

# **PENGANTAR DASAR IPA**

**ROHMANI**

**Universitas Muhammadiyah Kotabumi**

# **PENGANTAR DASAR IPA**

**Penulis:**

Rohmani

**ISBN:**

978-623-94801-1-0

**Desain Sampul dan tata letak:**

Rohmani

**Penerbit:**

**UMKO Publishing**

**Redaksi:**

Gedung C Perpustakaan Universitas Muhammadiyah  
Kotabumi. Jl. Hasan Kepala Ratu No. 1052 Sindangsari,  
Lampung Utara Telepon (0724) 22287  
E-Mail: [perpus@umko.ac.id](mailto:perpus@umko.ac.id)

## KATA PENGANTAR

**M**aha Puji Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga buku ajar ini bisa diselesaikan sesuai dengan target yang telah ditentukan. Selain itu tak lupa bacaan salawat patut diucapkan untuk Nabi Muhammad SAW sebagai manusia yang berpengaruh besar pada peradaban manusia hingga menjadi sekarang ini. Cikal bakal buku ajar ini dipakai di lingkungan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan sebagai penunjang Kuliah Pengantar Dasar IPA. Buku Ajar ini diterbitkan untuk menunjang kuliah Pengantar Dasar IPA bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas Muhammadiyah Kotabumi.

Mahasiswa PGSD harus mendapatkan pengetahuan teoritis dalam beberapa paradigma agar sudut pandang mahasiswa tidak sempit. Buku Ajar ini dirancang sebagai penunjang dalam perkuliahan dan diharapkan mampu menambah wawasan mahasiswa dalam memahai berbagai pengetahuan yang berhubungan dengan IPA serta menjadikan mahasiswa terus berfikir kritis dengan beberapa pertanyaan pemahaman yang ada dalam bahan ajar ini. Akhir kata semoga mahasiswa Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas Muhammadiyah Kotabumi memiliki bekal yang cukup sebagai cikal bakal dalam mengajar siswa di sekolah dasar, Aamiin.

Kotabumi, 29 Agustus 2020

Rohmani, M.Pd.

<b>SATUAN ACARA PERKULIAHAN</b>	
<b>Agenda Perkuliahan</b>	<b>Rincian Materi</b>
Pertemuan -1	PENGANTAR PERKULIAHAN a. Hakekat Ilmu Pengetahuan Alam b. Metode Ilmiah
Pertemuan -2	PERKEMBANGAN DAN PENGEMBANGAN IPA a. Sejarah Perkembangan IPA b. Ruang Lingkup IPA
Pertemuan -3	BESARAN DAN SATUAN a. Pengukuran dalam Bidang IPA b. Alat Ukur dalam Pengukuran Standar
Pertemuan -4	<b>Kuis 1</b>
Pertemuan -5	KINEMATIKA GERAK BENDA a. Gerak Lurus Beraturan b. Gerak Lurus Berubah Beraturan
Pertemuan -6	DINAMIKA GERAK BENDA a. Jenis-Jenis Gaya b. Hukum Newton
Pertemuan -7	BUMI a. Proses Terbentuknya Bumi b. Karakteristik Planet Bumi
Pertemuan -8	<b>UTS</b>
Pertemuan -9	SISTEM TATASURYA a. Komponen Penyusun Tatasurya b. Planet
Pertemuan -10	KEANEKARAGAMAN MAHKLUK HIDUP a. Tingkat Keanekaragaman Mahkluk Hidup b. Persebaran Mahkluk Hidup
Pertemuan -11	SIFAT TERMAL ZAT a. Pengaruh Kalor b. Perubahan Wujud Benda
Pertemuan -12	<b>Kuis 2</b>
Pertemuan -13	GELOMBANG a. Gelombang Transversal b. Gelombang Longitudinal
Pertemuan -14	BUNYI a. Gelombang Bunyi b. Penerapan Bunyi dalam Kehidupan
Pertemuan -15	LISTRIK DAN MAGNET a. Listrik Statis dan Dinamis b. Jenis dan Kegunaan Magnet
Pertemuan -16	<b>UAS</b>

## DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>iii</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>v</b>
<b>BAB I Hakikat Ilmu Pengetahuan Alam .....</b>	<b>1</b>
1.1 Alam Pikiran Manusia dan Perkembangannya .....	1
1.2 Penalaran dan Cara Memperoleh Ilmu Pengetahuan .....	8
1.3 Metode Ilmiah .....	10
1.4 Pengertian Ilmu Pengetahuan Alam (Sains) .....	15
<b>BAB II Perkembangan dan Pengembangan IPA .....</b>	<b>18</b>
2.1 Sejarah Perkembangan IPA .....	18
2.2 Ruang Lingkup IPA dan Pengembangannya .....	26
2.3 Pemfokusan dan Pembentukan Disiplin Ilmu .....	29
<b>BAB III Besaran dan Pengukurannya .....</b>	<b>31</b>
3.1 Besaran dan Satuan .....	31
3.2 Sistem Satuan dan Notasi Ilmiah hasil Pengukuran .....	34
3.3 Pengukuran dalam Bidang IPA .....	35
3.4 Alat Ukur dalam Pengukuran Standar .....	41
3.5 Lembar Kerja Mahasiswa .....	51
<b>BAB IV Kinematika dan Dinamika .....</b>	<b>52</b>
4.1 Kinematika Gerak .....	52
4.2 Dinamika Gerak .....	61
<b>BAB V Bumi dan Tatasurya .....</b>	<b>77</b>
5.1 Proses Terbentuknya Bumi .....	77
5.2 Karakteristik Planet Bumi .....	87
5.3 Sistem Tata Surya .....	99

