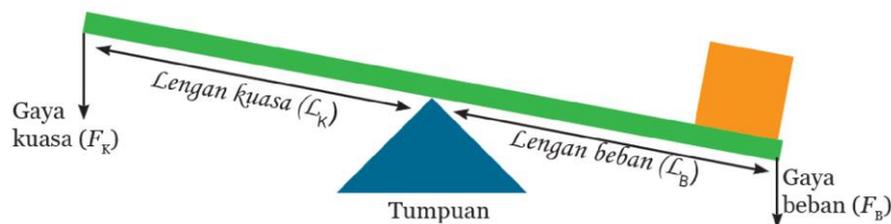
l = Panjang bidang miring [m]

h = Tinggi bidang miring [m]

d. Pengungkit

Pengungkit merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh alat-alat yang merupakan pengungkit antara lain gunting, linggis, jungkat-jungkit, pembuka botol, pemecah biji kenari, sekop, koper, pinset, dan sebagainya.

Pengungkit dapat memudahkan usaha dengan cara menggandakan gaya kuasa dan mengubah arah gaya. Agar kita dapat mengetahui besar gaya yang dilipatgandakan oleh pengungkit maka kita harus menghitung keuntungan mekanisnya. Cara menghitung keuntungan mekanisnya adalah dengan membagi panjang lengan kuasa dengan panjang lengan beban. Panjang lengan kuasa adalah jarak dari tumpuan sampai titik bekerjanya gaya kuasa. Panjang lengan beban adalah jarak dari tumpuan sampai dengan titik bekerjanya gaya beban



Gambar 2. 36 Contoh Konsep Pengungkit

Syarat kesetimbangan tuas adalah

$$F_B \times L_B = F_K \times L_K$$

Keuntungan mekanis (KM) pengungkit adalah:

$$KM = \frac{F_B}{F_K} = \frac{L_K}{L_B}$$

Keterangan:

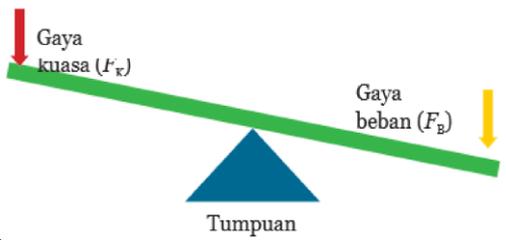
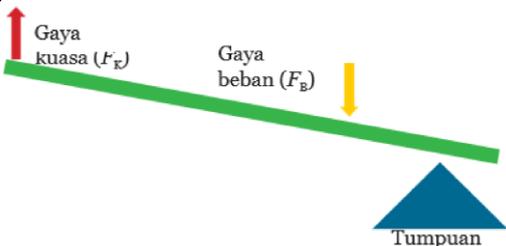
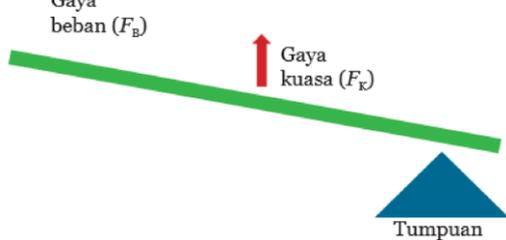
KM = keuntungan mekanis

FB = gaya beban [N]

FK = gaya kuasa [N]

LK = lengan kuasa

Tabel 2. 2 Jenis pengungkit

Jenis Pengungkit	Penerapan dalam kehidupan keseharian	Konsep Pengungkit
Jenis Pertama		
Jenis Kedua		
Jenis Ketiga		

6. Suhu dan Kalor

a. Suhu

Apa yang anda pikirkan dari dua gambar pada Gambar 38? Seandainya anda berada dekat di tempat tersebut apa yang anda rasakan? Kehangatan tentunya akan anda rasakan manakala dekat dengan api unggun, namun hawa dingin akan anda alami saat anda diterpa badai salju. Ukuran mengenai panas atau dinginnya suatu benda dalam kehidupan sehari-hari kita menamakannya dengan “suhu/temperatur”.

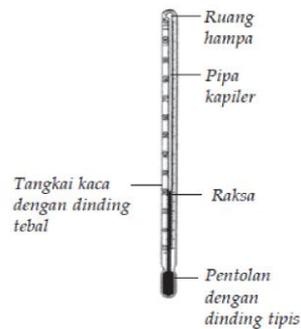


Gambar 2. 37 Gambar .Kalor pada api unggun dan musim salju

Suhu suatu benda dapat kita rasakan dengan anggota tubuh kita, terutama telapak tangan kita. Syaraf yang berada di telapak tangan kita merasakan suhu benda dan diteruskan ke otak kita sehingga kita bisa menyatakan panas atau dingin benda tersebut. Namun demikian telapak tangan kita tidak dapat dijadikan alat ukur dari suhu suatu benda.

b. Alat Pengukur Suhu

Alat yang dirancang untuk mengukur temperatur/suhu disebut *termometer*. Termometer bekerja dengan memanfaatkan perubahan sifat-sifat materi akibat perubahan suhu. Sebagian besar termometer umum bergantung pada pemuaian materi terhadap naiknya suhu. Termometer pertama kali dibuat oleh Galileo dengan memanfaatkan pemuaian gas. Perkembangan berikutnya termometer dibuat oleh Accademia del Cimento dengan memanfaatkan alkohol sebagai pengisinya.



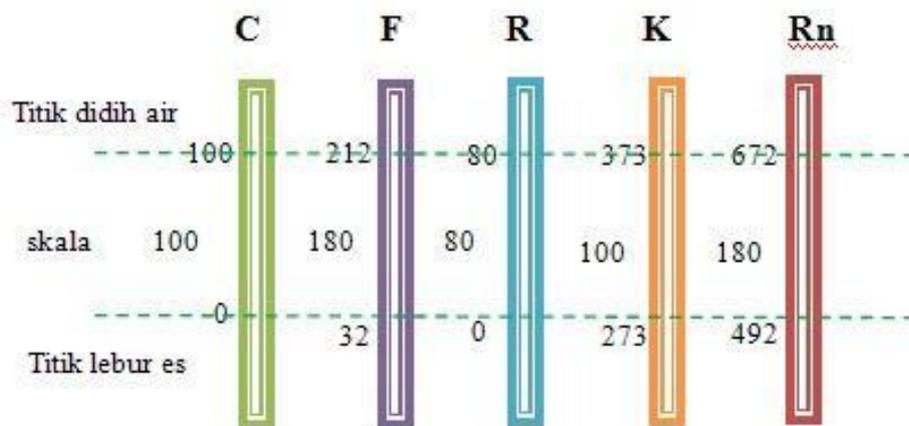
Termometer bekerja menggunakan bahan yang bersifat **termometrik**. Artinya, sifat-sifat benda tersebut dapat berubah jika ada perubahan suhu. Berdasarkan sifat ini, terdapat beberapa jenis termometer, yaitu:

- 1) Termometer zat cair yang bekerja berdasarkan pemuaian zat cair yang dipanaskan.
Zat cair yang sering digunakan adalah alkohol, raksa, dan kristal cair. Raksa dan alkohol punya kelebihan dan kekurangan masing-masing. Titik beku raksa pada -39°C dan mendidih pada 360° , sehingga raksa cocok untuk mengukur suhu tinggi. Untuk suhu-suhu yang lebih rendah dapat dipakai alkohol (Titik beku -114°C) dan pentana (Titik beku -200°C) sebagai zat cairnya.
- 2) Termometer bimetal yang bekerja berdasarkan pemuaian 2 logam yang dipanaskan.
- 3) Termometer hambatan yang bekerja berdasarkan bertambahnya hambatan listrik ketika kawat logamnya dipanaskan, sehingga akan terjadi pulsa-pulsa listrik yang menunjukkan suhu yang diukur.
- 4) Termokopel yang prinsipnya terjadi pemuaian dua logam karena ujungnya disentuhkan. Akibatnya timbullah gaya gerak listrik (GGL) dan inilah yang akan menunjukkan suhu suatu benda
- 5) Pyrometer, merupakan alat ukur untuk suhu yang tinggi ($5000\text{ C} - 3.0000\text{ C}$). Alat ini bekerja berdasarkan intensitas radiasi yang dipancarkan oleh benda panas. Contohnya Termogun untuk industri.

c. Penentuan Skala Suhu

Saat melakukan pengukuran suhu dengan suatu termometer, kita memerlukan acuan. Acuan ini ada didasarkan pada skala termometer. Skala ini mempunyai dua acuan, yakni titik didih dan titik beku air. Titik didih air dijadikan titik acuan atas sedangkan titik beku air dijadikan titik acuan bawah. Kemudian, diantara keduanya dibagi dalam beberapa skala kecil

Perhatikan Gambar 40 di bawah ini. Terdapat empat skala yang digunakan dalam pengukuran suhu, yaitu skala Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin. Dimana Rn adalah termometer lain yang akan dicari perbandingan skalanya



Gambar 2. 38 Diagram Kalibrasi skala thermometer

Perbandingan skala = C : F : R : K : R_n

$$= 100 : 180 : 80 : 100 : 180$$

$$= 5 : 9 : 4 : 5 : 9$$

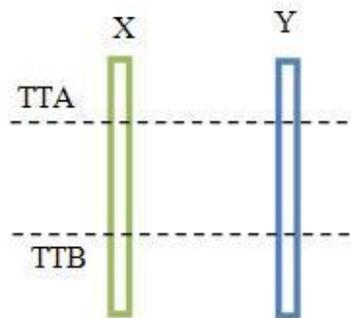
Sehingga untuk perubahan skala dari Celcius menjadi Reamur atau menjadi skala thermometer lainnya sebagai berikut.

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{R}{80} = \frac{K - 273}{100} = \frac{R_n - 492}{180} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{R}{4} = \frac{K - 273}{5} = \frac{R_n - 492}{9}$$

.... (2.2)

Berdasarkan perbandingan ini, kita dapat melakukan penyetaraan diantara keempat skala tersebut. Langkah penyetaraan ini dapat kita pelajari pada Gambar 41 di bawah ini.



Gambar 2. 39 Perbandingan skala 2 termometer

Satuan skala Kelvin juga disepakati sebagai standar satuan suhu. Suhu yang dinyatakan dengan skala Kelvin disebut *suhu mutlak* yang dilambangkan dengan T. Perubahan dua termometer mengikuti aturan perbandingan sebagai berikut:

$$\frac{X - TTB_x}{TTA_x - TTB_x} = \frac{Y - TTB_y}{TTA_y - TTB_y} \dots\dots\dots (2.3)$$

d. Kalor

Sifat termal zat ialah bahwa setiap zat yang menerima ataupun melepaskan kalor, maka zat tersebut akan mengalami :

- Perubahan suhu / temperatur / derajat panas.
- Perubahan panjang ataupun perubahan volume zat tersebut.
- Perubahan wujud.

Bagaimana dengan kalor itu sendiri? Ilmuwan yang pertama kali menyelidiki kalor sebagai energi adalah Robert Mayer kemudian diteruskan oleh James Prescott Joule. Untuk mengabadikan jasanya, satuan kalor adalah Joule. Satuan lainnya adalah kalori atau kal. 1 Kalori menyatakan banyaknya kalor yang diperlukan untuk memanaskan 1 Kg air bersuhu 15° C sehingga suhunya naik sebesar 1 derajat

Celsius. Kalor merupakan sebuah energi yang berpindah dari suatu benda ke benda yang lainnya karena adanya perbedaan suhu/temperatur. Setiap ada perbedaan suhu antara dua sistem, maka akan terjadi perpindahan kalor. Kalor mengalir dari sistem bersuhu tinggi ke sistem yang bersuhu lebih rendah. Apa sajakah pengaruh kalor terhadap suatu sistem atau benda?

Kalor Dapat Mengubah Suhu Benda

Satu gelas air panas jika dicampur dengan satu gelas air dingin, setelah beberapa saat akan menjadi air hangat. Air panas akan melepaskan sebagian kalornya sehingga suhunya turun dan air dingin akan menerima kalor sehingga suhunya naik. Perpindahan kalor dari air panas ke air dingin menyebabkan suhu air menjadi berubah. Berdasarkan fakta eksperimen semakin besar kalor yang diberikan semakin besar pula kenaikan suhunya. Semakin besar massa benda semakin banyak kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhunya. Berdasarkan fakta tersebut dapat dituliskan dalam persamaan:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (2.4)$$

Keterangan:

Q	=	Kalor yang diperlukan untuk mengubah temperatur suatu benda [kalori atau Joule]
m	=	Massa benda [Kg]
c	=	Kalor jenis benda [Joule.Kg ⁻¹ .°C ⁻¹]
Δ	=	Perubahan temperatur [°C ⁻¹]
T		

Dimana c adalah karakteristik dari zat tersebut yang dikenal sebagai kalor jenis. Sampai batas tertentu nilai c bergantung pada temperatur, tetapi untuk temperatur yang tidak terlalu besar, c seringkali dianggap konstan. Semakin besar nilai kalor jenis suatu zat, semakin banyak kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan / menurunkan suhu (dalam °C) zat tersebut per 1 Kg nya. Selain kalor jenis, karakteristik suatu zat juga ditunjukkan oleh Kapasitas Kalor zat tersebut.

Kapasitas Kalor (C) merupakan banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda sebesar 1°C atau 1°K.

..... (2.5)

Keterangan:

- C = Kapasitas kalor yang diperlukan untuk mengubah temperatur suatu benda [kalori.°C⁻¹ atau Joule. °C⁻¹]
- m = Massa benda [Kg]
- c = Kalor jenis benda [Joule.Kg⁻¹.°C⁻¹]
- Δ = Perubahan temperatur [°C⁻¹]
- T

Tabel 2. 3 Kalor Jenis (c) Beberapa Zat (pada tekanan 1 atm dan suhu 20oC, kecuali dinyatakan spesifikasinya)

Zat	Kalor Jenis (c)		Zat	Kalor Jenis (c)	
	kcal/Kg.°C	J/Kg.°C		kcal/Kg.°C	J/Kg.°C
Alumunium	0,22	900	Alkohol	0,58	2400
Tembaga	0,093	390	Raksa	0,033	140
Kaca	0,20	840	Air Es (-5 °C)	0,5	2100
Besi/Baja	0,11	450	Air (15 °C)	1,00	4186
Timah hitam	0,031	130	Uap air (110 °C)	0,48	2010
Marmar	0,21	860	Tubuh manusia (rata-rata)	0,83	3470
Perak	0,056	230			
Kayu	0,4	1700	Protein	0,4	1700

Tabel 2. 4 Kalor Jenis Gas (kkal/Kg.oC) pada tekanan (P) & volume (V) konstan

Gas	P konstan	V konstan	Gas	P konstan	V konstan
Uap (100°C)	0,482	0,350	CO ₂	0,199	0,153
Oksigen	0,218	0,155	Nitrogen	0,248	0,177
Helium	1,15	0,75			

Kalor Dapat Mengubah Wujud Zat

Kalor yang diberikan pada zat dapat mengubah wujud zat tersebut. Perubahan wujud yang terjadi ditunjukkan oleh Gambar di bawah ini. Ada 3 wujud benda di bawah ini dimana setiap perubahannya dibutuhkan kalor, baik untuk diserap ataupun dilepas. Kalor yang diperlukan atau dilepaskan persatuan massa pada saat terjadinya perubahan fase atau wujud disebut kalor laten.

$$Q = mL \quad (2.6)$$

- dimana:
- L = kalor laten [J/Kg]
 - Q = Kalor yang diserap atau dilepas [J]
 - m = massa benda [Kg]



Gambar 2. 40 Diagram perubahan wujud zat di pengaruh kalor

Gambar 2. 41 Kalor Laten beberapa zat pada tekanan 1 atm

Zat	Titik lebur (°C)	Kalor Lebur		Titik didih °C	Kalor Penguapan	
		kkal/Kg	J/Kg		kkal/Kg	J/Kg
Oksigen	-218,8	3,3	0,14.10 ⁵	-183	51	2,1.10 ⁵
Nitrogen	-210,0	6,1	0,26.10 ⁵	-195,8	48	2,00.10 ⁵
Ethyl alkohol	-114	25	1,04.10 ⁵	78	204	8,5.10 ⁵
Amonia	-77,8	8,0	0,33.10 ⁵	-33,4	33	1,37.10 ⁵
Air	0	79,7	3,33.10 ⁵	100	539	22,6.10 ⁵
Timah hitam	327	5,9	0,25.10 ⁵	1750	208	8,7.10 ⁵
Perak	961	21	0,88.10 ⁵	2193	558	23.10 ⁵
Besi	1808	69,1	2,89.10 ⁵	3023	1520	63,4.10 ⁵
Tungsten	3410	44	1,84.10 ⁵	5900	1150	48.10 ⁵

e. Asas Black dan Perubahan Wujud Zat

Asas Black merupakan bentuk lain dari Hukum Kekekalan Energi. Asas Black dapat terjadi secara ideal dengan catatan kedua benda yang berinteraksi, terisolasi dengan baik, sehingga **“Jumlah kalor yang dilepas sama dengan jumlah kalor yang diterima”**.

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2$$

dimana $\Delta T_1 = T - T_{\text{akhir}}$ dan $\Delta T_2 = T_{\text{akhir}} - T$ sehingga didapatkan persamaan:

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_1 - T_c) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_c - T_2) \quad \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan: m_1 = massa benda 1 yang suhunya tinggi [Kg]

m_2 = massa benda 2 yang suhunya rendah [Kg]

c_1 = kalor jenis benda 1 [J/Kg°C]

c_2 = kalor jenis benda 2 [J/Kg°C]

T_1 = suhu mula-mula benda 1 [°C atau K]

T_2 = suhu mula-mula benda 2 [°C atau K]

T_c = suhu akhir atau suhu campuran [°C atau K]

Berdasarkan persamaan di atas dengan menggunakan kalorimeter, nilai kalor jenis suatu benda dapat dihitung jika kalor jenis benda yang lain telah diketahui.

f. Pemuaian Zat

Ketika benda dipanaskan, atom-atom dalam benda tersebut bergerak semakin cepat. Akibatnya molekul-molekul benda bergerak saling menjauh, sehingga volume benda semakin membesar. Peristiwa bertambahnya volume akibat adanya kalor mengenai benda, dikenal dengan pemuaian. Secara fakta ketika suatu benda dipanaskan, pemuaian yang terjadi adalah ke segala arah, lebih tepatnya pemuaian volume. Namun pada modul ini akan dibahas 3 jenis pemuaian berdasarkan dimensinya.

1) Pemuaian Panjang

Muai panjang didefinisikan sebagai pertambahan panjang benda yang panjangnya satu satuan panjang (m) dengan kenaikan suhu satu satuan suhu. Bilangan yang menunjukkan pertambahan panjang benda per panjang mula-mula per kenaikan suhu disebut koefisien muai panjang (α).

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta T}$$

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 (T - T_0)} \quad \dots \dots \dots (2.8)$$

dimana: α = koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}$ atau $/\text{K}$)
 l = panjang benda setelah dipanaskan (m)
 l_0 = panjang benda sebelum dipanaskan (m)
 T = suhu setelah dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$ atau K)
 T_0 = suhu sebelum dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

Panjang benda setelah dipanaskan berdasarkan persamaan di atas adalah

$$\boxed{} \dots \dots \dots (2.9)$$

2) Pemuaiian Luas

Secara matematis luas adalah panjang x panjang, sehingga koefisien muai luas (β) didefinisikan 2α . Analogi dengan persamaan muai panjang maka persamaan muai luas, didefinisikan sebagai berikut:

$$\beta = \frac{\Delta A}{\Delta T A_0} \text{ atau } \beta = \frac{A - A_0}{A_0 (T - T_0)} \dots \dots \dots (2.10)$$

dimana: A = Luas benda setelah dipanaskan (m^2)
 A_0 = Luas benda sebelum dipanaskan (m^2)
 β = koefisien muai luas ($^{\circ}\text{C}$ atau $/\text{K}$)
 T = suhu benda setelah dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$ atau K)
 T_0 = suhu benda sebelum dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

Luas benda setelah dipanaskan berdasarkan persamaan di atas adalah

$$\boxed{} \dots \dots \dots (2.11)$$

3) Pemuaian Volume

Secara matematis volume adalah Luas x panjang, sehingga koefisien muai volume (γ) didefinisikan 3α . Analogi dengan persamaan muai panjang maka persamaan muai volume, yaitu:

$$\gamma = \frac{\Delta V}{\Delta T V_0} \quad \text{atau} \quad \gamma = \frac{V - V_0}{V_0 (T - T_0)} \dots \dots \dots (2.12)$$

- Dimana
- :V = Volume benda setelah dipanaskan (m^3)
 - V_0 = Volume benda sebelum dipanaskan (m^3)
 - γ = koefisien muai Volume ($^{\circ}C$ atau /K)
 - T = suhu benda setelah dipanaskan ($^{\circ}C$ atau K)
 - T_0 = suhu benda sebelum dipanaskan ($^{\circ}C$ atau K)

Volume benda setelah dipanaskan berdasarkan persamaan di atas adalah

$$V = V_0(1 + \gamma \cdot \Delta T) \dots \dots \dots (2.13)$$

Pemuaian volume pada gas mengikuti kaidah berdasarkan ketentuan bahwa koefisien muai pada semua gas adalah $\frac{1}{273 K}$ atau $\gamma = \frac{1}{273 K}$ sehingga persamaan muai volume gas menjadi:

$$\dots \dots \dots (2.14)$$

g. Perpindahan Kalor

Kalor dalam kehidupan sehari-hari bisa berpindah dari satu benda ke benda yang lain, dalam perpindahannya kalor dapat melalui beberapa cara, yaitu konduksi, konveksi dan radiasi.