<b>BAB VI Keanekaragaman Mahkluk Hidup &amp;Persebarannya ..</b>	<b>108</b>
6.1 Keanekaragaman Mahkluk .....	108
6.2 Tingkat Keanekaragaman Mahkluk Hidup .....	109
6.3 Persebaran Mahkluk Hidup .....	116
<b>BAB VII Sifat Termal Zat .....</b>	<b>120</b>
7.1 Pengertian Sifat Termal Zat .....	120
7.2 Perubahan Wujud .....	128
<b>BAB VIII Gelombang dan Bunyi .....</b>	<b>134</b>
8.1 Pengertian Gelombang .....	134
8.2 Macam – Macam Gelombang .....	135
8.3 Pengertian Bunyi .....	140
<b>BAB IX Listrik dan Magnet .....</b>	<b>146</b>
9.1 Sejarah Perkembangan Listrik .....	146
9.2 Muatan Listrik .....	150
9.3 Arus Listrik .....	152
9.4 Medan Listrik .....	154
9.5 Potensial Listrik .....	157
9.6 Elektro Magnet .....	159
9.7 Rangkaian Listrik .....	161
9.8 Tegangan .....	163
9.9 Pembangkit dan Transmisi .....	164
9.10 Sejarah Perkebangan Magnet .....	168
9.11 Penggunaan Magnet .....	170

## Dafar Pustaka

# BABA I

## HAKIKAT ILMU PENGETAHUAN ALAM

### 1.1 Alam Pikiran Manusia dan Perkembangannya

#### 1.1.1 Hakekat Manusia

Manusia sebagai makhluk yang diciptakan dengan berbagai kelebihan dan kesempurnaan dibandingkan dengan makhluk hidup lain. Manusia dengan kemampuan berpikir dan bernalar, dengan akal serta nuraninya memungkinkan untuk selalu berbuat yang lebih baik dan bijaksana untuk dirinya sendiri maupun untuk kelestarian lingkungannya. Akal manusia bersumber pada otak sedangkan budi bersumber pada jiwa. Akal dan budi yang dimiliki oleh manusia, menjadikan manusia mampu berfikir dan berkembang dari waktu ke waktu.

	<p>Tahukah Anda, bahwa 80 persen isi dari tulang tengkorak Anda adalah otak? Bila digabungkan saja, berat keseluruhan cairan dan darah yang terdapat pada otak Anda kira-kira sebanyak 1,7 liter. Otak adalah salah satu organ terpenting pada tubuh, karena merupakan pengatur dan koordinator segala aktivitas dalam tubuh. Organ ini juga memiliki kemampuan untuk berubah dan beradaptasi dengan kebutuhan, atau yang lebih dikenal dengan salah satu sifat otak, plastisitas.</p> <p>Sumber: <a href="http://shorturl.at/bopV9j">shorturl.at/bopV9j</a></p>
<p>Gambar 1. Ilustrasi Otak Manusia Sumber: <a href="http://shorturl.at/quHq3">shorturl.at/quHq3</a></p>	

Mahklukhidup yang menempati bumi tidak hanya manusi saja tetapi ada hewan, dan juga tumbuhan. Manusia sebagai makhluk yang berakal dan berbudi memiliki kelebihan dibandingkan dengan makhluk lain. Beberapa kelebihan manusia dari pada makhluk lainnya antara lain:

- Manusia sebagai makhluk berpikir dan bijaksana (*Homo sapiens*) yang dicerminkan dalam tindakan dan perilakunya terhadap lingkungannya.

- b. Manusia sebagai pembuat alat (*Homo Faber*) karena sadar akan keterbatasan inderanya.
- c. Manusia dapat berbicara (*Homo Langues*) baik secara lisan maupun tulisan.
- d. Manusia dapat hidup bermasyarakat (*Homo sosius*) dan berbudaya (*Homo Humanis*).
- e. Manusia dapat mengadakan usaha (*Homo Economicus*).
- f. Manusia mempunyai kepercayaan dan beragama (*Homo religious*).

Kelebihan manusia tersebut tidak dimiliki oleh tumbuhan ataupun hewan. Yang menjadikan manusia memiliki kelebihan tersebut adalah budi pekerti yang tidak dimiliki hewan atau pikiran. Walaupun hewan memiliki otak, tetapi karena tidak memiliki budi pekerti hewan tidak mampu berkembang. Otak hewan hanya digunakan untuk memenuhi nafsunya saja seperti mencari makan dan bereproduksi. Sedangkan manusia dengan otak dan didukung oleh budi pekerti menjadikan otaknya untuk berfikir dan terus berkembang.

### 1.1.2 Sifat Keingintahuan Manusia

Binatang merupakan makhluk yang menempati urutan kedua dalam hal tingkah laku diatas tumbuhan dan dibawah manusia karena sudah memiliki otak dan juga insting. Insting hewan digunakan untuk kelangsungan hidupnya, memperoleh makanan, serta hal-hal lainnya. Aktivitas tersebut tidak berubah dari waktu ke waktu dan dinyatakan sebagai rasa keingintahuan yang tidak berkembang atau biasa disebut *idle curiosity*. Berbeda dengan manusia yang merupakan makhluk dengan

posisi teratas dalam urutan berdasarkan tingkah laku, dengan otak dan insting serta budi pekerti yang dimilikinya dapat memaksimalkan fungsi otaknya untuk melakukan penalaran, pemikiran logis, dan analisis. Oleh karena itu, manusia memiliki rasa ingin tahu yang selalu berkembang yang biasa disebut dengan *curiosity*.

Secara sederhana perkembangan rasa ingin tahu ini dimulai dengan pertanyaan what (“apa”) tentang sesuatu kemudian dilanjutkan dengan how (“bagaimana”) kemudian why (“mengapa”). Pengetahuan yang diperoleh dari alam semesta ini selanjutnya merupakan dasar dari perkembangan ilmu pengetahuan alam. Semua pengetahuan dapat diturunkan dari satu generasi ke generasi selanjutnya. Ilmu ini terus berkembang sejalan dengan sifat manusia yang selalu ingin tahu, terutama tentang benda yang ada disekelilingnya, alam jagad raya, bahkan dirinya sendiri. Hal tersebut mendorong manusia untuk memahami serta menjelaskan gejala-gejala yang terjadi dan dorongan rasa ingin tahu manusia tersebut membuat mereka mencari jalan keluar dari setiap apa yang terjadi. Pengetahuan tentang satu masalah mendatangkan pertanyaan (masalah) lain yang ingin dijawab.