1) Hantaran (Konduksi)

Konduksi merupakan proses perpindahan kalor melalui zat perantara tanpa disertai perpindahan molekul zat. Contoh konkretnya adalah ketika kita mencelupkan sendok logam ke air panas setelah beberapa saat kita merasakan bahwa sendok ikut menjadi panas. Panasnya sendok tersebut tanpa disertai berpindahnya molekul air ke ujung sendok. Pada peristiwa tersebut sendok tergolong bahan yang mudah menghantarkan kalor dengan baik. Bahan seperti ini kita kenal sebagai konduktor. Kebalikannya bahan yang susah menghantarkan kalor dengan baik kita kenal dengan isolator.

Peristiwa konduksi dapat diakibatkan oleh migrasi elektron dan getaran atom disekitar posisi setimbangnya. Saat sebuah logam dipanaskan maka elektron-elektron di bagian yang dipanaskan bergetar/bergerak lebih kencang sehingga energi kinetiknya naik. Akibatnya elektron berpindah ke bagian yang memiliki energi kinetik lebih rendah (bagian benda yang lebih dingin). Perpindahan tersebut menyebabkan tumbukan elektron sehingga elektron yang berenergi rendah naik energinya menjadi tinggi, hal ini direpresentasikan dengan kenaikan suhu bagian benda yang awalnya dingin. Perpindahan elektron yang berenergi tinggi berlangsung terus sampai semua bagian benda terimbas energinya yang ditandai dengan meratanya suhu dari benda tersebut. Peristiwa konduksi akibat migrasi elektron hanya terjadi pada logam yang punya elektron bebas.

Peristiwa konduksi berikutnya dapat terjadi pada zat padat selain logam, dimana perambatan kalornya melalui getaran atom pada bagian yang dipanaskan. Saat atom-atom di lokasi pemanasan bergetar lebih kencang akan mengakibatkan atom-atom disekitarnya ikut bergetar lebih kencang dari sebelumnya. Getaran kencang atom tetangga ini diikuti oleh tetangga yang lebih jauh. Begitu seterusnya sehingga terjadi perpindahan getaran atom. Pada akhirnya semua atom dalam zat bergetar lebih kencang. Hal ini merepresentasikan fenomena perambatan kalor dimana tidak ada atom yang berpindah hanya getaran atom yang lebih kencang saja yang berpindah.

Perpindahan kalor dari suatu bahan ke bahan yang lain dapat dihitung kelajuannya dengan menggunakan persamaan:

..... (2.15) atau $H =$

Keterangan :

H = laju hantaran kalor (J/s)

ΔQ = jumlah aliran kalor (J)

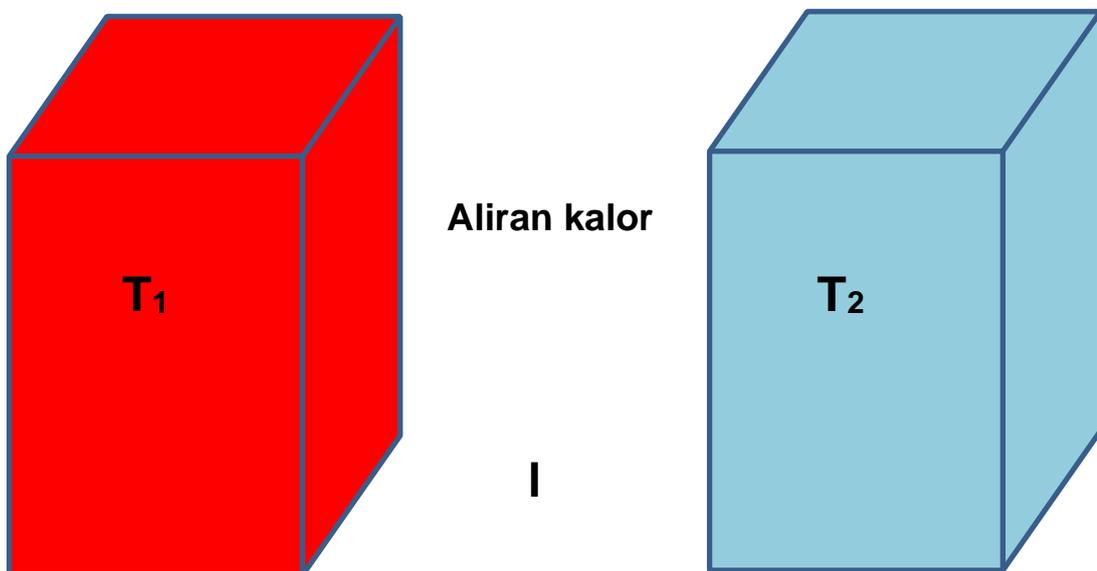
Δt = selang waktu (s)

k = konduktivitas termal (J/s.m°C)

A = Luas penampang benda (m²)

ΔT = Perbedaan suhu kedua ujung benda yang dialiri kalor (°C)

l = Jarak kedua ujung benda atau tebal benda (m)



Gambar 2. 42 Aliran kalor pada 2 bahan yang berbeda

zat/bahan tersebut. Bagaimana halnya dengan bahan isolator? Karakteristik termal pada isolator biasa dinyatakan sebagai resistensi termal (R), dimana R adalah:

$$R = \frac{l}{k} \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan:

l = panjang isolator (m)

k = konduktivitas termal (J/s.m°C)

Tabel 2. 5 Konduktivitas termal beberapa bahan

No.	Bahan	Konduktivitas termal (k) [J/s.m°C]	
		kcal/s.m.°C	J/s.m.°C
1	Perak	$10 \cdot 10^{-2}$	420
2	Tembaga	$9,2 \cdot 10^{-2}$	380
3	Alumunium	$5 \cdot 10^{-2}$	200
4	Baja	$1,1 \cdot 10^{-2}$	40
5	Es	$5 \cdot 10^{-4}$	2
6	Gelas (biasa)	$2 \cdot 10^{-4}$	0,84
7	Batu bata dan beton	$2 \cdot 10^{-4}$	0,84
8	Air	$1,4 \cdot 10^{-4}$	0,56
9	Jaringan tubuh manusia (tidak termasuk darah)	$0,5 \cdot 10^{-4}$	0,2
10	Kayu	$0,2 - 0,4 \cdot 10^{-4}$	0,08 - 0,16
11	Isolator fiberglass	$0,12 \cdot 10^{-4}$	0,048
12	Gabus dan serat kaca	$0,1 \cdot 10^{-4}$	0,042
13	Wol	$0,1 \cdot 10^{-4}$	0,040
14	Bulu angsa	$0,06 \cdot 10^{-4}$	0,025
15	Busa polyurethane	$0,06 \cdot 10^{-4}$	0,024
16	Udara	$0,055 \cdot 10^{-4}$	0,023

2) Aliran (Konveksi)

Zat cair dan gas umumnya bukan merupakan penghantar kalor yang sangat baik, akan tetapi dapat menghantarkan kalor cukup cepat dengan konveksi. **Konveksi** adalah proses perpindahan panas (kalor) melalui suatu zat yang disertai dengan perpindahan molekul-molekul zat. Konveksi dibagi menjadi dua jenis, yakni konveksi alamiah dan konveksi paksa. **Konveksi Alamiah** pada fluida terjadi karena adanya perbedaan massa jenis. Contoh sederhana adalah peristiwa mendidihnya air. Coba kalian perhatikan air yang sedang mendidih. Ketika air akan mendidih, tampak gelembung-gelembung dari dasar panci atau wadah bergerak ke atas. Peristiwa ini terjadi karena air bagian bawah yang mendapatkan panas terlebih dahulu mempunyai massa jenis yang lebih kecil daripada air di bagian atas. Akibatnya, molekul air yang suhunya panas bergerak ke atas digantikan dengan air yang bersuhu lebih dingin. Kejadian ini terjadi terus menerus sehingga semua air di dalam wadah mendidih. Contoh konveksi alamiah lainnya adalah asap yang bergerak ke atas.

Ketika kita membakar sesuatu, udara panas di dekat api akan memuai sehingga massa jenisnya menjadi kecil. Sementara, udara dingin yang berada di sekitar api menekan udara panas ke atas. Akibatnya, terjadi arus konveksi udara pada udara dan asap bergerak ke atas. Sementara itu, **konveksi paksa** terjadi saat fluida yang dipanasi langsung diarahkan ke tujuannya oleh sebuah peniup atau pompa. Contohnya dapat dilihat pada sistem pendingin mobil. Pada sistem pendingin mobil ini air diedarkan melalui pipa-pipa dengan bantuan pompa air. Contoh konveksi paksa lainnya adalah pengering rambut. Kipas dalam pengering rambut menarik udara di sekitarnya. Kemudian, meniupkan udara tersebut melalui elemen pemanas sehingga menghasilkan arus konveksi paksa. Apabila suatu benda atau zat bersuhu tinggi memindahkan kalor ke fluida di sekitarnya secara konveksi, maka **laju aliran kalornya** sebanding dengan luas permukaan benda yang bersentuhan dengan fluida dan sebanding dengan perbedaan suhu antara benda atau zat dan fluida. Laju aliran kalor secara konveksi dapat dihitung dengan rumus:

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = h \cdot A \cdot \Delta T \dots \dots \dots (2.17)$$

- Dimana:
- ΔQ = jumlah kalor yang mengalir (J atau kal)
 - h = koefisien konveksi (J/s.m.°C atau J/s.m.K)
 - A = luas penampang benda (m²)
 - ΔT = perbedaan suhu antara benda dengan fluida (°C)

Koefisien konveksi berhubungan dengan bentuk dan posisi permukaan yang bersentuhan dengan

3) Pancaran (Radiasi)

Pernahkah Anda berpikir, bagaimana panas matahari sampai ke bumi? Anda ketahui bahwa di antara matahari dan bumi terdapat lapisan atmosfer yang sulit menghantarkan panas secara konduksi maupun konveksi. Selain itu, di antara matahari dan bumi juga terdapat ruang hampa yang tidak memungkinkan terjadinya perpindahan kalor. Dengan demikian, perpindahan kalor dari matahari sampai ke bumi tidak memerlukan perantara. Perpindahan kalor yang tidak memerlukan zat perantara (medium) disebut *radiasi*. Setiap benda mengeluarkan energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Laju radiasi dari permukaan suatu benda berbanding lurus dengan luas penampang, berbanding lurus dengan pangkat empat suhu mutlak, dan tergantung sifat permukaan benda tersebut. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$H = A \cdot e \cdot \sigma \cdot T^4 \dots \dots \dots (2.18)$$

- Dimana:
- H = laju radiasi (J/s atau Watt)
 - A = luas penampang benda (m²)
 - T = suhu mutlak (K)
 - e = emisitas bahan ($0 < e \leq 1$)
 - σ = tetapan Stefan-Boltzmann ($5,6705119 \times 10^{-8} \text{ W/mK}^4$)

Emisivitas merupakan karakteristik suatu benda yang bergantung pada jenis zat dan permukaannya. Permukaan yang hitam, seperti arang mempunyai emisivitas yang mendekati 1, yang berarti dapat memancarkan dan menyerap radiasi sangat baik. Sementara, permukaan yang mengkilat mempunyai emisivitas yang mendekati 0 yang menunjukkan benda kurang baik dalam memancarkan dan menyerap radiasi.

Suatu benda yang memancarkan radiasi ke lingkungan dapat kita ukur kecepatan total aliran kalor radiasinya menggunakan persamaan:

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = e \cdot \sigma \cdot A (T_1^4 - T_2^4) \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana : T_1 = suhu benda (K)

T_2 = suhu lingkungan di sekitar (K)

Radiasi banyak dimanfaatkan dalam keseharian, misalnya api unggun, pendingin rumah, pengeringan padi, dan sebagainya. Sementara, pada bidang teknologi radiasi dimanfaatkan untuk termos guna mencegah perpindahan kalor, efek rumah kaca, pemanggang (*oven*), dan lain-lain.

D. Rangkuman

1. Gerak adalah perubahan posisi atau kedudukan terhadap suatu titik acuan tertentu.
2. Perpindahan menurut Bresnick adalah garis lurus terpendek yang menghubungkan titik awal dan titik akhir, tanpa mempedulikan lintasannya. Selisih kedudukan akhir dan kedudukan awal disebut dengan perpindahan.
3. Jarak adalah seluruh lintasan yang ditempuh benda yang sedang bergerak.
4. Percepatan adalah perubahan kecepatan suatu benda dalam selang waktu tertentu. Percepatan bernilai + bila benda kecepatannya meningkat dalam selang waktu tertentu, dan bernilai – bila kecepatannya menurun dalam selang waktu tertentu.

5. Gaya adalah tarikan atau dorongan. Gaya dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda.
6. Tekanan secara matematis dirumuskan dengan perbandingan gaya tekan/dorong terhadap luas permukaan bidang tekannya.
7. Usaha adalah Usaha yang dilakukan pada sebuah benda oleh gaya tetap, F , (baik besar maupun arahnya) didefinisikan sebagai hasil kali besar perpindahan, s , dengan komponen gaya yang sejajar dengan perpindahan itu. Usaha dapat disebut juga sebagai energi yang dibutuhkan untuk membuat benda berpindah kedudukannya.
8. Energi tidak dapat dimusnahkan, namun dapat berubah bentuk dari satu energi ke energi yang lain.
9. Energi terbarukan adalah sumber energi yang selalu tersedia setiap saat.
10. Pesawat Sederhana adalah sebuah perangkat yang berfungsi memudahkan/meringankan kita dalam melakukan usaha.
11. Suhu adalah ukuran mengenai panas atau dinginnya suatu benda dalam kehidupan sehari-hari.
12. Kalor tidak lain adalah energi. Energi yang dibutuhkan untuk membuat benda berubah suhu/temperaturnya.

Pembelajaran 3. Gelombang, Optik, dan Listrik Magnet

Sumber: Modul 5. Pendidikan Profesi Guru.

Penulis: DR. Eka Cahya Prima, S. Pd., M.T

A. Kompetensi

Penjabaran model kompetensi yang selanjutnya dikembangkan pada kompetensi guru bidang studi yang lebih spesifik pada pembelajaran 3. Pembelajaran Gelombang, Optik, dan Listrik Magnet, ada beberapa kompetensi guru bidang studi yang akan dicapai pada pembelajaran ini, kompetensi yang akan dicapai pada pembelajaran ini adalah guru P3K mampu:

Menguasai teori dan aplikasi materi pelajaran IPA yang mencakup: Gelombang, Optik, Listrik, dan Magnet.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian kompetensi yang akan dicapai dalam pembelajaran 3 ini antara lain adalah:

1. Menerapkan konsep getaran, gelombang dan bunyi dalam kehidupan sehari-hari.
2. Menerapkan konsep cahaya, Pembentukan bayangan pada cermin/lensa, dan gangguan pada indra penglihatan dalam kehidupan sehari-hari.
3. Menerapkan konsep listrik Statis, Listrik Dinamis dalam kehidupan sehari-hari.
4. Menerapkan konsep Kemagnetan, Induksi Elektromagnetik, dan teknologi kemagnetan dalam kehidupan sehari-hari.

C. Uraian Materi

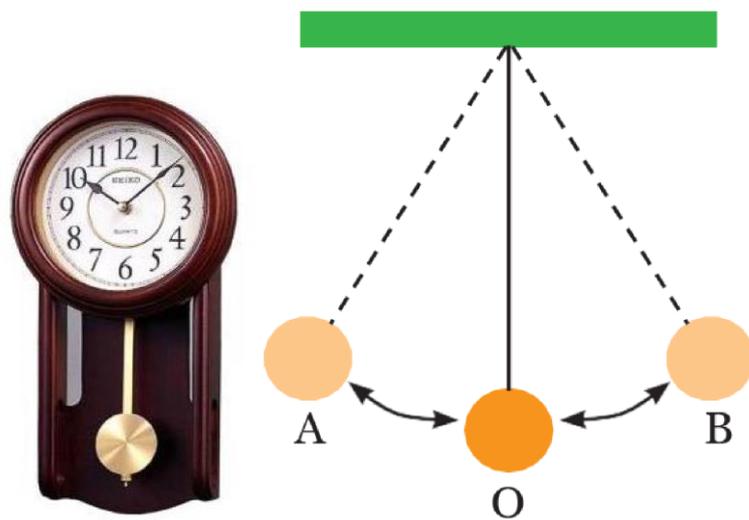
Pernahkah Anda berpikir bagaimana seseorang dapat mendengar bunyi? Apa yang dimaksud dengan bunyi? Darimana bunyi berasal? Kita membutuhkan alat

indra berupa telinga untuk mendengar. Di dalam telinga terdapat berbagai struktur yang memiliki fungsi tertentu sehingga dapat mendeteksi adanya vibrasi mekanis (getaran) hingga terjadilah proses mendengar. Kita wajib bersyukur kepada Tuhan, atas karunia telinga yang diberikan kepada kita.

1. Getaran

Semua benda akan bergetar apabila diberi gangguan. Benda yang bergetar ada yang dapat terlihat secara kasat mata karena simpangan yang diberikan besar, ada pula yang tidak dapat dilihat karena simpangannya kecil. Benda dapat dikatakan bergetar jika benda bergerak bolak-balik secara teratur melalui titik kesetimbangan.

Apakah orang yang berjalan bolak-balik dapat disebut dengan bergetar? Tentu saja tidak. Orang yang berjalan bolak balik belum tentu melalui titik kesetimbangan. Agar memahami tentang getaran, perhatikan Gambar 3.1 tentang bandul sederhana.



Gambar 3. 1 Bandul Sederhana dan aplikasinya pada jam pendulum
Sumber: Dok.Kemdikbud, blibli.com

Sebuah bandul sederhana mula-mula diam pada kedudukan O (kedudukan setimbang). Bandul tersebut ditarik ke kedudukan A (diberi simpangan kecil). Pada saat benda dilepas dari kedudukan A, bandul akan bergerak bolak-balik secara teratur melalui titik A-O-B-O-A dan gerak bolak-balik ini disebut satu getaran.

Salah satu ciri dari getaran adalah adanya amplitudo atau simpangan terbesar. Setiap kali bergetar, berapa banyak waktu yang dibutuhkan? Apa saja yang memengaruhi getaran tersebut? Agar memahami hal tersebut, lakukan kegiatan berikut.

Mari Kita Lakukan

Aktivitas 3.1 Getaran

Apa yang Anda perlukan?

1. 1 buah bandul
2. 1 buah statif
3. 1 buah *Stopwatch*
4. Tali nilon dengan panjang 15 cm dan 30 cm

Apa yang harus Anda lakukan?

1. Ikatkan bandul pada statif sehingga menggantung!
2. Tarik bandul dengan memberi simpangan kecil ($< 10^\circ$) kemudian lepaskan. Setelah bandul bergerak satu getaran, hidupkan *stopwatch*!
3. Catatlah waktu yang diperlukan bandul bergerak bolak-balik dengan jumlah getaran dan panjang tali seperti yang tercantum pada Tabel 1.1! Lengkapi tabel tersebut!

Tabel 3. 1 Hasil pengamatan Getaran Bandul

Panjang Tali (l)	Jumlah Getaran (n)	Waktu getaran (t)	Waktu untuk 1 kali bergetar (T)	Jumlah getaran dalam 1 sekon (f)
15	5			
	10			
	15			
	20			
30	5			
	10			
	15			
	20			

Apa yang perlu Anda diskusikan?

1. Berapa **waktu** yang dibutuhkan untuk melakukan 1 getaran dengan panjang tali 15 cm? Berapa pula waktu yang dibutuhkan untuk melakukan 1 getaran dengan panjang tali 30 cm?

“Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran disebut periode (T)”

2. Berapa jumlah getaran yang terjadi dalam satu sekon pada panjang tali 15 cm? Berapa pula jumlah getaran yang terjadi dalam satu sekon pada panjang tali 30 cm?

“Jumlah getaran yang terjadi dalam satu sekon disebut frekuensi (f).”

3. Secara matematis, bagaimana Anda merumuskan periode? Apa satuannya?
4. Secara matematis, bagaimana Anda merumuskan frekuensi? Apa satuannya?
5. Bagaimana hubungan antara frekuensi dan periode?

Apa yang dapat Anda simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah Anda lakukan, apa yang dapat Anda simpulkan?

Berdasarkan percobaan pada Aktivitas 1, dapat diketahui bahwa panjang tali pada bandul berpengaruh terhadap periode getar. Semakin panjang tali, maka semakin besar periode getarnya dan semakin kecil frekuensinya. Dengan demikian, besar periode berbanding terbalik dengan besar frekuensi.

Mari Kita Selesaikan

Jika ayunan sederhana bergetar sebanyak 60 kali dalam waktu 15 sekon, tentukan:

1. frekuensi ayunan, dan
2. periode ayunan.

2. Gelombang

Jika Anda memukul panci di dekat wadah berlapis plastik yang di atasnya ditaruh segenggam beras, maka beras akan bergetar. Mengapa hal itu dapat terjadi? Ternyata, energi getaran yang dihasilkan dari pukulan panci akan merambat, sehingga menyebabkan plastik ikut bergerak. Dalam bentuk apa energi getaran itu merambat? Energi getaran akan merambat dalam bentuk gelombang. Pada perambatan gelombang yang merambat adalah energi, sedangkan zat perantaranya tidak ikut merambat (hanya ikut bergetar). Pada saat kita mendengar, getaran akan merambat dalam bentuk gelombang yang membawa sejumlah energi, sehingga sampai ke saraf yang menghubungkan ke otak kita.

Berdasarkan energinya, gelombang dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu **gelombang mekanis** dan **gelombang elektromagnetik**. Perambatan gelombang mekanis memerlukan medium (perantara), misal gelombang tali, gelombang air, dan gelombang bunyi. Perambatan gelombang elektromagnetik tidak memerlukan medium, misal gelombang cahaya. Dari kedua jenis gelombang tersebut, yang akan Anda pelajari adalah gelombang mekanis.

a. Gelombang Transversal

Tahukah Anda apa itu gelombang transversal? Sebelum Anda mempelajari gelombang transversal, lakukan aktivitas berikut.

Apa yang Anda perlukan?

Tali tambang

Apa yang harus Anda lakukan?

1. Letakkan tali tambang di atas lantai!
2. Mintalah teman Anda untuk memegang salah satu ujung tali!
3. Berilah usikan pada tali beberapa kali ke arah samping!
4. Amati arah rambat gelombangnya!

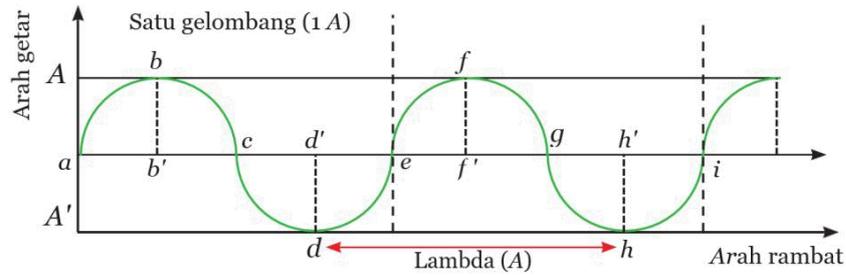
Apa yang perlu Anda diskusikan?

1. Kemanakah arah rambat gelombang?
2. Apakah arah getar dengan arah rambat gelombang saling tegak lurus?

Apa yang dapat Anda simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah Anda lakukan, apa yang dapat Anda simpulkan?

Ketika tali diberi simpangan, tali akan bergetar dengan arah getaran ke atas dan ke bawah. Pada tali, gelombang merambat tegak lurus dengan arah getarnya. Bentuk seperti ini disebut gelombang transversal. Contoh lain gelombang transversal ada pada permukaan air. Panjang gelombang transversal sama dengan jarak satu bukit gelombang dan satu lembah gelombang ($a-b-c-d-e$ pada Gambar 1.2). Panjang satu gelombang dilambangkan dengan λ (dibaca lambda) dengan satuan meter. Simpangan terbesar dari gelombang itu disebut amplitudo (bb' atau dd' pada Gambar 1.2). Dasar gelombang terletak pada titik terendah gelombang, yaitu d dan h , dan puncak gelombang terletak pada titik tertinggi yaitu b dan f . Lengkungan $c-d-e$ dan $g-h-i$ merupakan lembah gelombang. Lengkungan $a-b-c$ dan $e-f-g$ merupakan bukit gelombang.



Gambar 3. 2 Grafik Simpangan terhadap Arah Rambat
Sumber: Dok. Kemdikbud

b. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal dapat Anda amati pada slinki atau pegas yang diletakkan di atas lantai. Ketika slinki digerakkan maju- mundur secara terus menerus, akan terjadi gelombang yang merambat pada slinki dan membentuk pola rapatan dan regangan. Gelombang longitudinal memiliki arah rambat yang sejajar dengan arah getarnya.

Apa yang Anda perlukan?



Gambar 3. 3 Slinky
Sumber: Dok. Kemdikbud

Apa yang harus Anda lakukan?

1. Letakkan slinki di atas lantai yang licin dan minta teman Anda memegang salah satu ujungnya!
2. Gerakkan salah satu ujung slinki dengan cara memberikan dorongan dan tarikan pada slinki!
3. Amati dan gambarkan fenomena yang terjadi pada slinki!

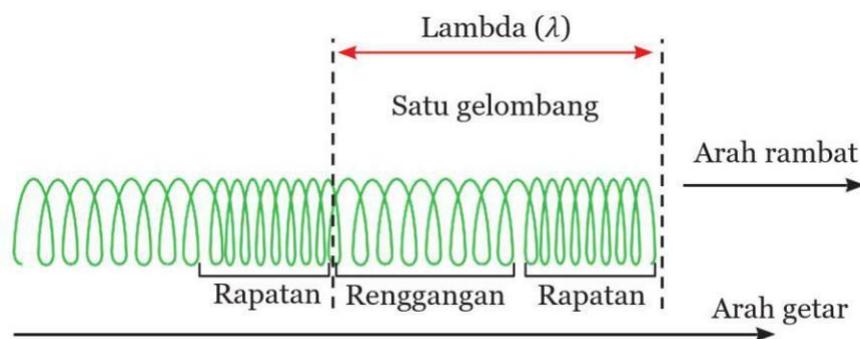
Apa yang perlu Anda diskusikan?

1. Pada saat Anda mendorong dan menarik slinki, ke arah manakah getaran pada slinki?
2. Kemanakah arah rambat gelombang?
3. Apakah arah getar dengan arah rambat gelombang searah? Mengapa?

Apa yang dapat Anda simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah Anda lakukan, apa yang dapat Anda simpulkan?

Contoh gelombang longitudinal adalah gelombang bunyi. Satu gelombang longitudinal terdiri atas satu rapatan dan satu renggangan seperti pada Gambar 3.4. Besaran-besaran yang digunakan pada gelombang longitudinal sama dengan besaran-besaran pada gelombang transversal. Dapatkah Anda menyebutkannya?



Gambar 3. 4 Rapatan dan Renggangan pada Gelombang Longitudinal
Sumber: Dok. Kemdikbud

c. Pemantulan Gelombang

Apakah gelombang dapat dipantulkan? Agar memahami pemantulan gelombang pada tali, ayo diskusikan permasalahan berikut.

Mari Kita Diskusikan

Jika kita membuat usikan pada tali yang salah satu ujungnya dipegang teman Anda, bagaimanakah kondisi gelombang yang terjadi pada tali? Apakah ada gelombang yang dipantulkan?



Gambar 3. 5 Gelombang pada Air, (b) Gelombang pada Tali
Sumber: (a) hendrix2.uoregon.edu.(b) i.ytimg.com

Pemantulan gelombang adalah peristiwa membaliknya gelombang setelah mengenai penghalang. Seperti gelombang tali pada Gambar 1.5, gelombang yang mencapai ujung akan memberikan gaya ke atas pada penopang yang ada di ujung, sehingga penopang memberikan gaya yang sama tetapi berlawanan arah ke bawah pada tali. Gaya ke bawah pada tali inilah yang membangkitkan gelombang pantulan yang terbalik.

3. Bunyi

Bunyi adalah suatu bentuk gelombang longitudinal yang merambat secara perapatan dan perenggangan terbentuk oleh partikel zat perantara serta ditimbulkan oleh sumber bunyi yang mengalami getaran. Bunyi tidak dapat terdengar pada ruang hampa udara karena bunyi membutuhkan zat perantara untuk menghantarkan bunyi baik zat padat, cair maupun gas. Sumber bunyi sebagai sumber getar memancarkan gelombang-gelombang longitudinal ke segala arah melalui medium baik padat, cair maupun gas. Sumber getar tersebut dapat berasal dari kawat, batang, bahkan ombak di pantai. Getaran dari sumber getaran menggetarkan udara di sekitarnya dan getaran di udara menjalar sebagai gelombang longitudinal dengan kecepatan sekitar 340 m/s.

a. Cepat Rambat Bunyi di Udara.

Untuk mengetahui cepat rambat bunyi di udara diperlukan alat tabung resonansi yang bekerja berdasarkan prinsip gelombang stasioner. Bunyi akan terdengar pada saat terbentuk perut.

Resonansi adalah suatu gejala dimana ikut bergetarnya suatu sumber bunyi karena bergetarnya bunyi yang lain dengan frekuensi sama. Dalam kehidupan sehari-hari, kita dapat mengamati resonansi menggunakan kolom udara. Jika pada kolom udara yang terletak diatas permukaan air digetarkan garputala maka molekul-molekul air akan bergetar. molekul air akan bergetar.

Resonansi pada kolom udara terjadi jika:

- Pada permukaan air terjadi simpul gelombang
- Pada ujung tabung bagian atas merupakan perut gelombang

Resonansi pertama terjadi pada saat panjang tabung resonansi = $\frac{1}{4}\lambda$ karena jarak dari perut ke perut berturut-turut untuk gelombang stasioner = $\frac{1}{2}\lambda$ maka resonansi ke dua akan terjadi saat panjang tabung $\frac{3}{4}\lambda$ dengan mencari selisih panjang antara resonansi ke 1 dengan ke 2 kita dapat menentukan panjang gelombang bunyi, yaitu:

$$\Delta l = l_2 - l_1$$

$$\Delta l = \frac{3}{4}\lambda - \frac{1}{4}\lambda$$

$$\Delta l = \frac{1}{2}\lambda \text{ sehingga } \lambda = 2.\Delta l$$

selanjutnya cepat rambat (v) gelombang bunyi di udara dapat ditentukan dengan persamaan:

$v = \lambda.f$, karena $\lambda = 2.\Delta l$, maka persamaan v menjadi:

$$\mathbf{v = 2.\Delta l.f}$$

Dengan :

f = frekuensi sumber bunyi yang digunakan (diketahui).

λ = panjang gelombang (m).

v = cepat rambat bunyi (m/s).

Saat kita memetik gitar, memukul gong, dan memukul garpu tala, kita akan menemukan bahwa tong, senar, dan garpu tala mengeluarkan suara pada saat benda-benda tersebut bergetar. Namun pada saat benda-benda itu diam, ketiga benda itu tidak bersuara. Suara tersebut dikenal dengan **bunyi**. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa bunyi ditimbulkan oleh benda-benda yang bergetar. Bunyi garpu tala menuju telinga dihantarkan oleh rapatan dan regangan partikel-partikel udara. Pada waktu bunyi keluar dari garpu tala, langsung akan menumbuk molekul-molekul udara. Molekul udara ini akan menumbuk udara di sebelahnya yang mengakibatkan terjadinya rapatan dan regangan, demikian seterusnya sampai ke telinga. Perhatikan Gambar 89!



Gambar 3. 6 Gelombang Bunyi yang Merambat Menuju Telinga
Sumber: www.centralparkent.net

Apakah molekul udara berpindah? Molekul udara tidak berpindah, tetapi hanya merapat dan merenggang. Bunyi sampai di telinga karena merambat dalam bentuk gelombang. Gelombang yang tersusun dari rapatan dan regangan adalah gelombang longitudinal. Tanpa adanya medium atau zat perantara, bunyi tidak dapat merambat. Hal ini mengakibatkan bunyi termasuk jenis gelombang mekanis. Begitu pula ketika kita mendengar bunyi akan dirambatkan ke telinga kita melalui udara. Jadi dapat disimpulkan bahwa bunyi dapat terdengar bila ada:

- 1) sumber bunyi,
- 2) Medium/zat perantara,
- 3) Alat penerima/ pendengar.

Seberapa cepat kita dapat mendengar bunyi? Ahli fisika bernama Miller melakukan percobaan untuk mengukur kecepatan bunyi di udara dengan menembakkan peluru sebagai sumber bunyi dan meletakkan detektor pada jarak tertentu. Pada percobaan tersebut, kecepatan bunyi tergantung pada temperatur. Semakin rendah suhu udara, maka semakin besar kecepatan bunyi. Hal ini yang menjelaskan mengapa pada malam hari bunyi terdengar lebih jelas daripada siang hari. Pada siang hari gelombang bunyi dibiaskan ke arah udara yang lebih panas (ke arah atas) karena suhu udara di permukaan bumi lebih dingin dibandingkan dengan udara pada bagian atasnya. Berlawanan pada malam hari, gelombang bunyi dipantulkan ke arah yang lebih rendah karena suhu permukaan bumi lebih hangat dibandingkan dengan udara pada bagian atasnya.

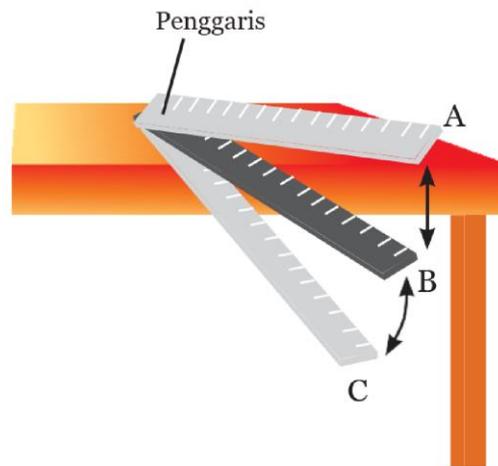
Selain dipengaruhi oleh suhu, cepat rambat bunyi di udara juga dipengaruhi oleh jenis medium. Medium manakah yang akan menghantarkan bunyi paling cepat? Perhatikan Tabel 3.2!

Tabel 3. 2 Cepat rambat gelombang bunyi pada berbagai medium

Medium	Cepat Rambat Bunyi (m/s)
Udara (0°C)	331
Udara (15°C)	340
Air (25°C)	1.940
Air laut (25°C)	1.530
Aluminium (20°C)	5.100
Tembaga (20°C)	3.560
Besi (20°C)	5.130

b. Frekuensi Bunyi

Apakah semua bunyi dapat terdengar oleh telinga manusia? Ketika Anda menggetarkan penggaris di meja dengan getaran kurang dari 20 getaran per sekon, kita tidak dapat mendengar bunyi. Kita baru dapat mendengarkan bunyi ketika penggaris menghasilkan 20 getaran per sekon atau lebih



Gambar 3. 7 Penggaris Plastik yang Digetarkan
Sumber: Dok. Kemdikbud

Berdasarkan frekuensinya, bunyi dibagi menjadi tiga, yaitu infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik. Bunyi infrasonik memiliki frekuensi kurang dari 20 Hz. Bunyi infrasonik hanya mampu didengar oleh hewan-hewan tertentu seperti jangkrik dan anjing.

Bunyi yang memiliki frekuensi 20-20.000 Hz disebut audiosonik. Manusia dapat mendengar bunyi hanya pada kisaran ini. Bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz disebut ultrasonik. Kelelawar, lumba-lumba, dan anjing adalah contoh hewan yang dapat mendengar bunyi ultrasonik.

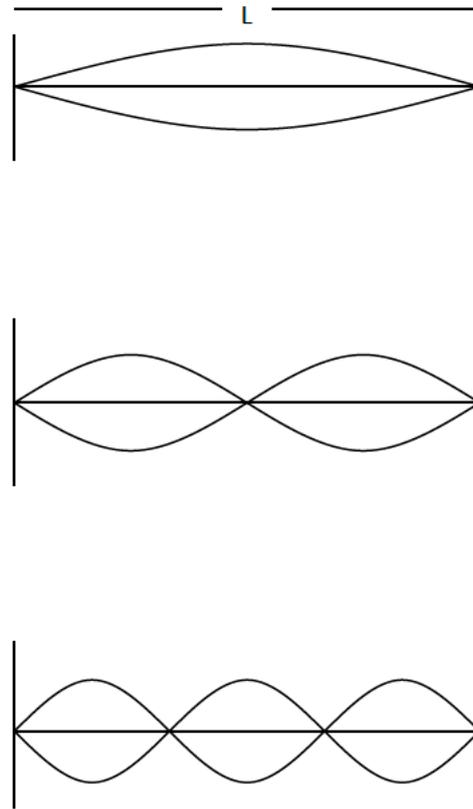
Tabel 3. 3 Klasifikasi frekuensi bunyi

Jenis Bunyi	Cepat Rambat Bunyi (m/s)
Udara (0°C)	331
Udara (15°C)	340
Air (25°C)	1.940
Air laut (25°C)	1.530
Aluminium (20°C)	5.100
Tembaga (20°C)	3.560
Besi (20°C)	5.130

Anjing adalah salah satu contoh hewan yang mampu menangkap bunyi infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik (kurang dari 20 Hz hingga 40.000 Hz). Anjing akan terbangun jika mendengar langkah kaki manusia walaupun sangat pelan. Hal ini menjadi alasan oleh sebagian orang untuk memanfaatkan anjing sebagai penjaga rumah. Selain anjing, kelelawar juga mampu memanfaatkan bunyi dengan baik. Kelelawar dapat mengeluarkan gelombang ultrasonik saat terbang. Pada malam hari, mata kelelawar mengalami disfungsi (pelemahan fungsi). Kelelawar menggunakan indra pendengarannya untuk “melihat”. Kelelawar mengeluarkan bunyi ultrasonik sebanyak mungkin. Kemudian, kelelawar mendengarkan bunyi pantul tersebut untuk mengetahui letak suatu benda dengan tepat, sehingga kelelawar mampu terbang dalam keadaan gelap tanpa menabrak benda-benda di sekitarnya. Mekanisme untuk memahami keadaan lingkungan dengan bantuan bunyi pantul ini sering disebut dengan **sistem ekolokasi**.

c. Dawai / senar sebagai sumber bunyi

Jika kita petik senar sebuah gitar (misalnya), pada tempat yang berbeda, dan kita amati benar, maka kita akan mendengar bunyi dengan frekuensi yang berbeda. Perbedaan ini dikarenakan perbedaan panjang gelombang yang terjadi, meskipun tegangan senar / dawaiinya sama. Hal ini dapat kita lihat seperti gambar dibawah ini!



Gambar 3. 8 nada yang dihasilkan disebut Dengan Nada

Dasar,(Harmonis ke-1), dimana pada keadaan ini berlaku :

$$L = \frac{1}{2} \cdot \lambda_0 \text{ atau } \lambda = 2 \cdot L$$

Pada gambar 2, nada yang dihasilkan disebut Dengan Nada Atas-1
(Harmonis ke-2), Dimana pada keadaan ini berlaku:

$$L = \lambda_1$$

Pada gambar 3, nada yang dihasilkan disebut Dengan Nada Atas-2
(Harmonis ke-3), Dimana pada keadaan ini berlaku:

$$L = \frac{3}{2} \cdot \lambda_2 \text{ atau } \lambda_2 = \frac{2}{3} \cdot L$$

Dengan menggunakan persamaan $v = \lambda \cdot f$ dan $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ maka frekuensi getaran dawai dapat dirumuskan:

$$f = \frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \text{atau} \quad f = \frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}}$$

Sehingga untuk nada dasar berlaku:

$$f_0 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \text{atau} \quad f_0 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}}$$

Sehingga untuk nada dasar atas -1 berlaku:

$$f_1 = \frac{2}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \text{atau} \quad f_1 = \frac{2}{2L} \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}}$$

Sehingga untuk nada dasar atas -2 berlaku:

$$f_1 = \frac{3}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \text{atau} \quad f_1 = \frac{3}{2L} \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}}$$

Bentuk Persamaan diatas dikenal dengan "Hukum Marsenne " yang berbunyi :

Frekuensi senar yang kedua ujungnya terikat adalah:

1. Berbanding terbalik dengan panjang senar
2. Berbanding lurus dengan akar kuadrat dari gaya tegangan senar
3. Berbanding terbalik dengan akar kuadrat dari massa jenis bahan senar, dan
4. Berbanding terbalik dengan akar kuadrat dari luas penampang senar

Perbandingan frekuensi pada dawai berlaku :

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} : \frac{2}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} : \frac{3}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} : \dots$$

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = \frac{1}{2L} : \frac{2}{2L} : \frac{3}{2L} : \dots$$

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$$

Disimpulkan :

“Pada Dawai yang bergetar perbandingan frekuensi yang berturutan merupakan perbandingan dari bilangan bulat positif “

Pada Dawai akan berlaku hubungan banyaknya simpul dan perut adalah :

$$\Sigma \text{ Simpul} = \Sigma \text{ Perut} + 1$$

d. Aplikasi Gelombang Bunyi pada Hewan

Pernahkah Anda melihat anjing menggerakkan telinganya? Anjing sering menggerakkan telinga ketika melakukan pelacakan atau berburu. Beberapa mamalia akan menggunakan daun telinga untuk memfokuskan suara yang diterimanya. Sistem ini disebut sistem sonar yaitu sistem yang digunakan untuk mendeteksi tempat dalam melakukan pergerakan dengan deteksi suara frekuensi tinggi (ultrasonik). Sonar atau *Sound Navigation and Ranging* merupakan suatu metode penggunaan gelombang ultrasonik untuk menaksir ukuran, bentuk, letak, dan kedalaman benda-benda.

1) Kelelawar

Kelelawar dapat mengeluarkan dan menerima gelombang ultrasonik dengan frekuensi di atas 20.000 Hz pada saat ia terbang. Gelombang yang dikeluarkan akan dipantulkan kembali oleh objek yang akan dilewatinya dan diterima oleh *receiver* (alat penerima) yang berada di tubuh kelelawar. Kemampuan kelelawar untuk menentukan lokasi ini disebut dengan ekolokasi.



Gambar 3. 9 Sistem sonar pada kelelawar

Sumber : www.hngn.com.

Pada saat terbang dan berburu, kelelawar akan mengeluarkan bunyi yang frekuensinya tinggi, kemudian mendengarkan gema yang dihasilkan. Pada saat kelelawar mendengarkan gema, kelelawar hanya akan terfokus pada suara yang dipancarkannya sendiri. Rentang frekuensi yang mampu didengar oleh makhluk ini terbatas, sehingga kelelawar harus mampu menghindari efek Doppler yang muncul.



Gambar 3. 10 Ekolokasi Kelelawar
Sumber : McGraw-Hill, 2007

Menurut efek Doppler, jika sumber bunyi dan penerima suara keduanya tak bergerak, maka penerima akan mendengar frekuensi bunyi yang sama dengan yang dipancarkan oleh sumber suara. Akan tetapi, jika salah satu dari sumber bunyi atau penerima suara tersebut bergerak, frekuensi yang diterima akan berbeda dengan yang dipancarkan. Pada keadaan tersebut frekuensi suara yang dipantulkan dapat jatuh ke wilayah frekuensi yang tidak dapat didengar oleh kelelawar.

Agar dapat menghindari efek Doppler, kelelawar akan menyesuaikan besar frekuensi suara yang dipancarkannya. Misalnya, kelelawar akan mengirimkan suara berfrekuensi tinggi untuk mendeteksi lalat yang bergerak menjauh, sehingga pantulannya tidak hilang.