Manusia dengan rasa keingintahuannya yang besar selalu berusaha mencari jawaban atas fenomena yang terjadi. Seringkali mereka menerka-nerka sendiri jawabannya. Terkadang jawaban itu tidak logis namun mudah diterima oleh masyarakat awam. Misalnya “Mengapa ada pelangi?” kemudian mereka membuat jawaban, pelangi adalah selendang bidadari atau “Mengapa gunung meletus?” jawabannya karena yang berkuasa

marah. Dari hal ini timbulnya pengetahuan tentang bidadari dan sesuatu yang berkuasa. Pengetahuan baru itu muncul dari kombinasi antara pengalaman dan kepercayaan yang disebut mitos. Cerita - cerita mitos disebut legenda. Suatu mitos dapat diterima karena adanya keterbatasan penginderaan, penalaran, dan hasrat rasa ingin tahu yang harus dipenuhi. Sehubungan dengan dengan kemajuan zaman, maka lahirlah ilmu pengetahuan dan metode (Maskoeri Jasin, 2008: 3)

### 1.1.3 Perkembangan Fisik Manusia

Manusia sebagai makhluk hidup berarti juga dapat tumbuh dan berkembang. Pertumbuhan dan perkembangan manusia memiliki ciri ciri seperti yang diungkapkan oleh Maskoeri Jasin (2008) diantaranya:

- a. Memiliki organ tubuh yang kompleks dan sangat khusus terutama otaknya.
- b. Mengadakan metabolisme atau penyusunan dan pembongkaran zat, yakni ada zat yang masuk dan keluar.
- c. Memberikan tanggapan terhadap rangsangan dari dalam dan luar.
- d. Memiliki potensi untuk berkembang.
- e. Tumbuh dan berkembang.
- f. Berinteraksi dengan lingkungannya.
- g. Bergerak

Tubuh manusia berubah mulai sejak berupa sel sederhana yang selanjutnya secara bertahap menjadi manusia yang sempurna. Sel sederhana berasal dari sel kromosom sperma yang identik dengan kromosom sel telur, pada prosesnya akan terjadi kromosom yang tidak

homolog yang akan menjadi laki-laki. Lima minggu setelah terjadi konsepsi, bakal jantung mulai berdenyut yang selanjutnya akan membagi menjadi serambi kiri dan kanan pada minggu ke-9. Sedangkan pada minggu ke-13, janin sudah mulai berbentuk yang ditandai dengan berfungsinya berbagai organ, yang selanjutnya pada usia 18 minggu mulai terasa gerakan dari janin.

#### 1.1.4 Mitos, Penalaran dan Cara Memperoleh Pengetahuan

Pada zaman prasejarah, kemampuan manusia masih sangat terbatas dalam segala hal. Manusia prasejarah memiliki keterbatasan dalam hal alat maupun dalam hal pengetahuan. Keterbatasan alat menyebabkan manusia mengalami kesulitan dalam mengamati gejala-gejala alam sehingga menghasilkan suatu kesimpulan yang kurang tepat. Dengan kesimpulan yang kurang tepat memberikan dampak tidak berkembangnya pengetahuan mereka. Dengan begitu rasa tidak puas dari keingintahuan manusia tidak dapat terpenuhi dari hasil kesimpulan tersebut.

Pengetahuan yang tidak dapat memuaskan rasa ingin tahu manusia mengakibatkan manusia terus mencari alasan untuk dapat memuaskan rasa ingin tahu tersebut, untuk itulah mereka kemudian menciptakan pengetahuan yang belum tahu kebenarannya yang disebut sebagai *mitos*.

##### a. Mitos

Mitos secara definisi diartikan sebagai suatu cerita rakyat yang berceritakan tentang suatu kisah masa lalu yang didalamnya memuat suatu penafsiran tentang fenomena - fenomena alam semesta dan yang

didalamnya terdapat “mahkluk” dan dipercaya benar terjadi oleh para penganutnya. Dalam kamus besar bahasa indonesia mitos didefinisikan sebagai suatu cerita mengenai asal-usul semesta alam, manusia, dan bangsa itu sendiri.

Menurut Audifax (2005) mitos memuat nilai moral budaya, mengandung kekuatan yang mengontrol kehidupan manusia, dan juga memuat nilai religi dalambentuk dan fungsinya. Penjelasan tersebut mengartikan bahwa suatu mitos dapat dijadikan suatu pijakan dalam memuaskan keingin tahuan manusia pada masanya. Walaupun mitos sudah terbentuk lama, sampai saat ini masih ada yang dipercayai oleh masyarakat karena merupakan kepercayaan turun temurun yang dikaitkan dengan adanya kekuatan gaib.

Terdapat 3 bentuk mitos secara umum, diantaranya mitos sebenarnya, cerita rakyat, dan legenda.

#### 1) Mitos sebenarnya

Mitos sebenarnya adalah mitos yang dibuat untuk menjelaskan gejala alam yang dikaitkan dengan manusia berkekuatan super atau dewa/dewi. Contoh dari mitos sebenarnya seperti fenomena terjadinya pelangi yang dikaitkan dengan bidadari. Zaman dahulu, manusia belum mengetahui apa itu pelangi? Sehingga untuk menjawab dan memuaskan keingintahuan mereka menciptakan sebuah cerita bahwa pelangi terjadi karena adanya bidadari yang sedang turun kebumi untuk mandai atau bermain mencari kesenangan.



Gambar Ilustrasi Pelangi.

Sumber <https://bit.ly/2mfBPmq>

**Pelangi** atau bianglala adalah gejala optik dan meteorologi berupa cahaya beraneka warna saling sejajar yang tampak di langit atau medium lainnya. Di langit, **pelangi** tampak sebagai busur cahaya dengan ujungnya mengarah pada horizon pada suatu saat hujan ringan

## 2) Cerita rakyat

Mitos berupa cerita rakyat merukan mitos yang diciptakan atau dibuat untuk menjelaskan tentang suatu kisah atau peristiwa penting yang menyangkut kehidupan masyarakat. Contoh dari cerita rakyat adalah kisah tentang bawang merah dan bawang putih, kisah timun emas, kisah lutung kasarung dan lain sebagainya. Cerita ini selalu diturun temurunkan dari generasi kegenerasi melalui mulut kemulut, oleh karena itu sangat sulit untuk dibuktikan akan kebenarannya.