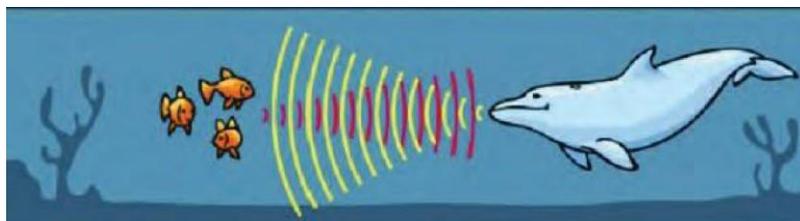
2) Lumba-lumba

Pernahkah Anda melihat lumba-lumba? Di mana Anda pernah melihat lumba-lumba? Habitat asal lumba-lumba adalah di lautan. Lumba-lumba dapat dilihat di permukaan air, namun sebagian besar waktu mereka di kedalaman lautan yang cukup gelap. Sekalipun hidup di kedalaman lautan, lumba-lumba mempunyai

sistem yang memungkinkan untuk berkomunikasi dan menerima rangsangan, yaitu sistem sonar. Sama seperti pada kelelawar, sistem ini berguna untuk mengindra benda-benda di lautan, mencari makan, dan berkomunikasi.



Gambar 3. 11 Lumba-Lumba
Sumber : www.apakabardunia.com



Gambar 3. 12 Sistem Sonar pada Lumba-Lumba
Sumber : www.hngn.com.

Bagaimana cara kerja sistem sonar pada lumba-lumba? Lumba- lumba bernapas melalui lubang yang ada di atas kepalanya. Di bawah lubang ini, terdapat kantung-kantung kecil berisi udara. Agar dapat menghasilkan suara berfrekuensi tinggi, lumba-lumba mengalirkan udara pada kantung-kantung ini. Selain itu, kantung udara ini juga berperan sebagai alat pemfokusan bunyi. Kemudian, bunyi ini dipancarkan ke segala arah secara terputus-putus.

Gelombang bunyi lumba-lumba akan dipantulkan kembali bila membentur suatu benda. Pantulan gelombang bunyi tersebut ditangkap di bagian rahang bawahnya yang disebut "jendela akustik". Dari bagian tersebut, informasi bunyi diteruskan ke telinga bagian tengah, dan akhirnya ke otak untuk diterjemahkan. Dengan cara tersebut, lumba- lumba mengetahui lokasi, ukuran, dan pergerakan mangsanya. Lumba- lumba juga mampu saling berkiriman pesan walaupun terpisahkan oleh jarak lebih dari 220 km. Lumba-lumba berkomunikasi untuk menemukan pasangan dan saling mengingatkan akan bahaya.

4. Cahaya

Maha Kuasa Tuhan yang telah menciptakan cahaya. Mungkin di antara Anda masih ada yang bertanya-tanya tentang cahaya, karena tidak mengetahui wujud dan tidak dapat memegang cahaya bukan? Cahaya tidak mempunyai wujud, namun cahaya ada di sekitar Anda dan dapat dirasakan keberadaannya. Cara paling mudah untuk merasakan cahaya adalah dengan menyalakan dan memadamkan lampu pada malam hari. Coba rasakan bagaimana pengaruh keberadaan cahaya terhadap proses penglihatan!

Perhatikan Gambar 3.12! Dengan adanya cahaya Anda dapat melihat indahnya ciptaan Tuhan, mulai dari wajah teman-temanmu, berbagai jenis bunga dan hewan, pemandangan alam, atau lukisan yang dibuat oleh seorang seniman.



Gambar 3. 13 .(a) Berbagai Bunga, (b) Pemandangan Alam Gunung Bromo
Sumber: (a) www.gardeningknowhow.com. (b) www.bambaexperience.com

Bayangkan jika tidak ada cahaya, kita hanya akan mengalami kegelapan selama kita hidup dan tidak dapat melihat indahnya ciptaan Tuhan. Kita wajib bersyukur kepada Tuhan atas karunia cahaya yang diberikan kepada kita. Mengapa cahaya

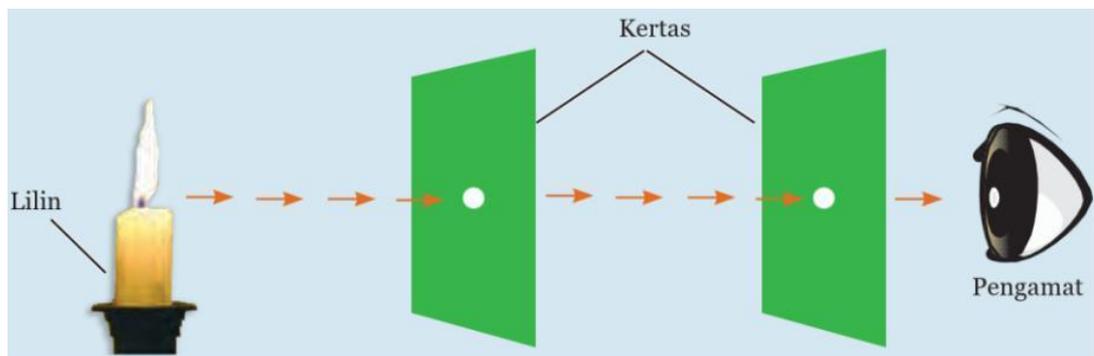
dapat membantu kita melihat? Bagaimana proses melihat dengan adanya cahaya tersebut? Agar mengetahuinya, ayo kita pelajari materi ini dengan penuhsemangat!

Beberapa sifat cahaya yang anda harus pahami antara lain adalah yaitu, merambat lurus, dapat dipantulkan, dapat dibiaskan, dan merupakan gelombang elektromagnetik.

a. Cahaya Merambat Lurus

Pernahkah Anda menyalakan lilin atau lampu di tempat gelap? Jika lilin atau lampu dinyalakan akan dihasilkan cahaya yang dapat menerangi tempat yang gelap. Tahukah Anda bagaimanakah arah rambatan cahaya tersebut?

Perhatikan gambar 96! Apayang terjadi jika kedua lubang pada kertas tersebut dan mata tidak berada dalam satu garis lurus?



Gambar 3. 14 Set Percobaan Perambatan Cahaya
Sumber: Dok. Kemdikbud

Jika kedua lubang pada kertas tersebut dan mata tidak berada dalam satu garis lurus maka kita tidak bisa melihat berkas cahaya yang datang dari nyala lilin. Ini membuktikan bahwa arah rambat cahaya adalah lurus.

b. Cahaya dapat Dipantulkan

Apakah Anda dapat membedakan benda-benda berdasarkan warnanya? Apa yang menyebabkan demikian? Cahaya memiliki sifat dapat dipantulkan jika menumbuk suatu permukaan bidang. Pemantulan yang terjadi dapat berupa pemantulan baur dan pemantulan teratur. Pemantulan baur terjadi jika cahaya

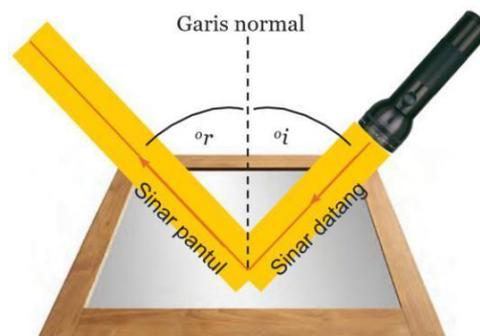
dipantulkan oleh bidang yang tidak rata, seperti aspal, tembok, dan batang kayu. Pemantulan teratur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang rata, seperti cermin datar. Pada pemantulan baur dan pemantulan teratur, sudut pantulan cahaya besarnya selalu sama dengan sudut datang



Gambar 3. 15 Pemantulan Baur dan Pemantulan Teratur
Sumber: Dok. Kemdikbud

Hal tersebut adalah sesuai dengan hukum pemantulan cahaya yang dikemukakan oleh Snellius. Snellius menambahkan konsep garis normal yang merupakan garis khayal yang tegak lurus dengan bidang pantul. Garis normal berguna untuk mempermudah Anda menggambarkan pembentukan bayangan oleh cahaya. Snellius mengemukakan bahwa:

1. Sinar datang garis normal, dan sinar pantul terletak pada satu bidang datar.
2. Besar sudut datang sama dengan besar sudut pantul ($^{\circ}i = ^{\circ}r$).



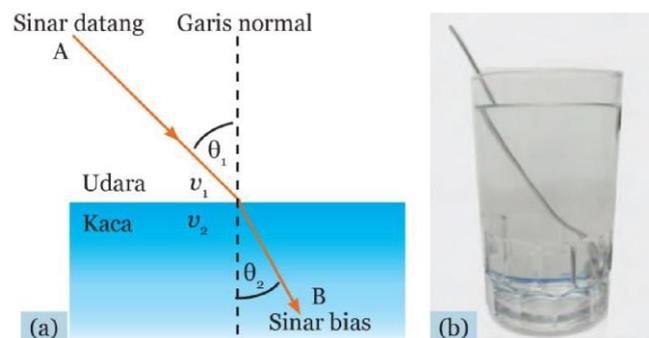
Gambar 3. 16 Proses Pemantulan Cahaya pada Cermin Datar

Kemampuan Anda untuk membedakan warna, tidak terlepas dari sifat cahaya. Cahaya yang mengenai benda sebagian akan dipantulkan ke mata dan sebagian

lagi akan diserap benda sebagai energi. Misalnya cahaya yang mengenai benda terlihat berwarna merah. Hal ini berarti spektrum cahaya merah akan dipantulkan oleh benda, sedangkan spektrum warna lainnya akan diserap oleh benda tersebut.

c. Cahaya dapat Dibiaskan

Cahaya akan dibiaskan ketika melalui dua medium yang memiliki kerapatan optik yang berbeda. Kecepatan cahaya akan menurun saat dari udara memasuki air atau medium yang lebih rapat. Semakin besar perubahan kecepatan cahaya saat melalui dua medium yang berbeda, akan semakin besar pula efek pembiasan yang terjadi. Namun, pembiasan tidak akan terjadi saat cahaya masuk dengan posisi tegak lurus bidang batas kedua medium.



Gambar 3. 17 (a) Pembiasan Berkas Cahaya, (b) Pembiasan pada Sendok di dalam
Sumber: Dok. Kemdikbud

Mari Kita Cari Tahu

Anda pasti pernah melihat bayang-bayang benda. Apa sebenarnya bayang-bayang itu? Bayang-bayang terjadi sebagai akibat cahaya merambat pada garis lurus. Bayang-bayang merupakan suatu daerah gelap yang terbentuk pada saat sebuah benda menghalangi cahaya yang mengenai suatu permukaan. Jika sumber cahaya cukup besar, bayang-bayang sering terdiri atas dua bagian.

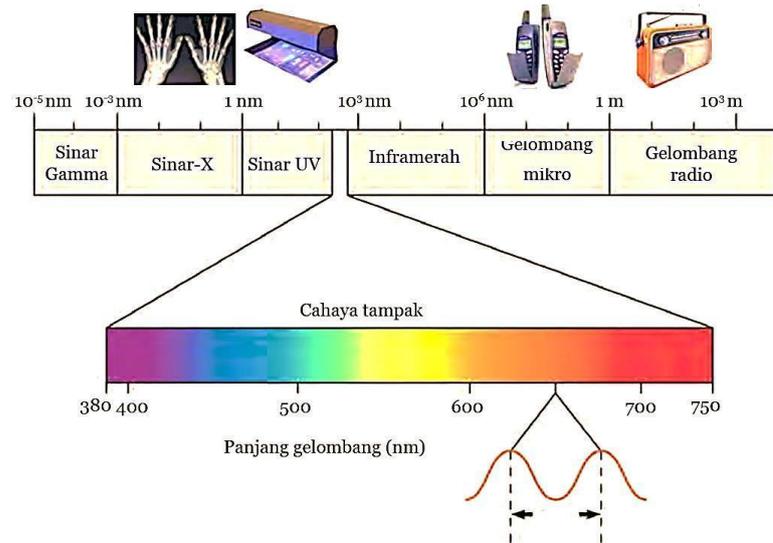
Apabila cahaya tersebut terhalang seluruhnya, terbentuklah umbra, yaitu bagian pertama bayang-bayang yang sangat gelap. Daerah di luar umbra menerima sebagian cahaya, terbentuklah penumbra, yaitu bagian kedua bayang-bayang yang terletak di luar umbra dan tampak berwarna abu-abu kabur.

d. Cahaya merupakan Gelombang Elektromagnetik

Bayangkan saat ini Anda sedang berdiri di tepi pantai. Pada saat itu Anda melihat ombak yang sangat besar sedang melaju menuju ke arah Anda. Deburan ombak tersebut hanya memindahkan sejumlah energi dengan memindahkan mediumnya (air laut) karena angin. Hal ini dibuktikan dengan terdengarnya suara ombak (energi gerak menjadi bunyi). Berbeda dengan gelombang laut, cahaya dapat mentransfer energi dari satu tempat ke tempat lainnya tanpa menggunakan medium. Gelombang cahaya terbentuk karena adanya perubahan medan magnet dan medan listrik secara periodik, sehingga merupakan gelombang elektromagnetik.

Salah satu fenomena yang dapat membuktikan bahwa cahaya itu mampu mentransfer energi adalah saat lilin yang dinyalakan di sebuah ruang yang gelap dan kemudian lilin tersebut dapat menerangi ruangan. Contoh lainnya adalah matahari yang memancarkan gelombang cahayanya melalui ruang angkasa (tanpa medium). Gelombang cahaya matahari memancar ke segala arah sampai ke bumi meskipun melalui ruang hampa udara. Hal ini berarti gelombang cahaya dapat merambat pada ruang kosong (hampa udara) tanpa adanya materi. Berdasarkan frekuensinya, gelombang elektromagnetik ada bermacam-macam. Berikut klasifikasi gelombang elektromagnetik yang dikenal dengan spektrum elektromagnetik.

Sinar yang dapat dilihat oleh mata manusia adalah bagian yang sangat kecil dari spektrum elektromagnetik. Agar mudah memahaminya, perhatikan Gambar 2.8 yang menunjukkan spektrum cahaya tampak. Cahaya tampak adalah cahaya yang memiliki panjang gelombang elektromagnetik yang dapat dideteksi oleh mata manusia. Panjang gelombang cahaya tampak berkisar antara 400 nm sampai 700 nm, yang besarnya seratus kali lebih kecil daripada lebar rambut manusia. Warna cahaya yang dapat Anda lihat tergantung pada panjang gelombang dari gelombang cahaya yang masuk ke mata.



Gambar 3. 18 Spektrum Elektromagnetik
Sumber: Dok. Kemdikbud

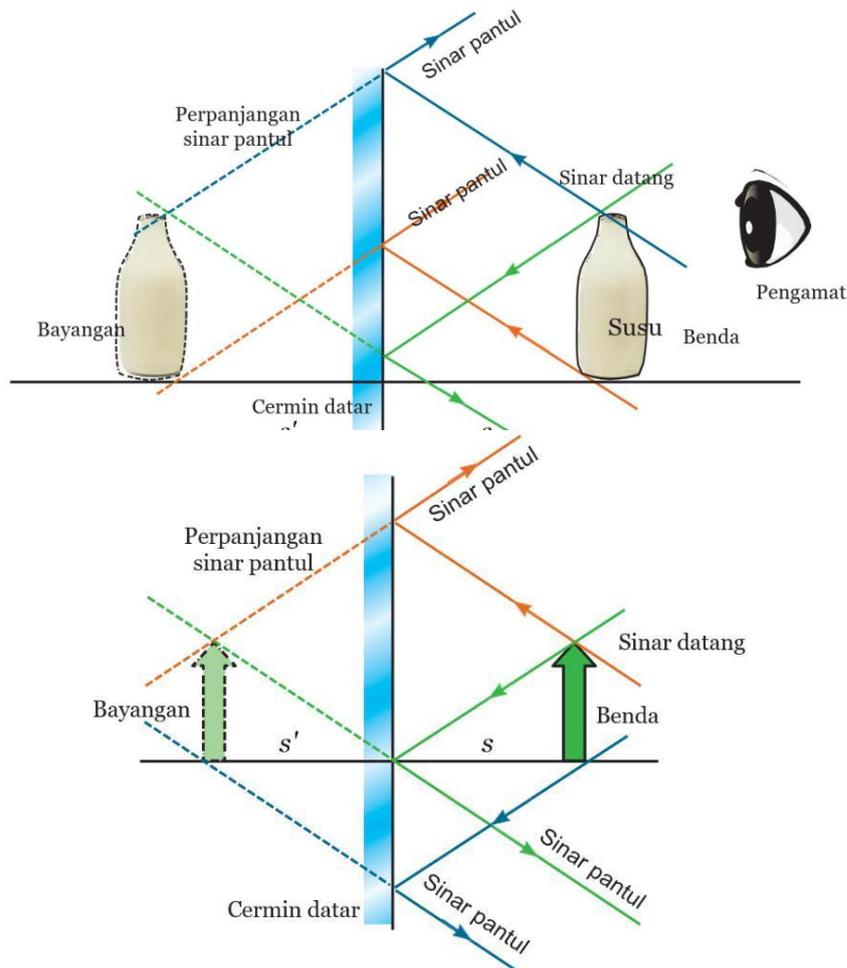
Misalnya seperti cahaya hijau yang memiliki panjang gelombang sekitar 500 nm akan dapat terlihat apabila benda-benda yang berwarna hijau menyerap semua spektrum cahaya yang memiliki panjang gelombang kurang dari 500 nm dan lebih dari 500 nm, serta hanya memantulkan spektrum cahaya yang memiliki panjang gelombang 500 nm saja. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa sebuah benda hanya akan memantulkan spektrum cahaya yang warnanya sama dengan warna permukaan benda tersebut, sehingga kita dapat mengindra dengan tepat warna-warna benda tersebut.

5. Pembentukan bayangan pada Cermin

Salah satu kegiatan yang mungkin Anda lakukan sebelum berangkat bekerja adalah berdiri di depan cermin, untuk melihat apakah Anda sudah rapi atau belum. Bahkan sering kali dalam perjalanan, Anda ditemani cermin. Tahukah Anda bahwa cermin yang Anda pakai untuk berkaca setiap hari adalah sebuah cermin datar? Jika seberkas cahaya mengenai cermin datar maka cahaya tersebut dipantulkan secara teratur. Peristiwa pemantulan cahaya pada cermin datar menyebabkan pembentukan bayangan benda oleh cermin.

Pada pembelajaran kali ini akan dibahas 3 cermin di kegiatan ini. Cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung.

a. Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar



Gambar 3. 19 Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar
Sumber: Dok. Kemdikbud

Pada saat menentukan bayangan pada cermin datar melalui diagram sinar, titik bayangan adalah titik potong berkas sinar-sinar pantul. Bayangan bersifat nyata apabila titik potongnya diperoleh dari perpotongan sinar-sinar pantul yang konvergen (mengumpul). Sebaliknya, bayangan bersifat maya apabila titikpotongnya merupakan hasil perpanjangan sinar-sinar pantul yang divergen (menyebar). Dari gambar 3.18 diketahui bahwa; s = Jarak benda terhadap cermin, dan s' = Jarak bayangan terhadap cermin. Bayangan pada cermin datar bersifat maya. Titik bayangan dihasilkan dari perpotongan sinar-sinar pantul yang digambarkan oleh garis putus-putus.

Mari Kita Cari Tahu

Pernahkah Anda mendengar istilah “cermin seribu bayangan”? Wahana ini biasanya ada di tempat-tempat wisata. Melalui cermin tersebut Anda dapat melihat secara langsung jumlah bayangan yang begitu banyak ketika Anda berada di antara dua cermin datar saling berhadapan dengan sudut tertentu.

Nah, bagaimana hal ini dapat terjadi? Apabila dua buah cermin datar diletakkan saling berhadapan (bagian depan cermin menghadap ke ruang yang sama) dan mengapit besar sudut tertentu, maka kedua cermin ini akan membentuk bayangan yang banyaknya bergantung pada besar sudut antara kedua cermin. Agar Anda dapat memahami penjelasan di atas, perhatikan Gambar 3.19, kemudian lakukan percobaannya!



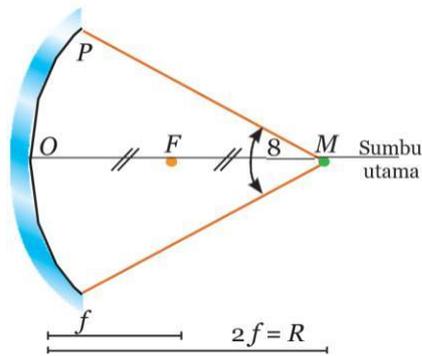
Gambar 3. 20 Pembentukan pada Dua Buah Cermin Datar
Sumber: fisikaabc.com

b. Pembentukan Bayangan pada Cermin Lengkung

Pernahkah Anda mengamati kaca spion yang dipasang di kendaraan? Kaca yang dipasang pada spion adalah contoh dari cermin lengkung. Cermin lengkung adalah cermin yang permukaannya melengkung. Ada dua jenis cermin lengkung sederhana yaitu cermin silinder dan cermin bola. Pada subbab ini, Anda hanya akan mempelajari cermin bola (kelengkungannya merupakan bagian dari kelengkungan bola). Khususnya tentang cermin cekung dan cembung.

Cermin cekung dan cembung irisan permukaannya berbentuk bola. Cermin yang irisan permukaan bola bagian mengilapnya terdapat di dalam disebut cermin cekung, sedangkan cermin yang irisan permukaan bola bagian

mengkilapnyaterdapat di luar disebut cermin cembung. Agar dapat memahami unsur-unsur pada cermin cekung dan cembung, perhatikan Gambar 3.20.



Gambar 3. 21 Penampang Melintang Cermin Lengkung
Sumber: Dok. Kemdikbud

Bagian M adalah titik pusat kelengkungan cermin, yaitu titik pusat bola. Titik tengah cermin adalah O. Sumbu utama yaitu, OM, garis yang menghubungkan titik M dan O. Sudut POM adalah sudut buka cermin jika titik P dan M adalah ujung-ujung cermin. Berdasarkan Gambar 2.11, maka kita dapat menentukan unsur-unsur cermin lengkung, yaitu sebagai berikut.

1) Pusat kelengkungan cermin

Pusat kelengkungan cermin merupakan titik di pusat bola yang diiris menjadi cermin. Pusat kelengkungan cermin biasanya disimbolkan dengan M.

2) Vertex

Vertex merupakan titik di permukaan cermin dimana sumbu utama bertemu dengan cermin dan disimbolkan dengan O.

3) Titik api (fokus)

Titik api adalah titik bertemunya sinar-sinar pantul yang datangnya sejajar dengan sumbu utama (terletak antara vertex dan pusat) dan disimbolkan dengan F.

4) Jari-jari kelengkungan cermin

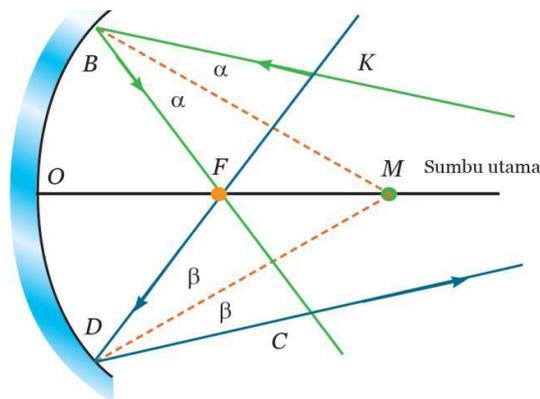
Jari-jari kelengkungan cermin adalah jarak dari vertex (O) ke pusat kelengkungan cermin (M). Jari-jari kelengkungan cermin biasanya disimbolkan dengan R.

5) Jarak fokus

Jarak fokus cermin adalah jarak dari vertex ke titik api dan disimbolkan dengan f.

1) Pembentukan bayangan pada Cermin Cekung

Hukum pemantulan yang menyatakan besar sudut datang sama dengan sudut pantul, berlaku pula untuk cermin cekung. Perhatikan gambar 3.21! Pada cermin cekung, garis normal adalah garis yang menghubungkan titik pusat lengkung cermin **M** dengan titik jatuhnya sinar. Garis normal pada cermin lengkung berubah-ubah, bergantung pada titik jatuh sinar. Misalnya, jika sinar datang dari **K** mengenai cermin cekung di B, maka garis normalnya adalah garis **MB** dan sudut datangnya adalah sudut **KBM** = α . Sesuai hukum pemantulan, maka sudut pantulnya, adalah sudut **MBC** = α dan sinar pantulnya adalah sinar **BC**.



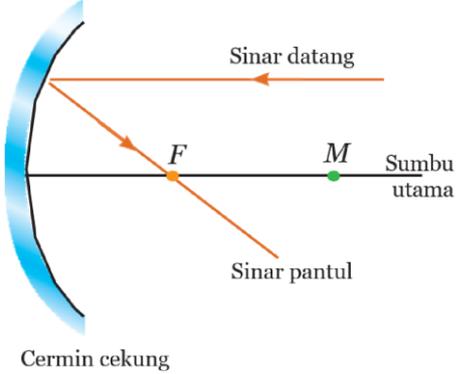
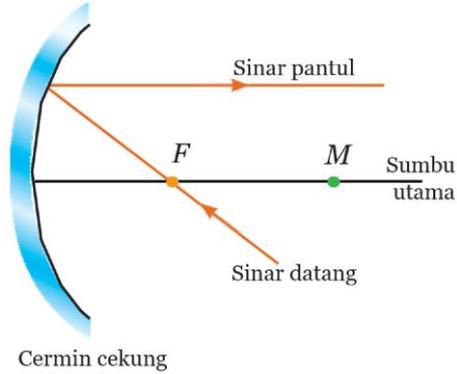
Gambar 3. 22 Pemantulan pada Cermin Cekung
Sumber: Dok. Kemdikbud

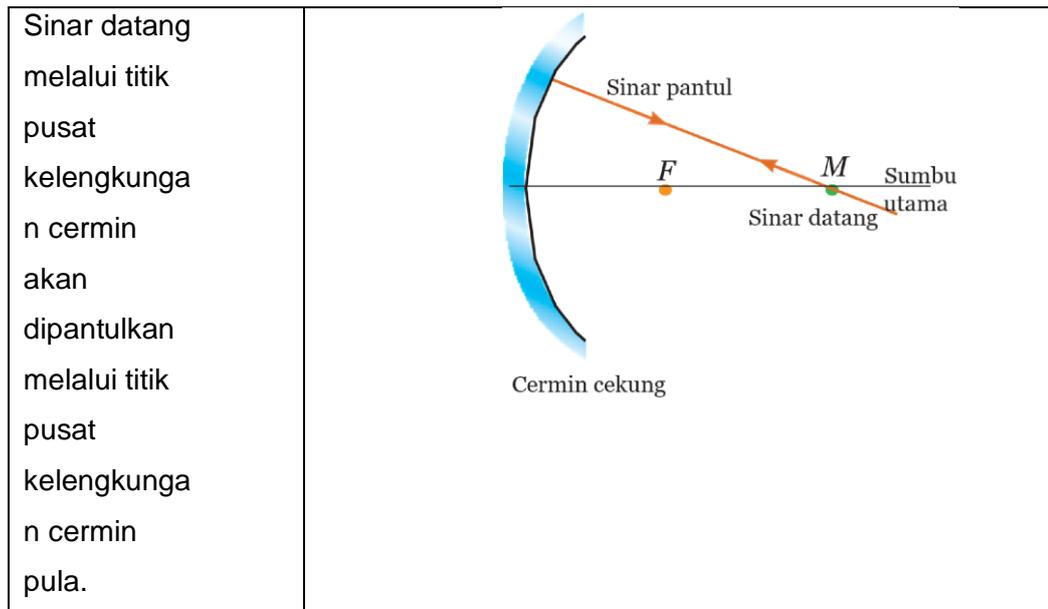
Sinar datang dari K mengenai cermin cekung di D , maka garis normalnya adalah garis MD dan sudut datangnya adalah sudut $KDM = \beta$. Sesuai hukum pemantulan, maka sudut pantulnya, adalah sudut $MDC = \beta$, sedangkan sinar pantulnya adalah sinar DC . Hal yang sama berlaku juga pada cermin cembung.

Sinar-sinar Istimewa pada Cermin Cekung

Agar dapat mengetahui pembentukan bayangan pada cermin cekung, Anda dapat menggunakan diagram sinar dan tiga sinar istimewa, seperti pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Sinar Istimewa pada Cermin Cekung

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
Sinar datang sejajar sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus.	 <p style="text-align: center;">Cermin cekung</p>
Sinar datang melalui titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama.	 <p style="text-align: center;">Cermin cekung</p>

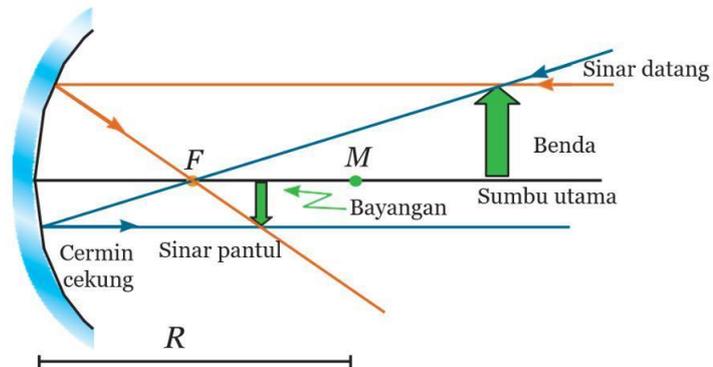


Untuk melukis bayangan pada cermin cekung diperlukan minimal dua buah sinar istimewa. Akan tetapi, hasil akan lebih baik dan meyakinkan jika dilukis dengan tiga sinar istimewa sekaligus dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- Pilih sebuah titik pada bagian ujung atas benda dan lukis dua sinar datang melalui titik tersebut menuju cermin.
- Setelah sinar-sinar datang tersebut mengenai cermin, pantulkan kedua sinar tersebut sesuai kaidah sinar istimewa cermin cekung.
- Tandai titik potong sinar pantul sebagai tempat bayangan benda.
- Lukis perpotongan sinar-sinar pantul tersebut.

Melukis Pembentukan Bayangan oleh Cermin Cekung

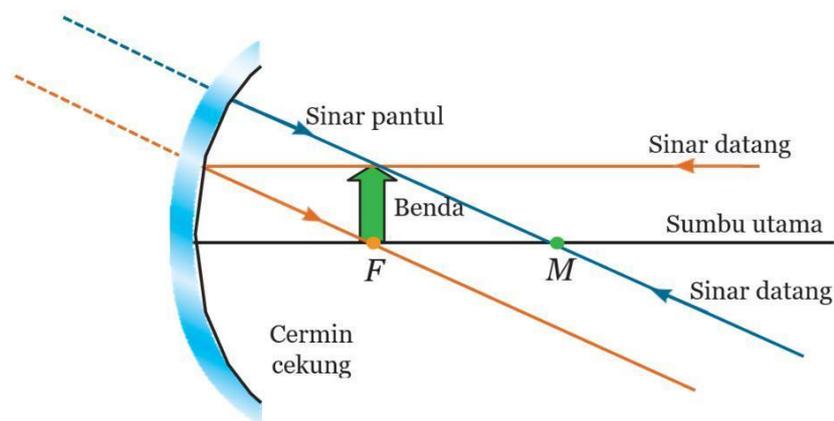
Benda berada pada jarak lebih dari R



Gambar 3. 23 Pembentukan Bayangan jika Benda Berada pada Jarak Lebih dari R pada Cermin Cekung
Sumber: Dok. Kemdikbud

Bagaimana sifat-sifat bayangan yang terbentuk? Berdasarkan gambar tersebut, bayangan yang terbentuk bersifat **nyata, terbalik, dan diperkecil**.

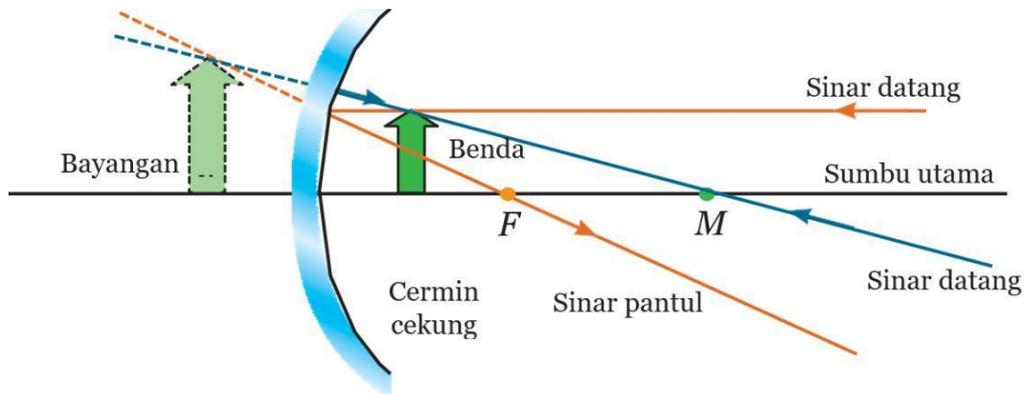
Benda di titik fokus F



Gambar 3. 24 Pembentukan Bayangan jika Benda Berada pada Titik Fokus pada Cermin Cekung
Sumber: Dok. Kemdikbud

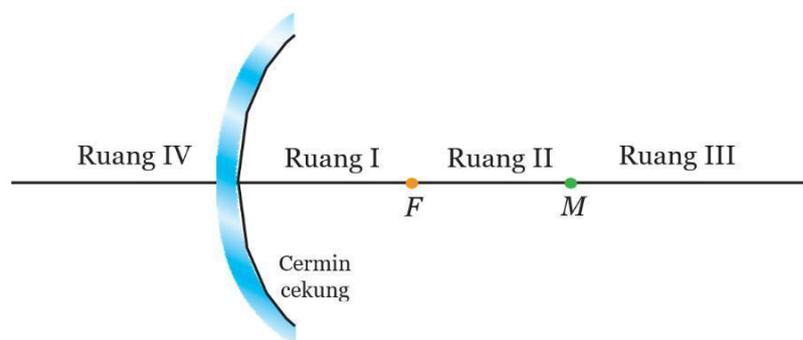
Dimanakah letak bayangan yang terbentuk? Berdasarkan gambar tersebut, tidak terbentuk bayangan atau bayangan terletak di **tempat yang jauh takterhingga**.

Benda di antara cermin dan F



Gambar 3. 25 Pembentukan Bayangan jika Benda Berada di Antara Titik Fokus dan Cermin Cekung
Sumber: Dok. Kemdikbud

Bagaimana sifat-sifat bayangan yang terbentuk? Berdasarkan gambar tersebut bayangan yang terbentuk bersifat maya, tegak, dan diperbesar. Selain penggunaan diagram sinar dan tiga sinar istimewa, agar lebih mudah memahami letak benda dan letak bayangan, Anda dapat memahami pembagian nomor ruang pada cermin lengkung (Dalil Esbach). Pembagian nomor ruang pada cermin cekung, dapat dilihat pada Gambar 3.25.



Gambar 3. 26 Pembagian Ruang pada Cermin Cekung menurut Dalil Esbach
Sumber: Dok. Kemdikbud

Misalnya benda diletakkan pada jarak lebih dari M (ruang III), bayangan yang terbentuk akan berada pada jarak antara F dan M (ruang II). Hal ini disebabkan menurut dalil Esbach jumlah ruang benda dengan ruang bayangan adalah sama dengan 5 ($R_{\text{benda}} + R_{\text{bayangan}} = 5$).

Persamaan Cermin Cekung

Persamaan cermin cekung menyatakan hubungan kuantitatif antara jarak benda ke cermin (s), jarak bayangan ke cermin (s'), dan panjang fokus (f).

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

dengan :

f = Jarak fokus (cm)

s = Jarak benda ke cermin (cm)

s' = Jarak bayangan (layer) ke cermin (cm)

Selain persamaan tersebut Anda juga harus mengetahui perbesaran bayangan yang dihasilkan oleh cermin cekung. Rumus perbesaran pada cermin cekung adalah

$$M = \left| \frac{h'}{h} \right| = \left| \frac{s'}{s} \right|$$

dengan :

M = Perbesaran

s = Jarak benda ke cermin

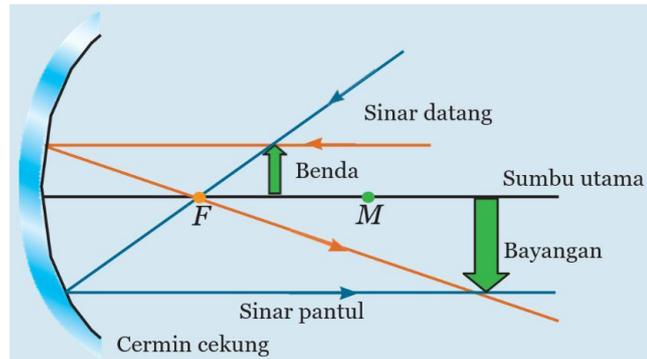
h = Tinggi benda

s' = Jarak bayangan (layar) ke cermin

h' = Tinggi bayangan Catatan:

h' positif (+) menyatakan bayangan adalah tegak (dan maya)

h' negatif (-) menyatakan bayangan adalah terbalik (dan nyata)



Gambar 3. 27 bayangan benda bila posisi benda diantara f dan M.
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.26 adalah contoh bayangan yang terbentuk dari cermin cekung saat benda diantara focus dan M. Bayangan yang diperoleh bersifat **nyata** (bayangan berada di depan cermin cekung), **terbalik**, dan **diperbesar**.

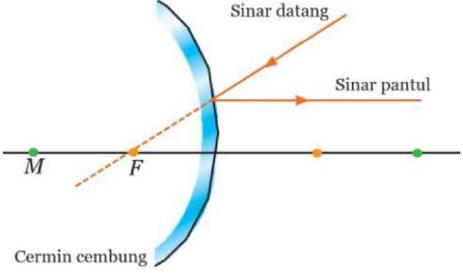
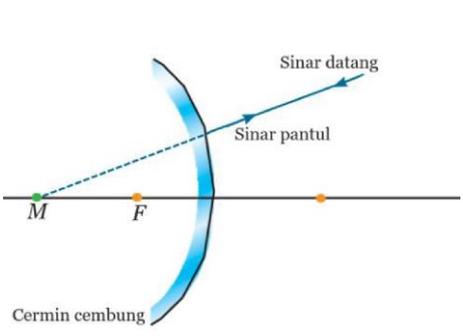
c. Cermin Cembung

Sinar-sinar Istimewa pada Cermin Cembung

Pada cermin cembung juga berlaku hukum-hukum pemantulan, yaitu besarnya sudut datang sama dengan besarnya sudut pantul. Sinar istimewa dan diagram sinar pada cermin cembung dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 5 Sinar Istimewa pada Cermin Cembung

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
Sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah dari titik fokus (F).	

<p>Sinar yang datang menuju titik fokus (F) dipantulkan sejajar sumbu utama.</p>	 <p>The diagram shows a convex mirror on the left. A horizontal principal axis passes through the center of curvature M and the focal point F. A dashed line represents the extension of the principal axis behind the mirror. An orange ray labeled 'Sinar datang' originates from the focal point F and reflects off the mirror as a horizontal ray labeled 'Sinar pantul' parallel to the principal axis. The mirror is labeled 'Cermin cembung'.</p>
<p>Sinar yang datang menuju titik pusat kelengkungan cermin seolah-olah dipantulkan berasal dari titik pusat kelengkungan tersebut.</p>	 <p>The diagram shows a convex mirror on the left. A horizontal principal axis passes through the center of curvature M and the focal point F. A dashed line represents the extension of the principal axis behind the mirror. A blue ray labeled 'Sinar datang' originates from the center of curvature M and reflects off the mirror as a blue ray labeled 'Sinar pantul' that appears to originate from M. The mirror is labeled 'Cermin cembung'.</p>

Untuk melukis bayangan pada cermin cembung dibutuhkan minimal dua buah sinar istimewa dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- 1) Pilih sebuah titik pada bagian ujung atas benda dan lukis dua sinar datang melalui titik tersebut menuju cermin.
- 2) Setelah sinar-sinar datang tersebut mengenai cermin, pantulkan kedua sinar tersebut sesuai kaidah sinar istimewa pada cermin cembung.
- 3) Tandai titik potong sinar-sinar pantul atau perpanjangan sinar-sinar pantul sebagai tempat bayangan benda.
- 4) Lukis bayangan benda pada perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul tersebut.

Persamaan Cermin Cembung

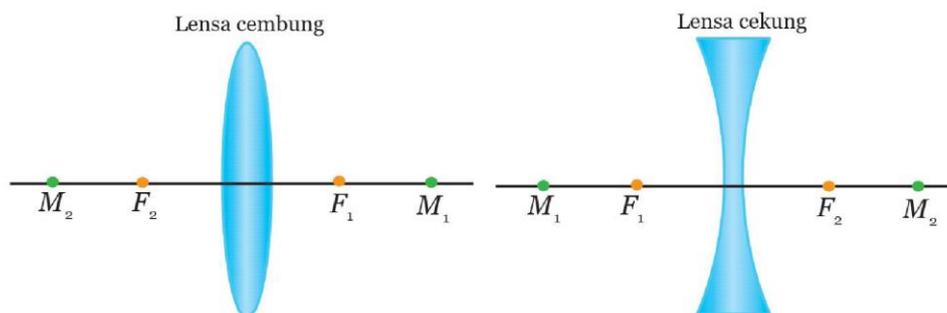
Masih ingatkah Anda dengan persamaan pada cermin cekung? Rumus-rumus yang berlaku untuk cermin cekung juga berlaku untuk cermin cembung. Namun, ada hal yang perlu diperhatikan yaitu titik fokus dan titik pusat kelengkungan cermin untuk cermin cembung terletak di belakang cermin. Oleh karena itu, dalam menggunakan persamaan cermin cembung jarak fokus (f) dan jari-jari cermin (R) selalu dimasukkan bertanda negatif. Dengan catatan bahwa dalam cermin cembung harga f dan R bernilai negatif (-).

Persamaan cermin cembung dalam hal hubungan kuantitatif antara jarak benda ke cermin (s), jarak bayangan ke cermin (s'), panjang fokus (f), dan perbesaran bayangannya sama dengan cermin cekung. Bedanya hanya pada sifat bayangan yang dibentuk dari cermin cembung berbeda dengan bayangan yang dibentuk oleh cermin cekung, walaupun posisi benda pada ruang yang sama.

6. Pembentukan bayangan pada Lensa

Pernahkah Anda menggunakan lup? Lup memiliki bagian utama berupa lensa cembung yang berfungsi untuk memperbesar bayangan benda yang akan diteliti. Lensa adalah benda bening yang memiliki permukaan berbentuk cekung atau cembung dan berfungsi untuk membiaskan cahaya.