## 3) Legenda

Jenis Mitos berupa legenda merupakan suatu cerita yang diciptakan oleh manusia untuk menjelaskan suatu kejadian alam tertentu. Contoh seperti gunung tangkuban perahu, dahulu orang belum memeiliki pengetahuan yang cukup untuk menjelaskan asal mula gunung tersebut, sehingga diciptakanlah cerita tentang sangkuryang dan dayang sumbi



Tangkuban parahu merupakan gunung yang terletak di provinsi Jawa Barat, sekitar 20 km ke utara dari Kota Bandung. Gunung Tangkuban Parahu memiliki ketinggian 2084 m.

Gambar Ilustrasi Kisah Sangkuryang,  
Sumber <https://bit.ly/2n8ywO5>

## 1.2 Penalaran dan Cara Memperoleh Ilmu Pengetahuan

### 1.2.1 Penalaran

Manusia dengan kemampuan berfikir dan ditunjang dengan budi pekerti dan rasa ingin tau yang tinggi akan terus berkembang dari waktu ke waktu. Hasrat rasa ingin tau manusia yang tinggi akan menimbulkan berbagai macam pertanyaan. Sebagai akibat dari pertanyaan tersebut, manusia juga akan mencari jawaban atas pertanyaan – pertanyaan tersebut. Hasrat rasa ingin tau tersebut akan terpenuhi jika sudah mendapat pengetahuan baru yang dapat menjawab pertanyaan - pertanyaan tersebut.

Kemampuan otak manusia terus berkembang dengan adanya pengetahuan baru yang diperoleh dari proses berfikir. Kegiatan yang dilakukan manusia untuk memperoleh pengetahuan yang benar disebut sebagai berfikir, sedangkan proses berfikir dalam menarik kesimpulan disebut dengan penalaran. Pengetahuan yang diperoleh tidak berdasarkan penalaran digolongkan sebagai pengetahuan non ilmiah, sedangkan pengetahuan yang diperoleh berdasarkan penalaran disebut sebagai pengetahuan ilmiah.

Pengetahuan non ilmiah yang tidak daiperoleh melalui penalaran dapat diperoleh melalui 3 hal yaitu berdasarkan prasangka dan berdasarkan intuisi serta berdasarkan coba-coba (*trial and error*). Prasangka didasarkan pada perasaan sedangkan intuisi didasarkan pada cara berfikir yang tidak analitis dan tidak berdasarkan pola pikir tertentu.

### 1.2.2 Cara Memperoleh Pengetahuan

Secara general penalaran dapat diperoleh melalui runtutan yang berawal dari rasa ingin tahu manusia yang sangat tinggi terhadap sesuatu hal, kemudian dengan akal pikiran dan budi pekerti yang dimiliki manusia tersebut, terus mencari jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang ada. Selama mencari jawaban atas pertanyaan, manusia tidak selalu mendapatkan jawaban yang memuaskan hasrat rasa ingin taunya. Untuk memperoleh pengetahuan yang dapat diterima dan dipercaya kebenarannya, maka manusia membuat suatu pola yang jika diikuti dengan runtutan tertentu akan menghasilkan kesimpulan yang dapat diterima kebenarannya.

Pola yang mengandung langkah langkah tertentu tersebut yang kemudian disebut sebagai metode ilmiah. Metode ilmiah inilah yang menjadi pijakan para ilmuan hingga saat sekarang ini untuk memperoleh pengetahuan yang berdasarkan penalaran yang kemudian pengetahuan tersebut sebagai pengetahuan ilmiah.

### 1.3 Metode Ilmiah

Metode ilmiah terdiri dari dua kata yaitu metode dan ilmiah, pengertian metode berdasarkan kamus besar bahasa Indonesia adalah cara kerja yang mempunyai sistem dalam memudahkan pelaksanaan dari suatu kegiatan untuk mencapai sebuah tujuan tertentu. Metode ilmiah berarti suatu cara yang memiliki langkah-langkah tertentu dalam pelaksanaannya. Tujuan dalam metode ilmiah adalah untuk memperoleh suatu kesimpulan yang ilmiah atau dapat dijadikan sebagai pengetahuan ilmiah.

Metode ilmiah berangkat dari suatu permasalahan yang perlu dicari jawaban atau pemecahannya. Proses berpikir ilmiah dalam metode ilmiah tidak berangkat dari sebuah asumsi, atau simpulan, bukan pula berdasarkan data atau fakta khusus. Proses berpikir untuk memecahkan masalah lebih berdasar kepada masalah nyata. Untuk memulai suatu metode ilmiah, maka dengan demikian pertama-tama harus dirumuskan masalah apa yang sedang dihadapi dan sedang dicari pemecahannya. Rumusan permasalahan ini akan menuntun proses selanjutnya.

Dalam metode ilmiah, proses berpikir dilakukan secara sistematis dengan bertahap, tidak zig-zag. Proses berpikir yang sistematis ini dimulai dengan kesadaran akan adanya masalah hingga terbentuk sebuah kesimpulan. Dalam metode ilmiah, proses berpikir dilakukan sesuai langkah-langkah metode ilmiah secara sistematis dan berurutan.

Setiap metode ilmiah selalu disandarkan pada data empiris. maksudnya adalah, bahwa masalah yang hendak ditemukan pemecahannya atau jawabannya itu harus tersedia datanya, yang diperoleh dari hasil pengukuran

secara objektif. Ada atau tidak tersedia data empiris merupakan salah satu kriteria penting dalam metode ilmiah. Apabila sebuah masalah dirumuskan lalu dikaji tanpa data empiris, maka itu bukanlah sebuah bentuk metode ilmiah.

Di saat melaksanakan metode ilmiah, proses berpikir dilaksanakan secara terkontrol. Maksudnya terkontrol disini adalah, dalam berpikir secara ilmiah itu dilakukan secara sadar dan terjaga, jadi apabila ada orang lain yang juga ingin membuktikan kebenarannya dapat dilakukan seperti apa adanya. Seseorang yang berpikir ilmiah tidak melakukannya dalam keadaan berkhayal atau bermimpi, akan tetapi dilakukan secara sadar dan terkontrol.

Karena metode ilmiah dilakukan secara sistematis dan berencana, maka terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan secara urut dalam pelaksanaannya. Setiap langkah atau tahapan dilaksanakan secara terkontrol dan terjaga. Adapun langkah-langkah metode ilmiah adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan masalah.
2. Merumuskan hipotesis.
3. Mengumpulkan data.
4. Menguji hipotesis.
5. Merumuskan kesimpulan.