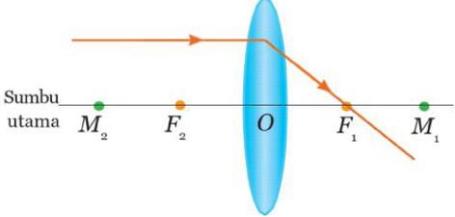
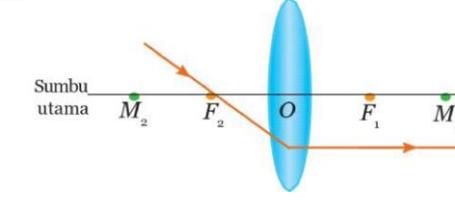
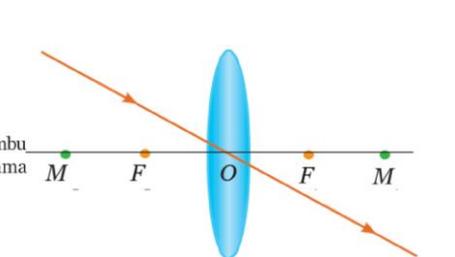
Lensa secara umum ada yang berbentuk cembung dan cekung. Jika dipegang, lensa cembung bagian tengahnya lebih tebal dari bagian pinggir. Lensa cekung bagian tengahnya lebih tipis dari bagian pinggirnya.



Gambar 3. 28 Lensa Cembung dan Lensa Cekung

Sinar-sinar istimewa pada Pembiasan Cahaya oleh Lensa Cembung

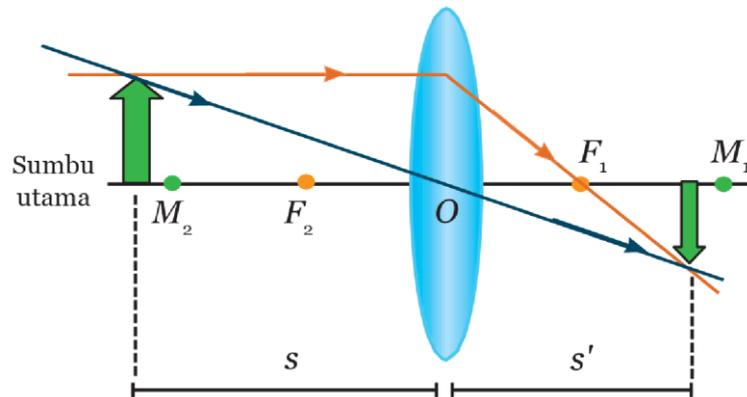
Tabel 3. 6 Sinar Istimewa pada Lensa Cembung

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
Suatu sinar datang sejajar sumbu utama lensa akan dibiaskan menuju titik fokus aktif (F_1) di belakang lensa	
Suatu sinar datang melalui titik fokus pasif (F_2) di depan lensa akan dibiaskan sejajar sumbu utama.	
Suatu sinar datang melalui pusat optik lensa (O) akan diteruskan tanpa dibiaskan.	

Ingatlah kembali tentang peristiwa pembiasan! Saat melalui 2 medium yang berbeda, besar kecepatan cahaya akan berubah, sehingga cahaya akan tampak dibelokkan, seperti pada peristiwa sendok yang tampak bengkok bila diletakkan di dalam gelas berisi air.

Melukis Pembentukan Bayangan pada Lensa Cembung Menggunakan Diagram Sinar

Bagaimanakah cara melukis pembentukan bayangan pada lensa? Jika sebuah benda diletakkan di depan lensa cembung akan membentuk bayangan, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.28.



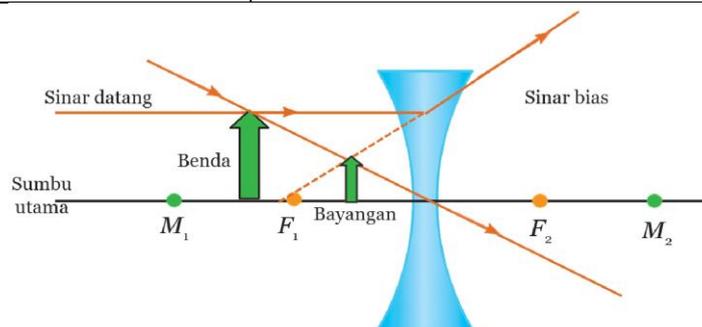
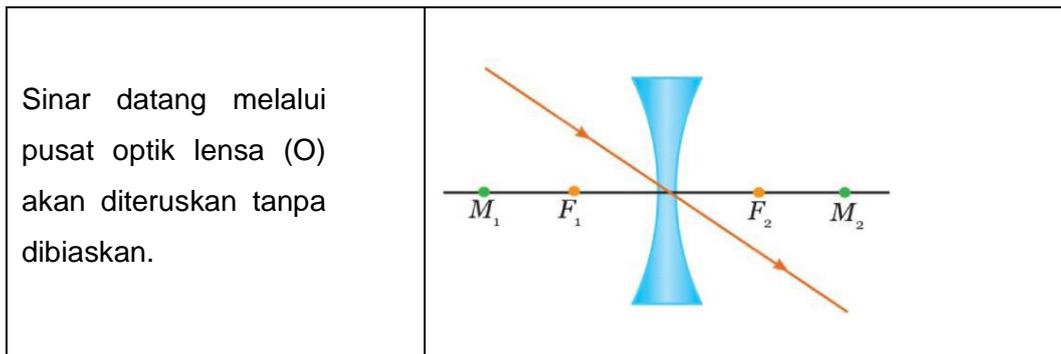
Gambar 3. 29 Pembentukan Bayangan oleh Lensa Cembung
 Sumber: Dok. Kemdikbud

Pembentukan bayangan pada lensa cembung membutuhkan sekurang-kurangnya dua sinar istimewa. Sifat bayangan yang terbentuk pada lensa cembung bergantung pada posisi benda. Setelah memahami cara melukiskan bayangan yang dibentuk oleh lensa cembung, coba sekarang lukiskan letak bayangan benda jika benda diletakkan di antara fokus dan lensa cembung!

Sinar-sinar istimewa pada Pembiasan Cahaya oleh Lensa Cekung

Tabel 3. 7 Sinar Istimewa pada Lensa Cekung

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
Sinar datang sejajar sumbu utama lensa seolah-olah dibiaskan berasal dari titik fokus aktif (F) di depan lensa.	
Sinar datang seolah-olah menuju titik fokus pasif (F) di depan lensa akan dibiaskan sejajar sumbu utama.	



Gambar 3. 30 .Pembentukan Bayangan oleh Lensa Cekung
Sumber: Dok. Kemdikbud

Sifat bayangan yang terbentuk pada lensa cekung bergantung pada posisi benda. Sifat bayangan pada lensa cekung dapat ditentukan melalui bantuan diagram sinar dan sinar-sinar istimewa. Selain melalui kegiatan di atas, sifat-sifat bayangan benda oleh lensa cekung juga dapat ditentukan melalui Dalil Esbach seperti pada lensa cembung. Perhatikan kembali Dalil Esbach yang sudah pernah Anda pelajari sebelumnya, dan perhatikan Gambar 3.29.

Catatan: Pada lensa cekung, benda yang terletak di depan lensa akan selalu menghasilkan bayangan maya, tegak, diperkecil, dan terletak di depan lensa.

Persamaan pada Lensa Cembung dan Cekung

Persamaan pada lensa cembung sama dengan persamaan pada lensa cekung. Hubungan antara jarak fokus (f), jarak bayangan (s'), dan jarak benda (s) adalah sebagai berikut.

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

dengan :

f = Jarak fokus (cm)

s = Jarak benda ke lensa (cm)

s' = Jarak bayangan (layer) ke lensa (cm)

Pembesarannya adalah

$$M = \left| \frac{h'}{h} \right| = \left| \frac{s'}{s} \right|$$

dengan :

M = Perbesaran

s = Jarak benda ke lensa

h = Tinggi benda

s' = Jarak bayangan (layar) ke lensa

h' = Tinggi bayangan Catatan:

h' positif (+) menyatakan bayangan adalah tegak (dan maya)

h' negatif (-) menyatakan bayangan adalah terbalik (dannyata)

Pada lensa cembung, titik fokus bernilai positif (sama seperti pada cermin cekung), sedangkan pada lensa cekung, titik fokus bernilai negatif (sama seperti pada cermin cembung).

Setiap lensa mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam mengumpulkan atau menyebarkan sinar. Kemampuan lensa dalam mengumpulkan atau menyebarkan sinar disebut kuat lensa (D) dan memiliki satuan dioptri. Kuat lensa merupakan kebalikan dari panjang fokus. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

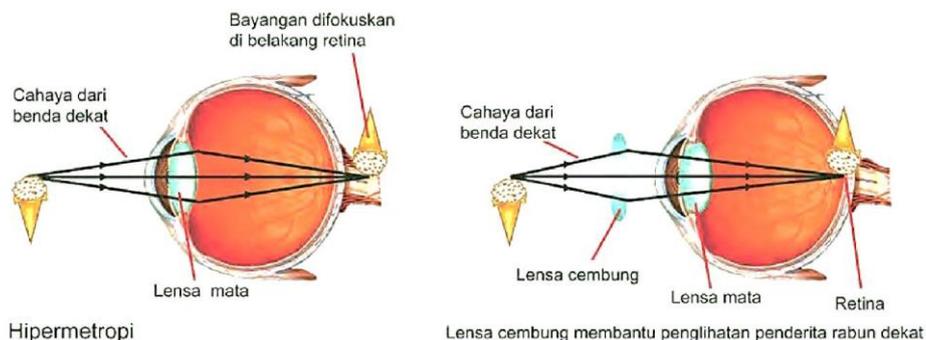
$$D \text{ (Dioptri)} = \frac{1 \text{ meter}}{f \text{ (m)}} = \frac{100 \text{ cm}}{f \text{ (cm)}}$$

7. Gangguan Indra Penglihatan

Adakah teman Anda yang menggunakan kacamata? Atau bahkan Anda sendiri menggunakan kacamata? Seseorang yang mempunyai penglihatan yang baik, akan dapat melihat benda secara jelas pada jarak kira-kira 30 cm. Hal ini berarti pada orang yang memiliki penglihatan normal, bayangan yang dibentuk jatuh tepat pada retina. Jika seseorang memiliki gangguan pada penglihatannya maka dia tidak akan dapat melihat objek dengan jelas pada jarak tersebut. Hal ini menyebabkan mereka membutuhkan alat bantu penglihatan berupa kacamata seperti yang dikenakan oleh teman Anda atau bahkan Anda kenakan sendiri. Kacamata berfungsi untuk memfokuskan cahaya sehingga dapat jatuh tepat pada retina.

Rabun Dekat (Hipermetropi)

Seorang penderita rabun dekat tidak dapat melihat benda yang berada pada jarak dekat (± 30 cm) dengan jelas. Hal ini karena bayangan yang terbentuk jatuh di belakang retina, sehingga bayangan yang jatuh pada retina menjadi tidak jelas (kabur). Kacamata positif dapat menolong penderita rabun dekat, sebab lensa cembung mengumpulkan cahaya sebelum cahaya masuk ke mata. Dengan demikian, kornea dan lensa dapat membentuk bayangan yang jelas pada retina seperti ditunjukkan pada Gambar 3.30.



Gambar 3. 31 Perubahan Fokus Sinar pada Rabun Dekat
Sumber: Dok. Kemdikbud

Kekuatan lensa kacamata yang diperlukan sesuai dengan rumus berikut:

$$P_H = \frac{100}{s} = \frac{100}{PP}$$

dengan:

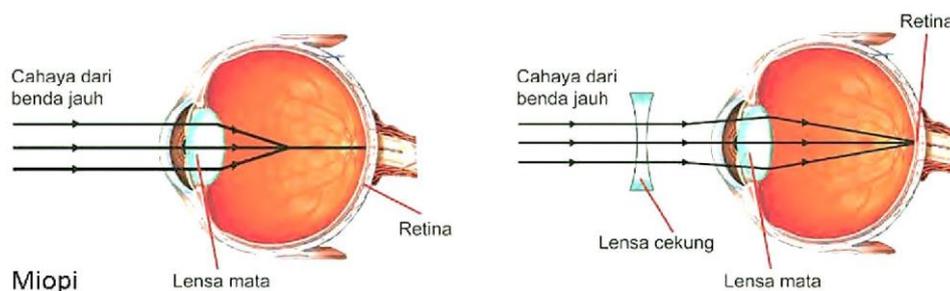
P_H = Kekuatan lensa kacamata untuk hipermetropi (dioptri atau D)

s = Jarak benda di depan kacamata (cm)

PP (*Punctum Proximum*) = titik dekat mata seseorang (cm)

Rabun Jauh (Miopi)

Seorang penderita rabun jauh tidak dapat melihat benda yang berada pada jarak jauh (tak hingga) dengan jelas. Hal ini dikarenakan bayangan yang terbentuk jatuh di depan retina, seperti yang ditunjukkan Gambar 3.31. Kacamata negatif dapat menolong penderita rabun jauh karena lensa cekung akan dapat membuat cahaya menyebar sebelum cahaya masuk ke mata. Dengan demikian, bayangan yang jelas akan terbentuk di retina.



Gambar 3. 32 Perubahan Fokus Sinar pada Rabun Jauh
Sumber: Dok. Kemdikbud

Kekuatan atau daya lensaacamata yang diperlukan sesuai dengan rumus berikut:

$$P_M = -\frac{100}{PR}$$

dengan:

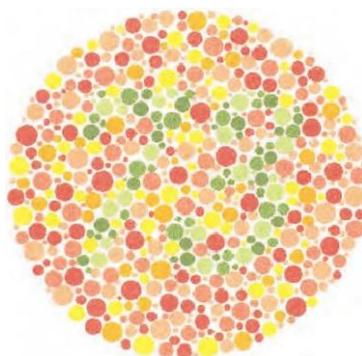
P_M = Kekuatan lensaacamata untuk hipermetropi (dioptri atau D)

s = Jarak benda di depanacamata (cm).

Buta Warna

Perhatikan Gambar 3.32! Apakah Anda dapat melihat angka? Coba sebutkan angka berapa yang dapat Anda lihat! Masih ingatkah Anda pada sel kerucut? Anda memiliki lebih kurang tujuh juta sel kerucut pada retina. Gelombang cahaya dipantulkan dari benda masuk ke pupil dan ditangkap oleh retina. Respons dari sel kerucut pada cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda menyebabkan Anda dapat melihat benda yang berwarna.

Buta warna merupakan suatu kelainan pada mata yang disebabkan ketidakmampuan sel-sel kerucut mata untuk menangkap suatu warna tertentu. Penyakit ini bersifat menurun. Buta warna ada yang buta warna total dan buta warna sebagian. Buta warna total hanya mampu melihat warna hitam dan putih saja, sedangkan buta warna sebagian tidak dapat melihat warna tertentu, yaitu merah, hijau, atau biru. Ingat kembali tentang sel kerucut!



Gambar 3. 33 Huruf Tokek untuk Mengecek Kelainan Buta Warna
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.32 merupakan salah satu gambar yang dipakai untuk menguji buta warna. Uji tersebut dikenal dengan **Uji Ishihara**. Uji tersebut didasarkan pada penentuan angka atau pola yang ada pada kartu dengan berbagai ragam warna, dengan pola tertentu. Ada satu seri gambar titik bola kecil dengan warna dan besar berbeda-beda, sehingga dalam keseluruhan terlihat warna pucat dan menyulitkan pasien dengan kelainan penglihatan warna untuk melihatnya. Penderita buta warna atau dengan kelainan penglihatan warna dapat melihat sebagian ataupun sama sekali tidak dapat melihat gambaran yang diperlihatkan. Pada pemeriksaan, pasien diminta melihat dan mengenali tanda gambar yang diperlihatkan dalam waktu 10 detik.

Presbiopi

Presbiopi disebut juga rabun jauh dan dekat atau rabun tua, karena kelainan mata ini biasanya diderita oleh orang yang sudah tua. Kelainan jenis ini membuat si penderita tidak mampu melihat dengan jelas benda-benda yang berada di jarak jauh maupun benda yang berada pada jarak dekat. Hal tersebut diakibatkan oleh berkurangnya daya akomodasi mata. Kelainan ini biasanya diatasi dengan kacamata rangkap, yaitu kacamata cembung dan cekung. Pada kacamata dengan lensa rangkap atau kacamata bifokal, lensa negatif bekerja seperti pada kacamata untuk penderita miopi, sedangkan lensa positif bekerja seperti pada kacamata untuk penderita hipermetropi.

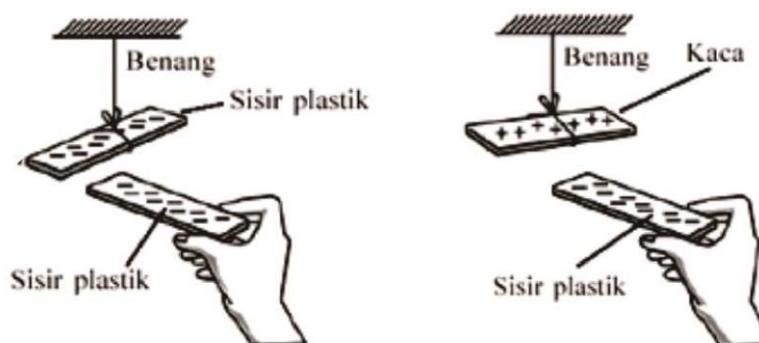
Astigmatisma

Astigmatisma atau dikenal dengan istilah silinder adalah sebuah gangguan pada mata karena penyimpangan dalam pembentukan bayangan pada lensa. Hal ini disebabkan oleh cacat lensa yang tidak dapat memberikan gambaran atau bayangan garis vertikal dengan horizontal secara bersamaan. Penglihatan si penderita menjadi kabur. Untuk mengatasi gangguan ini, dapat menggunakan lensa silindris.

8. Listrik Statis

Jika benda bermuatan listrik positif didekatkan dengan benda bermuatan listrik negatif maka akan saling tarik menarik. Sebaliknya, jika benda bermuatan listrik positif didekatkan dengan benda bermuatan listrik positif, atau benda bermuatan listrik negatif didekatkan dengan benda bermuatan listrik negatif akan saling tolak menolak. Interaksi kedua muatan tersebut merupakan **gejala sederhana listrik statis**.

Pada umumnya jumlah elektron dan proton pada atom-atom sebuah benda adalah sama, sehingga atom-atom pada benda tersebut tidak bermuatan listrik atau netral. Jika benda tersebut netral, dapatkah sebuah benda diubah menjadi bermuatan listrik? Bagaimana caranya? Salah satu cara untuk mengubah benda menjadi bermuatan listrik adalah dengan menggosokkan benda seperti pada kegiatan "Mari Kita Lakukan pada Aktivitas pada gambar 3.33". Sisir plastik yang digosokkan pada rambut kering akan bermuatan negatif karena sisir mengalami kelebihan elektron (elektron dari rambut berpindah ke sisir plastik) dan kaca yang digosokkan pada rambut kering akan bermuatan positif karena kaca mengalami kekurangan elektron (elektron dari kaca berpindah ke rambut yang kering).

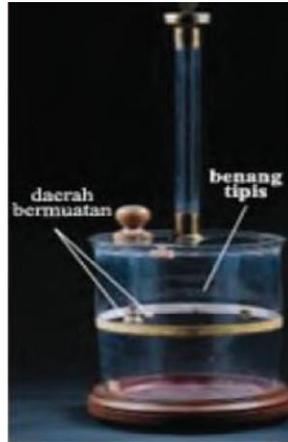


Gambar 3. 34 Dua Sisir Bermuatan yang digantung

Hukum Coulomb

Masih ingatkah Anda, bahwa muatan listrik dapat saling menarik dan dapat saling menolak? Bagaimana hubungan antara gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik dua benda bermuatan listrik terhadap jarak keduanya? Ilmuwan Perancis, **Charles Augustin Coulomb** (1736 – 1806), menyelidiki hubungan gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik dua benda bermuatan listrik terhadap besar

muatan listrik dan jaraknya menggunakan alat neraca puntir Coulomb seperti pada Gambar 3.34.



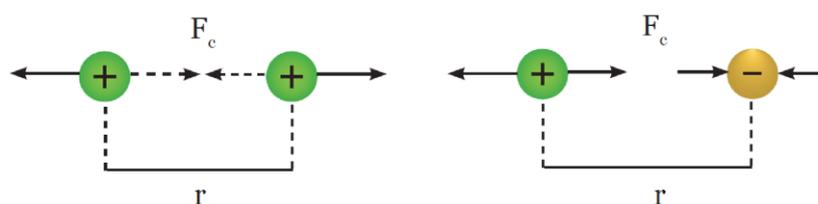
Gambar 3. 35 Set Percobaan Coulomb
Sumber : Zitzewitz, 2005.

Berdasarkan percobaan dengan menggunakan neraca puntir, Coulomb menyimpulkan bahwa besar gaya listrik antara dua benda bermuatan adalah:
Berbanding terbalik dengan kuadrat jarak kedua muatan atau

$$F \sim \frac{1}{r^2}$$

Berbanding lurus dengan perkalian besar kedua muatan partikel atau

$$F \sim q_1 \cdot q_2$$



Gambar 3. 36 Gaya Coulomb pada Muatan Listrik
(a) Tolak-menolak, (b) Tarik-menarik
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Secara matematis, rumusan Gaya Coulomb (F_c) dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Keterangan:

F_c = gaya Coulomb (newton)

k = konstanta = $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

r = jarak antara dua muatan (meter)

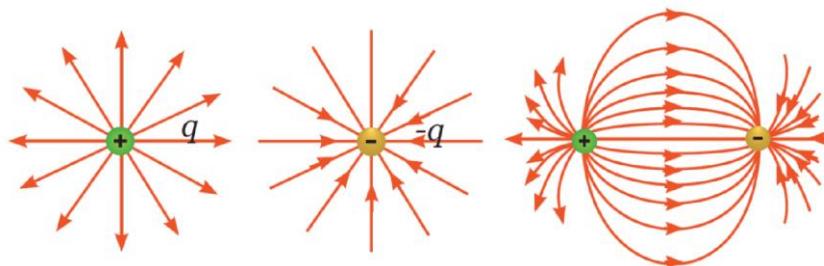
q_1 = besar muatan listrik pertama (coulomb)

q_2 = besar muatan listrik kedua (coulomb)

9. Medan Listrik

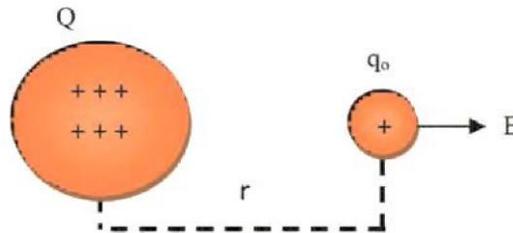
Tahukah Anda mengapa benda-benda yang berada di permukaan Bumi selalu ditarik menuju pusat bumi? Seluruh benda yang ada di permukaan bumi atau sekitarnya akan ditarik menuju pusat Bumi karena memiliki massa yang jauh lebih kecil dari pada massa bumi. Hal serupa ternyata juga terjadi pada muatan-muatan listrik. Muatan- muatan listrik memiliki medan listrik sehingga dapat mempengaruhi muatan lain yang berada tidak jauh darinya. Medan listrik dapat didefinisikan sebagai daerah di sekitar muatan yang masih kuat menimbulkan gaya listrik terhadap muatan lain.

Medan listrik digambarkan oleh serangkaian garis gaya listrik yang arahnya keluar atau masuk ke dalam muatan. Arah garis gaya listrik ke dalam digunakan untuk menunjukkan muatan negatif dan arah garis medan listrik ke luar digunakan untuk menunjukkan muatan positif.



Gambar 3. 37 Garis Medan Listrik Dua Muatan
Sumber: Serway, 2004.

Selain melalui gambar, medan listrik suatu muatan dapat ditentukan besarnya dengan cara menghitung. Bagaimana cara menghitung besar kuat medan listrik? Agar dapat memahami cara menghitung besarnya medan listrik (E) perhatikan Gambar 3.36 dan penjelasan berikut.



Gambar 3. 38 Muatan Q didekati Muatan Tes q_0
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Agar mengetahui besar kuat medan listrik muatan Q , sebuah muatan uji positif (q_0) yang muatannya jauh lebih kecil diletakkan di dekat muatan tersebut dengan jarak r . Berdasarkan hukum Coulomb, muatan q_0 tersebut akan mendapatkan gaya tolak dari muatan Q sebesar,

$$F_c = k \cdot \frac{Q \cdot q_0}{r^2}$$

karena kuat medan listrik (E) didefinisikan sebagai efek yang dihasilkan akibat keberadaan muatan listrik Q . Karena muatan (q_0) ditempatkan sejauh (r), kondisi tersebut akan dihasilkan gaya coulomb (F_c) pada satuan muatan uji (q_0). Besarnya kuat medan listrik yang dialami oleh muatan uji tersebut didefinisikan secara matematis sebagai:

$$F_c = q_0 \cdot E$$

$$F_c = k \cdot \frac{Q \cdot q_0}{r^2} = q_0 \cdot k \cdot \frac{Q}{r^2}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa besar kuat medan listrik yang dirasakan oleh muatan uji q_0 pada suatu titik yang berjarak r dari muatan Q adalah:

$$E_o = k \cdot \frac{Q}{r^2}$$

Keterangan,

E_0 = medan listrik (N/C)

F = gaya coulomb (Newton)

q = besar muatan listrik (Coulomb)

10. Listrik Dinamis

Ketika Anda menghubungkan lampu dan sumber listrik dengan menggunakan kabel artinya Anda telah membuat sebuah rangkaian listrik. Pada rangkaian listrik tertutup (saklar tertutup atau posisi on), arus listrik akan mengalir dan lampu menyala. Bagaimanakah arah arus listrik tersebut? Berapakah besar arus listrik yang mengalir? Agar memahami arah aliran arus listrik dan mengetahui besar arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian, baca penjelasan berikut dengan seksama.

Arus listrik mengalir karena pada ujung-ujung rangkaian ada perbedaan potensial listrik yang diberikan oleh baterai sebagai sumber tegangan seperti yang telah dijelaskan pada percobaan baterai buah. Ujung kawat penghantar yang memiliki banyak elektron (terhubung dengan kutub negatif baterai) dapat dikatakan memiliki potensial listrik yang rendah, sedangkan ujung kawat penghantar lainnya yang memiliki sedikit elektron (terhubung dengan kutub positif baterai) dapat dikatakan memiliki potensial listrik yang tinggi. Arus listrik mengalir dari potensialtinggi ke potensial rendah, sedangkan arah aliran elektron adalah sebaliknya yaitu dari potensial rendah ke potensial tinggi atau dengan kata lain dari kutub negatif ke kutub positif.

Pada rangkaian listrik tertutup, besar arus listrik yang mengalir pada rangkaian dapat ditentukan dengan menghitung besar muatan listrik yang mengalir pada rangkaian setiap detiknya. Hal ini dikarenakan besar arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian tertutup sebanding dengan besarnya muatan listrik yang mengalir pada setiap detik, atau secara matematis besar arus listrik ditulis sebagai berikut.

$$i = \frac{q}{t}$$

Keterangan:

I = arus listrik (ampere)

q = muatan listrik (coulomb)

t = waktu (detik)

Pada rangkaian listrik tertutup, pembawa muatan listrik adalah elektron sehingga besarnya muatan ditentukan oleh jumlah elektron, yaitu;

$$i = \frac{Ne}{t}$$

Keterangan

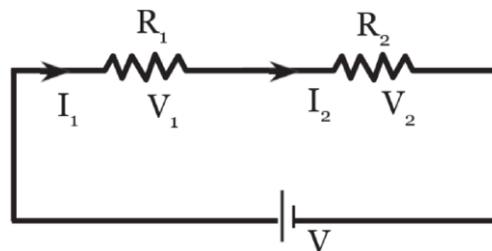
I = Arus listrik (Ampere)

N = jumlah muatan listrik

e = muatan elektron (Coulomb)

t = waktu (detik)

Rangkaian Hambatan Listrik Seri



Gambar 3. 39 Rangkaian Seri Hambatan Listrik
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Perhatikan gambar 3.37! Hambatan 1 (R_1) dan hambatan 2 (R_2) disusun secara seri dengan sebuah sumber tegangan listrik. Karakteristik pada rangkaian seri adalah:

1. kuat arusnya yang mengalir pada kedua hambatan bernilai sama.
2. Tegangan/beda potensial listrik di tiap hambatan berbeda-beda.

$$I_1 = I_2 = I_{seri}$$

$$V_1 \neq V_2 \neq V_{seri} \text{ namun } V = V_1 + V_2$$

karena

$$V_{seri} = I_{seri} \cdot R_{seri}$$

maka

$$I_{seri} \cdot R_{seri} = I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2$$

Karena

$$I_1 = I_2 = I_{seri}$$

Maka

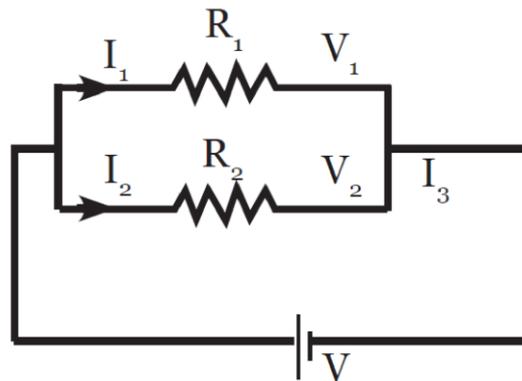
$$I_{seri} \cdot R_{seri} = I_{seri} \cdot V_1 + I_{seri} \cdot V_2 = I_{seri} \cdot (R_1 + R_2)$$

kita peroleh

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$n =$ untuk kasus n resist

Rangkaian Hambatan Listrik Paralel



Gambar 3. 40 Rangkaian Paralel Hambatan Listrik
Sumber: Dokumen Kemdikbud

$$V_1 = V_2 = V_{paralel}$$

$$I_1 \neq I_2 \neq I_{paralel} \text{ tetapi } I_{paralel} = I_1 + I_2$$

karena

$$V_{paralel} = I_{paralel} \cdot R_{paralel}$$

$$\frac{V_{paralel}}{R_{paralel}} = I_{paralel}$$

Maka

$$I_{paralel} = I_1 + I_2$$

Karena

$$V_1 = V_2 = V_{paralel}$$

Maka

$$\frac{V_{paralel}}{R_{paralel}} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_{paralel}}{R_1} + \frac{V_{paralel}}{R_2} = V_{paralel} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

kita peroleh

$$\frac{1}{R_{paralel}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

n = untuk kasus n resistor

Daya Listrik

Daya listrik adalah banyaknya tenaga/energi listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik). Daya listrik bisa juga dinyatakan konsumsi energi listrik pada rangkaian listrik persatuan waktu.

Daya listrik (P) dinyatakan dalam satuan watt.

Daya listrik didapat dari jumlah perkalian beda potensial listrik dengan kuat arus yang mengalir pada suatu rangkaian listrik.

$$P = V \cdot I \quad \text{atau} \quad P = \frac{W}{t}$$

Keterangan:

P = Daya listrik [watt]

V = Beda potensial/tegangan listrik [Volt]

I = Kuat arus [Ampere]

W = Energi listrik [joule]

t = waktu [sekon/jam]

Energi Listrik

Energi listrik adalah energi yang tersimpan/energi yang dibutuhkan oleh rangkaian/alat listrik untuk bisa bekerja/berfungsi optimal. Satuan energi listrik adalah Joule atau watt.sekon atau watt.hour.

Meteran listrik yang tersedia pada tiap rumah merupakan sebuah alat pengukur energi listrik yang digunakan/dipakai oleh penghuni rumah setiap waktunya. Besaran energi yang ada pada meteran listrik dinyatakan dengan kilowatt hour (kw). Nilai energi tersebut yang setiap bulan anda bayarkan ke PLN.

Hubungan Energi listrik dengan daya listrik dinyatakan dengan:

$$W = P.t$$

Keterangan:

W = Energi listrik [Joule atau watt hour]

P = Daya listrik [watt]

t = waktu [sekon atau jam]

Berdasarkan hubungan antara daya dengan energi listrik, dapat disimpulkan bahwa semakin besar daya listrik dari peralatan listrik yang digunakan di rumah, semakin besar energi yang digunakan/diserap setiap waktunya. Sehingga cara hemat dalam penggunaan energi listrik salah satunya adalah membatasi waktu penggunaan peralatan listrik berdaya besar dan selektif memilih alat listrik yang hemat dayanya.

11. Kemagnetan

Kehidupan makhluk hidup di bumi dipengaruhi oleh medan magnet bumi. Medan magnet bumi adalah daerah di sekitar bumi yang masih dipengaruhi oleh gaya tarik bumi. Sebagian besar hewan memanfaatkan medan magnet bumi untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Medan magnet bumi berada di sekitar bumi, dapat mempengaruhi batang magnet yang diletakkan bebas di sekitar permukaan bumi. Tahukah Anda, mengapa di utara bumi ada kutub selatan magnet bumi dan di selatan bumi ada kutub utara magnet bumi?

Hewan mampu mendeteksi medan magnet bumi karena di dalam tubuh hewan terdapat magnet. Fenomena tersebut dinamakan biomagnetik. Selain itu, medan magnet bumi dapat membantu hewan dalam menentukan arah migrasi, mempermudah upaya mencari mangsa, atau menghindari musuh. Beberapa hewan memanfaatkan kemagnetan bumi untuk mobilisasi kehidupannya. Contoh, migrasi burung, migrasi salmon, migrasi penyu, migrasi Lobster Duri, dan Bakteri.

Jika hewan mampu mendeteksi medan magnet bumi, bagaimana dengan manusia? Apakah Anda dapat merasakan tarikan magnet bumi? Manusia tidak dapat mendeteksi keberadaan magnet bumi. Manusia membutuhkan bantuan alat seperti kompas, untuk mengetahui arah utara selatan atau keberadaan kutub utara dan kutubselatan magnet bumi. Kita sering menggunakan magnet dalam kehidupan sehari-hari. Tahukah Anda, apa saja jenis magnet yang ada selain magnet bumi dan peralatan apa saja dalam kehidupan sehari-hari yang memanfaatkan magnet?

Perkembangan peradaban manusia tidak terlepas dari penemuan magnet. Mulai dari speaker, telepon, televisi, bel rumah, dan berbagai peralatan yang biasa kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari banyak memanfaatkan magnet sebagai komponen utamanya.

Magnet terbuat dari logam seperti besi dan baja. Magnet memiliki berbagai bentuk dan dinamakan sesuai bentuknya, seperti yang bisa Anda lihat pada Gambar 3.39.



Gambar 3. 41 Magnet U dan Magnet Batang
Sumber: Dokumen Kemdikbud

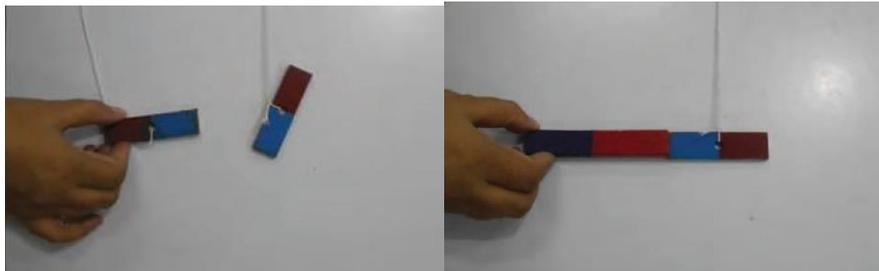
Penentuan kutub magnet batang dapat dilakukan dengan percobaan sederhana. Letakkan magnet batang di atas gabus lalu apungkan di permukaan air, maka ujung magnet yang menunjuk ke arah utara adalah kutub utara magnet, dan ujung

magnet yang menunjuk arah selatan adalah kutub selatan magnet, seperti pada Gambar 124.



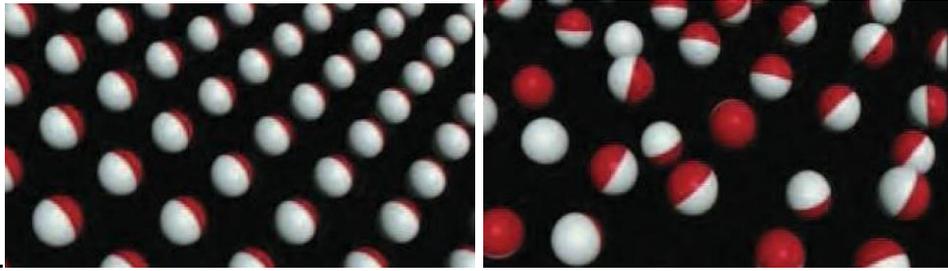
Gambar 3. 42 Magnet Batang yang diapungkan
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub yang senama bila didekatkan akan saling tolak menolak, sedangkan kutub-kutub yang berbeda nama bila didekatkan akan saling tarik-menarik. Kutub-kutub ini selalu ada pada setiap magnet walaupun magnet tersebut dipotong menjadi potongan magnet kecil. Perhatikan Gambar 3.41 tentang interaksi dua magnet!



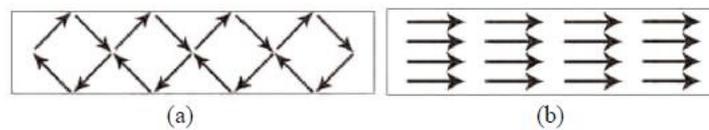
Gambar 3. 43 interaksi dua magnet
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Dari manakah kekuatan magnet berasal? Apa beda gaya magnet dengan gaya listrik? Mari mengingat materi tentang gaya listrik! Gaya listrik berasal dari adanya interaksi antara muatan listrik, sedangkan gaya magnet berasal dari adanya interaksi antara kutub-kutub magnet yang ditimbulkan oleh gerakan muatan listrik (elektron) pada benda



Gambar 3. 44 Magnet Elementer Penyusun Magnet, (kiri) Magnet Elementer Tersebar Acak, (kanan) Magnet Elementer Tersusun pada Arah Tertentu
Sumber: National Geographic Channel

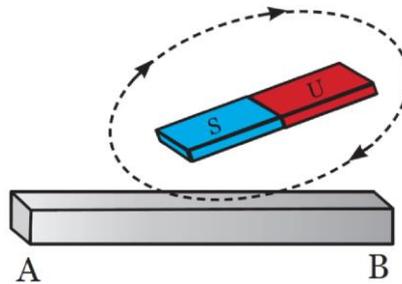
Pada Gambar 3.42, kutub utara dan kutub selatan partikel elementer magnet pada benda tersebut tersebar secara acak, sehingga benda tidak memiliki sifat magnet. Pada beberapa jenis logam tertentu, seperti besi dan baja, sejumlah magnet elementer magnet dapat disusun berbaris pada arah tertentu hingga benda bersifat sebagai magnet (Gambar 3.42 bagian kanan).



Gambar 3. 45 a) Susunan Magnet Elementer Besi/Baja Sebelum Menjadi Magnet, (b) Susunan Magnet Elementer Besi/Baja yang Telah Menjadi Magnet
Sumber: Dokumen Kemdikbud

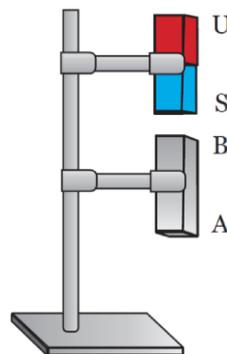
Besi dapat dijadikan magnet dengan cara menggosok. Besi digosok dengan arah yang tetap, agar magnet elementer dapat diatur untuk menuju ke satu arah saja. Perhatikan Gambar 3.43, ujung kutub utara magnet yang digosokkan dari ujung besi B ke A akan mengubah besi menjadi magnet dengan kutub utara pada ujung B dan kutub selatan pada ujung A. Jadi, ujung batang besi yang pertama kali digosok akan memiliki kutub yang sama dengan kutub magnet yang menggosokkannya. Sekarang coba pikirkan,

bagaimanakah kutub magnet besi jika kutub selatan magnet digosokkan pada besi dengan arah B ke A? Atau jika magnet digosokkan pada besi dengan arah B ke A?



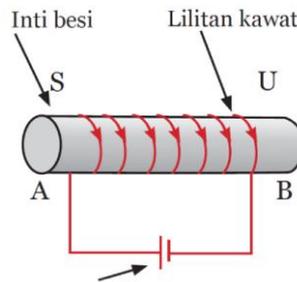
Gambar 3. 46 Menggosok Magnet
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Baja dan besi dapat dijadikan magnet dengan cara menginduksi atau mendekatkannya dengan magnet selama beberapa waktu. Perhatikan Gambar 3.45, sifat magnet menunjukkan bahwa magnet akan saling tarik menarik jika kutub yang berbeda didekatkan, dan tolak-menolak jika kutub yang sama, sehingga ujung B akan menjadi kutub utara dan ujung A akan menjadi kutub selatan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa ujung besi atau baja yang berdekatan dengan kutub magnet batang akan memiliki kutub yang berlawanan dengan kutub magnet penginduksinya.



Gambar 3. 47 Induksi Magnet
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Magnet juga dapat dibuat dengan cara meliliti besi atau baja dengan kawat penghantar yang dialiri arus DC. Magnet yang dibuat dengan cara demikian disebut elektromagnet. Mengapa arus DC? Karena arus DC dapat menyamakan arah magnet elementer pada besi atau baja.



Gambar 3. 48 Induksi elektromagnet
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Kutub magnet besi atau baja yang terbentuk tergantung pada arah lilitan kawat penghantar. Jika arah arus berlawanan dengan arah jarum jam, maka ujung A besi atau baja tersebut akan menjadi kutub utara dan ujung B akan menjadi kutub selatan. Sebaliknya, jika arah arus searah dengan jarum jam, maka ujung A besi atau baja akan menjadi kutub selatan dan ujung B akan menjadi kutub utara. Perhatikan Gambar 3.46, dengan pola lilitan tersebut (searah jarum jam), maka ujung A akan menjadi kutub selatan dan ujung B akan menjadi kutub utara.

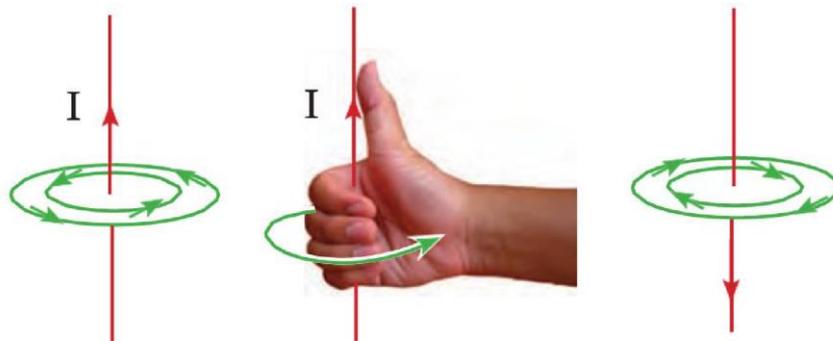
Induksi Magnet

Konsep induksi magnet berawal dari tidak terkendalinya putaran jarum kompas yang ada di kapal laut saat petir menyambar. Bagaimanakah hal tersebut terjadi? Cobalah lakukan kegiatan berikut dengan semangat.



Gambar 3. 49 Kapal Laut Disambar Petir
Sumber: hdwallpapers.cat

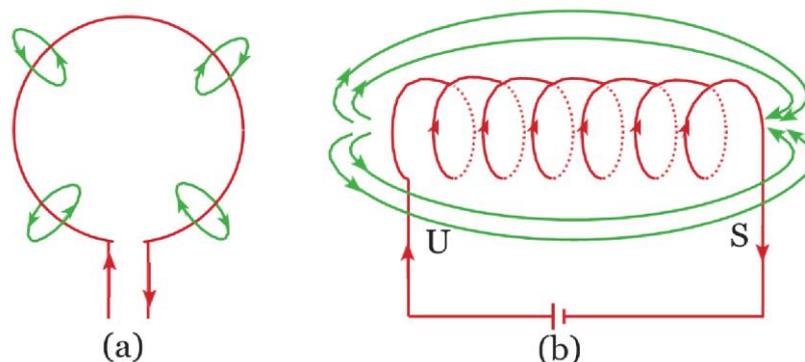
Hans Christian Oersted (1820) menemukan bahwa arus listrik dapat menimbulkan medan magnet. Caranya adalah dengan mengamati pergerakan jarum kompas saat diletakkan di dekat kabel yang dialiri arus listrik. Percobaan ini kemudian dikenal dengan Percobaan Oersted. Arah medan magnet dan arah arus dapat ditunjukkan dengan menggunakan tangan kanan seperti Gambar 3.48 menunjukkan arus listrik dan B menunjukkan medan magnet.