### **1.3.1 Merumuskan Masalah**

Berpikir ilmiah melalui metode ilmiah didahului dengan kesadaran akan adanya masalah. Permasalahan ini kemudian harus dirumuskan dalam bentuk kalimat tanya. Dengan penggunaan kalimat tanya diharapkan akan memudahkan orang yang melakukan metode ilmiah

untuk mengumpulkan data yang dibutuhkannya, menganalisis data tersebut, kemudian menyimpulkannya. Permusan masalah adalah sebuah keharusan. Bagaimana mungkin memecahkan sebuah permasalahan dengan mencari jawabannya bila masalahnya sendiri belum dirumuskan?

### **1.3.2 Merumuskan Hipotesis**

Hipotesis adalah jawaban sementara dari rumusan masalah yang masih memerlukan pembuktian berdasarkan data yang telah dianalisis. Dalam metode ilmiah dan proses berpikir ilmiah, perumusan hipotesis sangat penting. Rumusan hipotesis yang jelas dapat membantu mengarahkan pada proses selanjutnya dalam metode ilmiah. Seringkali pada saat melakukan penelitian, seorang peneliti merasa semua data sangat penting. Oleh karena itu melalui rumusan hipotesis yang baik akan memudahkan peneliti untuk mengumpulkan data yang benar-benar dibutuhkannya. Hal ini dikarenakan berpikir ilmiah dilakukan hanya untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan.

### **1.3.3 Mengumpulkan Data**

Pengumpulan data merupakan tahapan yang agak berbeda dari tahapan-tahapan sebelumnya dalam metode ilmiah. Pengumpulan data dilakukan di lapangan. Seorang peneliti yang sedang menerapkan metode ilmiah perlu mengumpulkan data berdasarkan hipotesis yang telah

dirumuskannya. Pengumpulan data memiliki peran penting dalam metode ilmiah, sebab berkaitan dengan pengujian hipotesis. Diterima atau ditolaknya sebuah hipotesis akan bergantung pada data yang dikumpulkan.

#### **1.3.4 Menguji Hipotesis**

Sudah disebutkan sebelumnya bahwa hipotesis adalah jawaban sementara dari suatu permasalahan yang telah diajukan. Berpikir ilmiah pada hakekatnya merupakan sebuah proses pengujian hipotesis. Dalam kegiatan atau langkah menguji hipotesis, peneliti tidak membenarkan atau menyalahkan hipotesis, namun menerima atau menolak hipotesis tersebut. Karena itu, sebelum pengujian hipotesis dilakukan, peneliti harus terlebih dahulu menetapkan taraf signifikansinya. Semakin tinggi taraf signifikansi yang ditetapkan maka akan semakin tinggi pula derajat kepercayaan terhadap hasil suatu penelitian. Hal ini dimaklumi karena taraf signifikansi berhubungan dengan ambang batas kesalahan suatu pengujian hipotesis itu sendiri.

#### **1.3.5 Merumuskan Kesimpulan**

Langkah paling akhir dalam berpikir ilmiah pada sebuah metode ilmiah adalah kegiatan perumusan kesimpulan. Rumusan simpulan harus bersesuaian dengan masalah yang telah diajukan sebelumnya. Kesimpulan atau simpulan ditulis dalam bentuk kalimat deklaratif secara singkat tetapi

jelas. Harus dihindarkan untuk menulis data-data yang tidak relevan dengan masalah yang diajukan, walaupun dianggap cukup penting. Ini perlu ditekankan karena banyak peneliti terkecoh dengan temuan yang dianggapnya penting, walaupun pada hakikatnya tidak relevan dengan rumusan masalah yang diajukannya.

Ke 5 langkah - langkah tersebut harus dilakukan dilakukan oleh seseorang dalam rangka memperoleh pengetahuan dari rasa ingin taunya. Jika langkah langkah tersebut tidak dilakukan maka kesimpulan yang diperolehnya tidak lagi menjadi pengetahuan ilmiah, melainkan pengetahuan non ilmiah karena kesimpulan yang dilakukan hanya berdasarkan intuisi atau prasangka bukan berdasarkan suatu penalaran.

Hipotesis yang telah teruji kebenarannya akan menjadi suatu pengetahuan baru yang ilmiah, artinya jika pengetahuan tersebut diulangi oleh orang lain dengan langkah langkah yang sama akan menghasilkan kesimpulan yang sama. Dalam metode ilmiah, pengetahuan baru dapat berupa teori ataupun pengetahuan ilmiah lain. Teori dari hasil metode ilmiah harus memiliki 2 syarat yaitu berlaku secara global dan bukan lokal, harus sesuai dengan fakta. Teori yang diperoleh dapat berlaku terus selama belum ada fakta baru yang mematahkan teori tersebut.

#### 1.4 Pengertian Ilmu Pengetahuan Alam (Sais)

Ilmu pengetahuan alam atau sering disingkat sebagai IPA memiliki arti yang berbeda - beda menurut beberapa sudut pandang. Menurut orang awam, IPA diartikan sebagai kumpulan berbagai informasi ilmiah. Sedangkan menurut para ilmuwan, IPA diartikan sebagai metode untuk menguji suatu hipotesis. IPA menurut para filosof diartikan sebagai cara bertanya tentang kebenaran dari apa yang diketahui.

Pengertian atau definisi dari Ilmu pengetahuan alam menurut Sрни M. Iskandar (1997) menyatakan IPA merupakan singkatan dari kata “Ilmu Pengetahuan Alam” yang diterjemahkan dari bahasa Inggris “*Natural Science*”, secara singkat disebut *Science*. Jadi sains secara harfiah dapat disebut sebagai ilmu pengetahuan alam atau yang mempelajari peristiwa-peristiwa yang terjadi di alam”. Definisi ini memiliki arti bahwa IPA merupakan ilmu yang mempelajari tentang gejala-gejala alam. Pendapat lain menjelaskan bahwa definisi dari IPA adalah suatu pengetahuan yang diperoleh dari suatu pengamatan dan diskusi. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh H. W Fowler (dalam Trianto, 2010) bahwa IPA adalah pengetahuan yang sistematis dan dirumuskan, yang berhubungan dengan gejala - gejala kebendaan didasarkan terutama atas pengamatan dan deduksi.

Ruang Lingkup bahan kajian IPA untuk SD/MI menurut Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan SD meliputi aspek-aspek berikut :

- a. Makhluk hidup dan proses kehidupan, yaitu manusia, hewan, tumbuhan dan interaksinya dengan lingkungan, serta kesehatan

- b. Benda/materi, sifat-sifat dan kegunaannya meliputi: cair, padat dan gas
- c. Energi dan perubahannya meliputi: gaya, bunyi, panas, magnet, listrik, cahaya dan pesawat sederhana
- d. Bumi dan alam semesta meliputi: tanah, bumi, tata surya, dan benda-benda langit lainnya.

IPA merupakan salah satu cabang ilmu yang fokus pengkajiannya adalah alam dan proses-proses yang ada di dalamnya. (Sitiatava, 2013 : 51-52)

Hakikat IPA adalah :

- a. IPA adalah pengetahuan yang mempelajari, menjelaskan, serta menginvestigasi fenomena alam dengan segala aspeknya yang bersifat empiris.
- b. IPA sebagai proses atau metode dan produk. Dengan menggunakan metode ilmiah yang sarat keterampilan proses, mengamati, mengajukan masalah, mengajukan hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis, serta mengevaluasi data dan menarik kesimpulan terhadap fenomena alam, maka akan diperoleh produk IPA, misalnya fakta, konsep, prinsip dan generalisasi yang kebenarannya bersifat tentatif.
- c. IPA bisa dianggap sebagai aplikasi. Dengan penguasaan pengetahuan dan produk, IPA dapat dipergunakan untuk menjelaskan, mengolah dan memanfaatkan, memprediksi fenomena alam, serta mengembangkan disiplin ilmu lainnya dan teknologi.

## BAB II

### PERKEMBANGAN DAN PENGEMBANGAN IPA

#### 2.1 Sejarah Perkembangan IPA

Ilmu pengetahuan alam sudah berkembang sejak zaman kuno. Ilmu pengetahuan alam yang merupakan kumpulan berbagai pengetahuan yang tersusun secara sistematis yang didasarkan penyelidikan dan pengamatan terhadap peristiwa-peristiwa atau gejala alam melalui metode dan sikap ilmiah. Ilmu pengetahuan alam ini terus berkembang dari waktu ke waktu, bertambah luas sehingga membentuk cabang-cabang baru diantaranya biologi, fisika, kimia serta ilmu bumi dan antariksa. Dalam perkembangan untuk mempelajari alam semesta, diperlukan bantuan dari dua atau tiga cabang ilmu yang telah ada untuk lebih mempermudah mempelajarinya sehingga muncul cabang ilmu lain seperti biokimia (yang merupakan gabungan dari biologi dan kimia) atau biofisika.

Cabang-cabang dari ilmu pengetahuan alam seiring berjalannya waktu juga terus berkembang, para ilmuwan dengan menggunakan metode dan sikap ilmiah terus melakukan penelitian untuk memuaskan hasrat keingintahuannya tentang alam semesta ini. Sejarah ilmu pengetahuan alam dimulai zaman kuno, zaman Yunani kuno, zaman pertengahan, hingga sampai pada zaman modern seperti saat ini. Berikut uraian perkembangan ilmu pengetahuan alam dimulai dari zaman kuno.

### 2.1.1 Zaman Kuno

Peradaban pada zaman kuno, manusia hanya dapat mengamati dan membedakan dari hasil percobaan yang sifatnya spekulatif atau berdasarkan mencoba dan gagal. Semua pengetahuan yang diperoleh hanya diterima saja dan belum ada yang mencoba mencari sebab akibatnya. Kemudian seiring berjalannya waktu hingga manusia mulai memiliki kemampuan membaca, menulis dan berhitung pengetahuan yang sudah diperoleh dicatat dan berlangsung terus menerus.



Bukti tulisan paling kuno yang pernah ditemukan diprediksi telah ada sekitar tahun 2600 SM. Artefak tersebut bernama *cuneiform* (aksara paku) dan ditemukan di sumeria yang kini berada di selatan irak.

Gambar Artefak Cuneiform

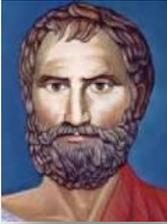
Sumber: [shorturl.at/jjQ16](http://shorturl.at/jjQ16)

### 2.1.2 Zaman Yunani Kuno

Zaman yunani kuno dalam peradaban sejarah dimulai dari periode yunani arkais abad ke-8 sampai abad ke-6 sebelum masehi. Yunani berada di negara Eropa yang berbatasan dengan Asia Barat, ilmu pengetahuan di yunani disempurnakan melalui penyelidikan (*inquiring*). Pada zaman ini manusia menerima ilmu pengetahuan bukan hanya apa adanya, tetapi secara spekulatif juga berusaha untuk mencari jawaban asal usul dan sebab akibat munculnya segala sesuatu. Tokoh yang terkenal pada zaman yunani yang berperan dalam perkembangan ilmu pengetahuan diantaranya

Thales, Pythagoras, Socrates, Leocipus dan Demokretos, Aristoteles, serta Archimedes, pengetahuan mereka terus berkembang dan beberapa masih digunakan hingga saat sekarang.

### 1. Thales (624 – 548 SM)



Gambar Lukisan Thales  
Sumber: [shorturl.at/rtEO9](https://shorturl.at/rtEO9)

**Thales** merupakan ahli filsafat dan matematika dari miletos, gagasan yang paling mendasar adalah bahwa yang menjadi dasar dari alam dan segala kehidupan ialah air. Thales dianggap orang pertama yang mengemukakan tentang dasar dari alam semesta beserta isinya.

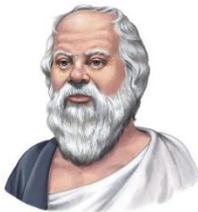
### 2. Pythagoras (580 – 500 SM)



Gambar Lukisan Pythagoras  
Sumber: [shorturl.at/mtYIS](https://shorturl.at/mtYIS)

**Pythagoras** merupakan ahli filsafat dan matematika dari Samos, setidaknya ada penemuan penting yang masih digunakan sampai saat ini, diantaranya yaitu teorema Pythagoras, lima bangun ruang, teori kesebandingan, teori bumi bulat, dan gagasan bahwa bintang timur dan barat adalah planet yang sama, yaitu Venus

### 3. Socrates (470 – 399 SM)



Gambar lukisan Socrates,  
Sumber: [shorturl.at/rIOQ4](https://shorturl.at/rIOQ4)

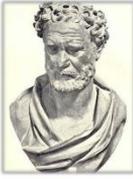
**Socrates** merupakan ahli filsafat yuni kuno, gagasan penting yang pernah dikemukakan adalah tentang metode socrates dan juga ironi (yang sekarang dipelajari dalam pelajaran bahasa indonesia tentang majas). Socrates terkenal sebagai orang yang sederhana, tidak memakai alaskaki dan suka berkeliling mendatangi masyarakat Athena untuk berdiskusi tentang filsafat

#### 4. Leucippus dan Demokretos (460 - 370SM)

Leucippus



Democritus

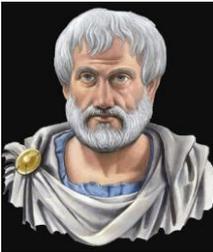


**Demokritos** adalah seorang filsuf yang termasuk di dalam Mazhab Atomisme, ia adalah murid dari leucippus. Demokritos mengembangkan pemikiran tentang atom sehingga justru pemikiran Demokritos yang lebih dikenal di dalam sejarah filsafat

Gambar Lukisan Leucippus

Dan Democritus; Sumber: [shorturl.at/dgnNX](http://shorturl.at/dgnNX)

#### 5. Aristoteles (384- 322 SM)

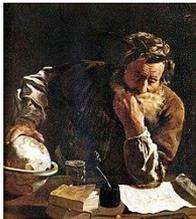


Aristoteles adalah seorang filsuf Yunani, murid dari Plato dan guru dari Alexander Agung. Aristoteles menulis dalam berbagai bidang disiplin ilmu diantaranya fisika, metafisika, puisi, logika, retorika, politik, pemerintahan, etnis, biologi dan zoologi. Aristoteles dianggap menjadi seorang di antara tiga orang filsuf yang paling berpengaruh dipemikiran Barat.

Gambar Lukisan Aristoteles

Sumber: [shorturl.at/dCZ18](http://shorturl.at/dCZ18)

#### 6. Archimedes (287- 212 SM)



Archimedes dari Syracuse adalah ahli matematika dan penemu dari Yunani yang terkenal. Ia belajar di kota Alexandria, Mesir. Pada waktu itu yang menjadi raja di Sirakusa adalah Hieron II, sahabat Archimedes. Archimedes sendiri adalah seorang matematikawan, astronom, filsuf, fisikawan, dan insinyur berbangsa Yunani

Gambar Lukisan Archimedes

Sumber: [shorturl.at/bGHII4](http://shorturl.at/bGHII4)

### 2.1.3 Zaman Pertengahan

Abad Pertengahan dalam sejarah Eropa berlangsung dari abad ke-5 sampai abad ke-15 Masehi. Abad Pertengahan bermula sejak runtuhnya Kekaisaran Romawi Barat dan masih berlanjut manakala Eropa mulai memasuki Abad Pembaharuan dan Abad Penjelajahan. Sejarah Dunia Barat secara tradisional dibagi menjadi tiga kurun waktu, yakni Abad Kuno, Abad Pertengahan, dan Zaman Modern. Dengan kata lain, Abad Pertengahan adalah kurun waktu peralihan dari Abad Kuno ke Zaman Modern. Abad Pertengahan masih terbagi lagi menjadi tiga kurun waktu, yakni Awal Abad Pertengahan, Puncak Abad Pertengahan, dan Akhir Abad Pertengahan.

Penurunan jumlah penduduk, kontraurbanisasi, invasi, dan perpindahan suku-suku bangsa, yang berlangsung sejak Akhir Abad Kuno, masih berlanjut pada Awal Abad Pertengahan. Perpindahan-perpindahan penduduk berskala besar pada Zaman Migrasi juga mencakup perpindahan suku-suku bangsa Jermanik yang mendirikan kerajaan-kerajaan baru di bekas wilayah Kekaisaran Romawi Barat. Pada abad ke-7, Afrika Utara dan Timur Tengah—bekas wilayah Kekaisaran Bizantin—dikuasai oleh Khilafah Bani Umayyah, sebuah kekaisaran Islam, setelah ditaklukkan oleh para pengganti Muhammad. Meskipun pada Awal Abad Pertengahan telah terjadi perubahan-perubahan mendasar pada tatanan kemasyarakatan dan politik, pengaruh Abad Kuno belum benar-benar hilang. Kekaisaran Bizantin yang masih cukup besar tetap sintas di kawasan timur Eropa. Kitab undang-undang Kekaisaran Bizantin,

Corpus Iuris Civilis atau "Kitab Undang-Undang Yustinianus", ditemukan kembali di Italia Utara pada 1070, dan di kemudian hari mengundangi decak kagum dari berbagai kalangan sepanjang Abad Pertengahan. Sebagian besar dari kerajaan-kerajaan yang berdiri di kawasan barat Eropa melembagakan segelintir pranata Romawi yang tersisa. Biara-biara didirikan seiring gencarnya usaha mengkristenkan kaum penganut kepercayaan leluhur di Eropa. Orang Franka di bawah pimpinan raja-raja wangsa Karoling, mendirikan Kekaisaran Karoling pada penghujung abad ke-8 dan permulaan abad ke-9. Meskipun berjaya menguasai sebagian besar daratan Eropa Barat, Kekaisaran Karoling pada akhirnya terpuruk akibat perang-perang saudara di dalam negeri dan invasi-invasi dari luar negeri, yakni serangan orang Viking dari arah utara, serangan orang Magyar dari arah timur, dan serangan orang Saracen dari arah selatan.

Pada Puncak Abad Pertengahan, yang bermula sesudah tahun 1000 Masehi, populasi Eropa meningkat pesat berkat munculnya inovasi-inovasi di bidang teknologi dan pertanian yang memungkinkan berkembangnya perniagaan. Lonjakan populasi Eropa juga disebabkan oleh perubahan iklim selama periode Suhu Hangat Abad Pertengahan yang memungkinkan peningkatan hasil panen. Ada dua tatanan kemasyarakatan yang diterapkan pada Puncak Abad Pertengahan, yakni Manorialisme dan Feodalisme. Manorialisme adalah penertiban rakyat jelata menjadi pemukim di desa-desa, dengan kewajiban membayar sewalahan dan bekerja bakti bagi kaum ningrat; sementara feodalisme adalah struktur politik yang mewajibkan para kesatria dan kaum ningrat kelas

bawah untuk maju berperang membela junjungan mereka sebagai ganti anugerah hak sewa atas lahan dan tanah pertuanan (bahasa Inggris: manor). Perang Salib, yang mula-mula diserukan pada 1095, adalah upaya militer umat Kristen Eropa Barat untuk merebut kembali kekuasaan atas Tanah Suci dari umat Islam. Raja-raja menjadi kepala dari negara-negara bangsa yang tersentralisasi. Sistem kepemimpinan semacam ini mengurangi angka kejahatan dan kekerasan, namun membuat cita-cita untuk menciptakan suatu Dunia Kristen yang bersatu semakin sukar diwujudkan. Kehidupan intelektual ditandai oleh skolastisisme, filsafat yang mengutamakan keselarasan antara iman dan akal budi, dan ditandai pula oleh pendirian universitas-universitas. Teologi Thomas Aquinas, lukisan-lukisan Giotto, puisi-puisi Dante dan Chaucer, perjalanan-perjalanan Marco Polo, dan katedral-katedral berlanggam Gothik semisal Katedral Chartres, adalah segelintir dari capaian-capaian menakjubkan pada penghujung kurun waktu Puncak Abad Pertengahan dan permulaan kurun waktu Akhir Abad Pertengahan.

Akhir Abad Pertengahan ditandai oleh berbagai musibah dan malapetaka yang meliputi bencana kelaparan, wabah penyakit, dan perang, yang secara signifikan menyusutkan jumlah penduduk Eropa; antara 1347 sampai 1350, wabah Maut Hitam menewaskan sekitar sepertiga dari penduduk Eropa. Kontroversi, bidah, dan Skisma Barat yang menimpa Gereja Katolik, terjadi bersamaan dengan konflik antarnegara, pertikaian dalam masyarakat, dan pemberontakan-pemberontakan rakyat jelata yang melanda kerajaan-kerajaan di Eropa. Perkembangan budaya

dan teknologi mentransformasi masyarakat Eropa, mengakhiri kurun waktu Akhir Abad Pertengahan, dan mengawali kurun waktu Awal Zaman Modern.

#### 2.1.4 Zaman Moderen

Zaman modern atau zaman kiwari biasanya merujuk pada tahun-tahun setelah 1500. Tahun tersebut ditandai dengan runtuhnya Kekaisaran Romawi Timur, penemuan Amerika oleh Christopher Columbus, dimulainya *Zeitgeist* dan reformasi gereja oleh Martin Luther.

Masa modern ditandai dengan perkembangan pesat di bidang ilmu pengetahuan, politik, dan teknologi. Dari akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20, seni modern, politik, iptek, dan budaya tak hanya mendominasi Eropa Barat dan Amerika Utara, tetapi juga hampir setiap jengkal daerah di dunia. Termasuk berbagai macam pemikiran yang pro maupun yang kontra terhadap dunia Barat. Peperangan brutal dan masalah lain dari masa ini, banyak diakibatkan dari pertumbuhan yang cepat, dan hubungan antara hilangnya kekuatan norma agama dan etika tradisional. Hal ini menimbulkan banyak reaksi terhadap perkembangan modern. Optimisme dan kepercayaan dalam proses yang berjalan di tempat telah dikritik oleh pascamodernisme sementara dominasi Eropa Barat dan Amerika Utara atas benua lain telah dikritik oleh teori pascakolonial.

## 2.2 Ruang Lingkup IPA dan Pengembangannya

Ilmu pengetahuan alam dapat dibagi menjadi tiga bidang utama yaitu:

### 2.2.1 Ilmu Sosial dan Budaya

Membahas hubungan antarmanusia sebagai makhluk sosial, yang selanjutnya dibagi atas:

- 1) Psikologi, mempelajari proses mental dan tingkah laku.
- 2) Pendidikan, proses latihan yang terarah dan sistematis menuju ke suatu tujuan.
- 3) Antropologi, mempelajari asal usul dan perkembangan jasmani, sosial, kebudayaan dan tingkah laku sosial.
- 4) Etnologi, cabang dari studi antropologi yang dilihat dari aspek sistem sosio-ekonomi dan pewarisan kebudayaan terutama keaslian budaya.
- 5) Sejarah, pencatatan peristiwa-peristiwa yang telah terjadi pada suatu bangsa, negara atau individu.
- 6) Ekonomi, yang berhubungan dengan produksi, tukar menukar barang produksi, pengolahan dalam lingkup rumah tangga, negara atau perusahaan.
- 7) Sosiologi, studi tentang tingkah laku sosial, terutama tentang asal usul organisasi, institusi, perkembangan masyarakat.

## 2.2.2 Ilmu Pengetahuan Alam

Ilmu yang membahastentang alam semesta dengan semua isinya dan selanjutnya terbagi atas:

- 1) Fisika, mempelajari benda tak hidup dari aspek wujud dengan perubahan yang bersifat sementara. Seperti : bunyi cahaya, gelombang magnet, teknik kelistrikan, teknik nuklir
- 2) Kimia, mempelajari benda hidup dan tak hidup dari aspek susunan materi dan perubahan yang bersifat tetap. Kimia secara garis besar dibagi kimia organik (protein, lemak) dan kimia anorganik (NaCl), hasil dari ilmu ini dapat diciptakan seperti plastik, bahan peledak
- 3) Biologi, yang mempelajari makhluk hidup dan gejala-gejalanya. Biologi dibagi atas beberapa cabang ilmu diantaranya:
  - Botani, ilmu yang mempelajari tentang tumbuh-tumbuhan
  - Zoologi ilmu yang mempelajrai tentang hewan
  - Morfologi ilmu yang mempelajari tentang struktur luar makhluk hidup
  - Anatomi suatu studi tentang struktur dalam atau bentuk dalam makhluk hidup
  - Fisiologi studi tentang fungsi atau faal/organ