Gambar 3. 50 Arah Panah yang Mengelilingi Kawat Menunjukkan Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus

Sumber: Dokumen Kemendikbud

Jika pada kawat lurus, medan magnet terbentuk melingkari arah arus, bagaimana dengan kabel yang dibentuk melingkar dan kumparan? Perhatikan Gambar 3.49.

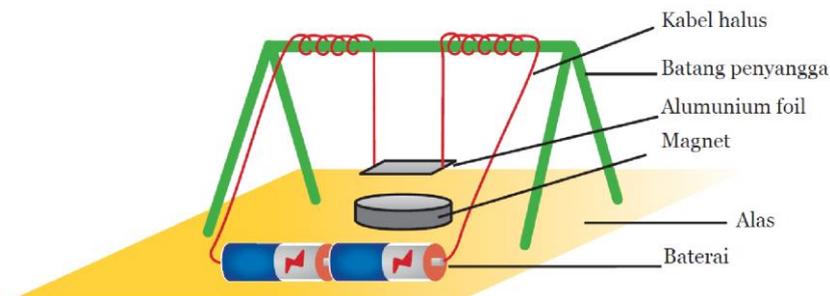


Gambar 3. 51 Arah Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus

Sumber: Dokumen Kemendikbud

Pada kumparan (Gambar 3.49 a) medan magnet tampak melingkari kabel, tetapi pada kumparan (Gambar 3.49 b) medan magnetnya seolah olah membentuk kutub utara dan selatan pada ujung-ujungnya, persis seperti pada magnet batang.

Gaya Lorentz



Gambar 3. 52 Rangkaian Percobaan Ayunan Lorentz
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Pada gambar 3.50 ditunjukkan sebuah ayunan Lorents. Bila kawat halus dihubungkan dengan baterai maka arus listrik mengalir melalui kawat dan melewati aluminium foil yang disekitarnya terdapat medan magnet dari magnet yang diletakkan dibawahnya. Kawat berarus yang berada dalam medan magnet akan mengalami gaya yang disebut dengan **Gaya Lorentz**. Adanya Gaya Lorentz dalam percobaan menimbulkan simpangan pada *aluminium foil*. Semakin banyak baterai yang dipasang pada rangkaian, maka semakin besar arus listrik dan besar Gaya Lorentz-nya. Hal ini menunjukkan bahwa arus listrik sebanding dengan gaya yang ditimbulkan, demikian juga dengan perubahan medan magnet yang diberikan. Akibat dari arah arus (I) dan arah medan magnet (B) saling tegak lurus, maka secara matematis, besarnya Gaya Lorentz dituliskan sebagai berikut.

$$F = B \cdot i \cdot l$$

Keterangan:

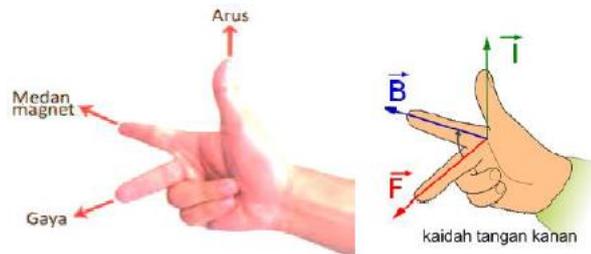
F = gaya Lorentz (Newton)

B = medan magnet tetap (Tesla)

i = kuat arus listrik (Ampere)

l = panjang kawat berarus yang masuk ke dalam medan magnet (meter)

Penentuan arah Gaya Lorentz, dapat dilakukan dengan menggunakan kaidah tangan kanan. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 3. 53 Cara menentukan arah gaya Lorentz dengan menggunakan kaidah tangan kanan
Sumber: Dokumen Kemdikbud



Gambar 3. 54 Penerapan gaya Lorentz pada motor listrik sederhana
Sumber: www.gagalenyilih.com

12. Induksi Elektromagnetik

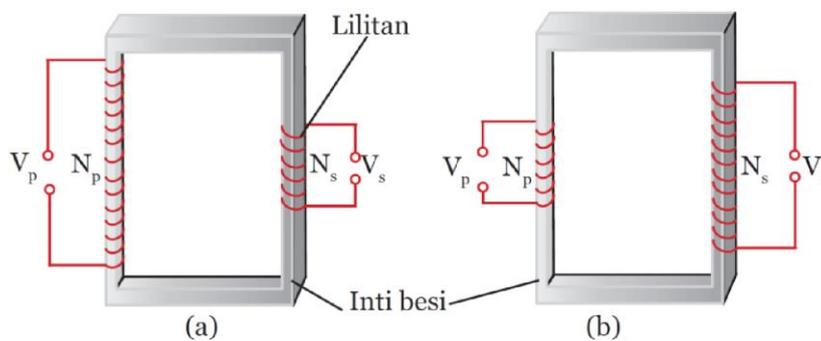
Gaya dapat terjadi pada arus listrik di sekitar medan magnet. Namun perubahan medan magnet dapat menghasilkan arus listrik, yang disebut **induksi elektromagnetik**. Menurut Faraday, arus listrik dapat dihasilkan dengan cara menggerakkan magnet batang keluar masuk kumparan. Temuan ini diterapkan pada generator listrik yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik.

Beberapa alat yang menerapkan konsep induksi elektromagnetik antara lain, generator listrik, Dinamo AC-DC, Transformator, alat pindai Magnetic Resonance Imaging (MRI), kereta Maglev, dan lain-lain.

Salah satu peralatan listrik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama untuk mengalirkan listrik dirumah-rumah kita adalah Transformator.

Transformator dalam bekerja menggunakan prinsip induksi elektromagnetik. Berdasarkan penggunaannya, transformator dibagi menjadi dua jenis, yaitu transformator *step-down* dan transformator *step-up*. Transformator *step-down* berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik, sedangkan transformator *step-up* berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik.

Transformator pada dasarnya terdiri atas lilitan primer dan lilitan sekunder yang dihubungkan dengan menggunakan inti besi. Lilitan primer yang mendapat tegangan AC akan menginduksi inti besi hingga menjadi magnet. Perubahan arah arus AC membuat medan magnet yang terbentuk berubah-ubah, sehingga menghasilkan tegangan AC pada ujung-ujung kumparan sekunder.



Gambar 3. 55 (a) Transformator Step Down, (b) Transformator Step Up
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Besar kecilnya tegangan keluaran yang dihasilkan transformator sangat dipengaruhi oleh jumlah lilitan pada kumparan primer dan sekunder. Jika jumlah lilitan primernya lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder, maka tegangan pada kumparan sekunder juga akan lebih kecil daripada tegangan pada kumparan sekunder, dan transformator tersebut disebut transformator step down. Namun jika jumlah lilitan primernya lebih sedikit daripada jumlah lilitan sekunder, maka tegangan pada kumparan sekunder akan lebih besar daripada tegangan pada kumparan primer, dan transformator tersebut disebut transformator step up.

Pada transformator ideal, energi listrik yang masuk ke dalam kumparan primer akan dipindahkan seluruhnya ke dalam kumparan sekunder. Hal ini mengakibatkan besar efisiensi transformator menjadi 100% atau secara matematis dituliskan sebagai berikut.

$$W_p = W_s$$

$$V_p i_p x t = V_s i_s x t$$

karena transformator bekerja pada waktu yang sama yaitu t , maka

$$V_p i_p = V_s i_s$$

persamaan dapat diubah menjadi

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{i_s}{i_p}$$

Berdasarkan analisis gaya gerak listrik, besar tegangan yang dihasilkan sebanding dengan jumlah lilitan kawat. Oleh karena itu, persamaannya menjadi menjadi

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{i_s}{i_p}$$

Keterangan:

W_p = energi primer

W_s = energi sekunder

I_p = arus primer

I_s = arus sekunder

N_p = lilitan primer

N_s = lilitan sekunder

V_p = tegangan primer

V_s = tegangan sekunder

Walaupun demikian, efisiensi transformator pada kenyataannya tidak pernah mencapai 100% (ideal), karena biasanya sebagian energi listrik yang masuk ke dalam kumparan primer akan diubah menjadi kalor. Perubahan energi listrik menjadi kalor ini salah satunya disebabkan oleh adanya arus Eddy pada inti besinya. Perhitungan efisiensi trafo (1) yang tidak ideal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan rumus efisiensi (η) berikut.

$$\eta = \frac{P_{Output}}{P_{Input}} \times 100\%$$

keterangan:

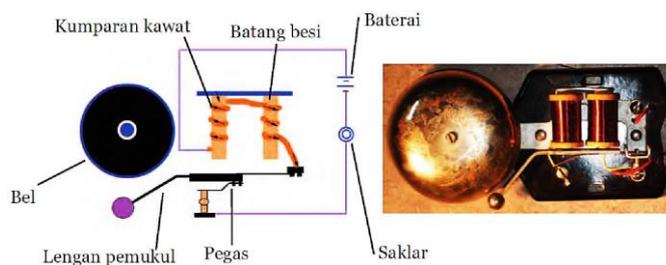
P_{out} = daya listrik pada kumparan sekunder.

P_{in} = daya listrik pada kumparan primer.

13. Teknologi Kemagnetan

Beberapa aplikasi dari konsep kemagnetan yang diterapkan dalam teknologi peralatan di kehidupan sehari-hari, antara lain adalah:

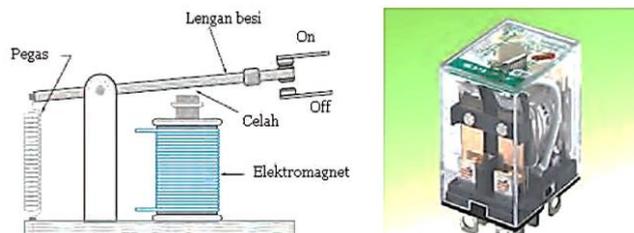
a. Bel listrik



Gambar 3. 56 (kiri) Skema Rangkaian Bel Listrik, (kanan) Bel Listrik
Sumber: (a) www.citycollegiate.com , (b) en.wikipedia.org

Pada saat tombol bel listrik ditekan, rangkaian arus menjadi tertutup dan arus mengalir pada kumparan. Aliran arus listrik pada kumparan ini mengakibatkan besi di dalamnya menjadi elektromagnet yang mampu menggerakkan lengan pemukul untuk memukul bel sehingga berbunyi

b. Saklar/relay



Gambar 3. 57 .(kiri) Diagram Saklar Elektromagnetik (kanan) Saklar Elektromagnetik
Sumber: (kiri) navya.co, (kanan) www.marineinsight.com

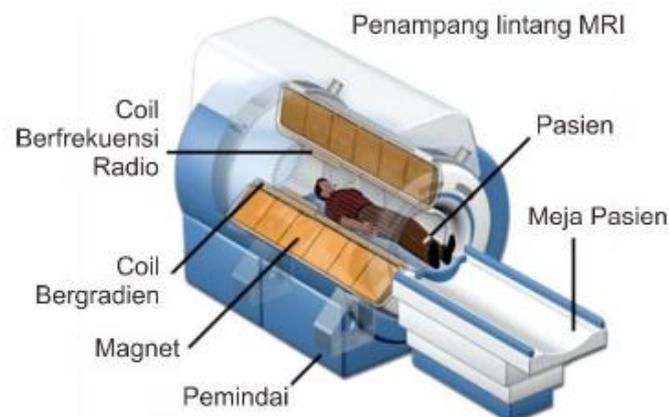
c. Telepon kabel



Gambar 3. 58 Telepon Kawat
Sumber Dokumen Kemdikbud

d. *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*

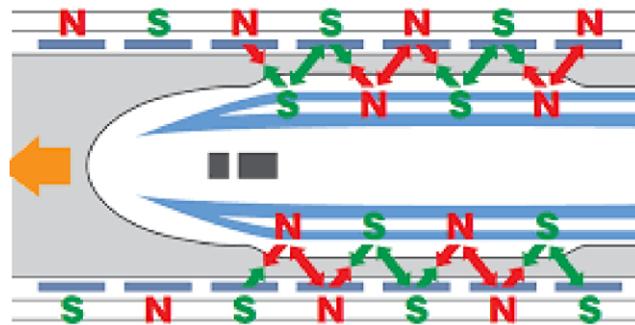
MRI menggunakan prinsip kemagnetan untuk mencitrakan kondisi kesehatan tulang atau organ tubuh bagian dalam manusia tanpa melalui prosedur pembedahan.



Gambar 3. 59 MRI (Magnetic Resonance Imaging)
Sumber: Dokumen Kemdikbud

e. Kereta Maglev

Maglev merupakan kependekan dari *magnetically levitated* atau kereta terbang. Kereta maglev diterbangkan kurang lebih 10 mm di atas relnya. Meskipun rel dan kereta tidak menempel, kereta maglev yang super cepat yakni mampu melaju hingga 650 km/jam, tidak akan terjatuh dan tergelincir. Hal ini disebabkan kereta maglev menerapkan prinsip gaya tolak menolak magnet serta didorong dengan menggunakan motor induksi.



Gambar 3. 60 Kereta Maglev
Sumber: National geographic channel



Gambar 3. 61 Kereta Maglev Jepang dan Interior didalamnya
Sumber: (atas) www.uniworldnews.org (bawah) d13uygpm1enfng.cloudfront.net

D. Rangkuman

1. Getaran merupakan gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangannya yang energinya akan merambat dalam bentuk gelombang.
2. Gelombang-gelombang yang berbeda dapat memiliki periode, frekuensi, dan panjang gelombang yang berbeda.
3. Berdasarkan arah rambatnya, gelombang dibedakan menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang transversal adalah gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya. Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah rambatnya sejajar dengan arah getarnya.
4. Telinga manusia mampu mendengar bunyi dengan frekuensi 20-20.000 Hz yang disebut bunyi audiosonik. Beberapa hewan dapat mendengar bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz yang disebut bunyi infrasonik, dan bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz yang disebut bunyi ultrasonik.
5. Sonar merupakan suatu sistem penggunaan gelombang ultrasonik untuk menaksirkan ukuran, bentuk, atau kedalaman yang biasa dipakai di kapal atau hewan tertentu seperti lumba-lumba dan kelelawar.
6. Cahaya memiliki sifat-sifat khusus. Cahaya dapat merambat lurus, dipantulkan, dibiaskan, dan merupakan gelombang elektromagnetik.
7. Pemantulan cahaya dapat berupa pemantulan baur dan pemantulan teratur.
8. Pemantulan baur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang tidak rata, seperti aspal, tembok, batang kayu, dan lainnya.
9. Pemantulan teratur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang rata, seperti cermin datar atau permukaan air danau yang tenang. Pada pemantulan baur dan pemantulan teratur, sudut pantulan cahaya besarnya selalu sama dengan sudut datang cahaya.
10. Cahaya yang mengenai benda sebagian akan dipantulkan ke mata dan sebagian lagi akan diserap benda sebagai energi.

11. Cahaya dapat dipantulkan pada cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung.
12. Cahaya akan dibiaskan ketika melalui dua medium dengan kerapatan optik yang berbeda.
13. Cahaya dapat dibiaskan pada lensa cekung dan lensa cembung.
14. Warna cahaya yang dapat dilihat tergantung pada panjang gelombang dari gelombang cahaya yang masuk ke mata.
15. Benda hanya akan memantulkan spektrum cahaya yang warnanya sama dengan warna permukaan benda tersebut, sehingga kita dapat mengindra dengan tepat warna-warna benda tersebut.
16. Gelombang cahaya terbentuk karena adanya perubahan medan magnet dan medan listrik secara periodik, sehingga merupakan gelombang elektromagnet.
17. Gelombang cahaya matahari memancar ke segala arah sampai ke bumi meskipun melalui ruang hampa udara. Hal ini berarti gelombang cahaya dapat merambat pada ruang kosong (hampa udara) tanpa adanya materi.
18. Pembentukan bayangan pada cermin dan lensa menggunakan sinar-sinar istimewa.
19. Bayangan bersifat nyata apabila titik potongnya diperoleh dari perpotongan sinar-sinar pantul yang konvergen (mengumpul). Sebaliknya, bayangan bersifat maya apabila titik potongnya merupakan hasil perpanjangan sinar-sinar pantul yang divergen (menyebar).
20. Bayangan pada cermin datar bersifat maya.
21. Bayangan yang terbentuk pada cermin cembung bersifat maya, tegak, dan diperkecil.
22. Sifat bayangan yang terbentuk pada lensa cekung dan lensa cembung tergantung pada posisi benda.
23. Gangguan pada lensa mata dapat menyebabkan seseorang menderita miopi, hipermetropi, buta warna, presbiopi, dan astigmatisma.

24. Miopi adalah kelainan yang menyebabkan seseorang tidak dapat melihat dengan jelas benda yang jaraknya jauh (tak hingga). Penderita hipermetropi dapat dibantu dengan lensa cekung.
25. Hipermetropi adalah kelainan yang menyebabkan seseorang tidak dapat melihat dengan jelas benda yang jaraknya dekat. Penderita hipermetropi dapat dibantu dengan lensa cembung. Buta warna adalah kelainan yang disebabkan ketidakmampuan sel-sel kerucut mata untuk menangkap suatu warna tertentu. Penderita presbiopi tidak mampu melihat dengan jelas benda-benda yang berada di jarak jauh maupun benda yang berada pada jarak dekat. Presbiopi dapat dibantu dengan kaca mata rangkap, yaitu kaca mata cembung dan cekung.
26. Listrik statis terjadi akibat adanya perbedaan muatan listrik. Muatan listrik sejenis (positif dengan positif atau negatif dengan negatif) bersifat tolak menolak.
27. Muatan listrik yang berbeda (positif dengan negatif) bersifat tarik menarik. Besarnya gaya tolak atau gaya tarik kedua muatan listrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan hukum Coulomb.
28. Medan listrik adalah daerah yang masih dipengaruhi oleh gaya listrik suatu muatan listrik.
29. Arus listrik mengalir karena adanya perbedaan potensial listrik.
30. Rangkaian listrik terdiri 2 jenis, yaitu rangkaian seri dan rangkaian paralel.
31. Medan magnet dapat muncul/ditemukan di sekitar kawat berarus listrik.
32. Arus listrik dapat muncul dari perubahan fluks magnetic disekitar kawat.

E. Penutup

Modul belajar mandiri yang telah dikembangkan diharapkan dapat menjadi referensi bagi Anda dalam mengembangkan dan me-*refresh* pengetahuan dan keletampilan. Selanjutnya, Anda dapat menggunakan modul belajar mandiri sebagai salah satu bahan belajar mandiri untuk menghadapi seleksi Guru P3K.

Anda perlu memahami substansi materi dalam modul dengan baik. Oleh karena itu, modul perlu dipelajari dan dikaji lebih lanjut bersama rekan sejawat baik dalam komunitas pembelajaran secara daring maupun komunitas praktisi (MGMP) masing-masing. Kajian semua substansi materi yang disajikan perlu dilakukan, sehingga Anda mendapatkan gambaran teknis mengenai rincian materi substansi. Selain itu, Anda juga diharapkan dapat mengantisipasi kesulitan-kesulitan dalam materi substansi yang mungkin akan dihadapi saat proses seleksi Guru P3K.

Pembelajaran-pembelajaran yang disajikan dalam setiap modul merupakan gambaran substansi materi yang digunakan mencapai masing-masing kompetensi Guru sesuai dengan indikator yang dikembangkan oleh tim penulis/kurator. Selanjutnya Anda perlu mencari bahan belajar lainnya untuk memperkaya pengetahuan dan keterampilan sesuai dengan bidang studinya masing-masing, sehingga memberikan tingkat pengetahuan dan keterampilan yang komprehensif. Selain itu, Anda masih perlu mengembangkan pengetahuan dan keterampilan Anda dengan cara mencoba menjawab latihan-latihan soal tes yang disajikan dalam setiap pembelajaran pada portal komunitas pembelajaran.

Dalam melaksanakan kegiatan belajar mandiri Anda dapat menyesuaikan waktu dan tempat sesuai dengan lingkungan masing-masing (sesuai kondisi demografi). Harapan dari penulis/kurator, Anda dapat mempelajari substansi materi bidang studi pada setiap pembelajaran yang disajikan dalam modul untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan sehingga siap melaksanakan seleksi Guru P3K.

Selama mengimplementasikan modul ini perlu terus dilakukan refleksi, evaluasi, keberhasilan serta permasalahan. Permasalahan-permasalahan yang ditemukan

dapat langsung didiskusikan dengan rekan sejawat dalam komunitas pembelajarannya masing-masing agar segera menemukan solusinya.

Capaian yang diharapkan dari penggunaan modul ini adalah terselenggaranya pembelajaran bidang studi yang optimal sehingga berdampak langsung terhadap hasil capaian seleksi Guru P3K.

Kami menyadari bahwa modul yang dikembangkan masih jauh dari kesempurnaan. Saran, masukan, dan usulan penyempurnaan dapat disampaikan kepada tim penulis/kurator melalui surat elektronik (e-mail) sangat kami harapkan dalam upaya perbaikan dan pengembangan modul-modul lainnya.

Modul Belajar Mandiri

CALON GURU

Aparatur Sipil Negara (ASN)
Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK)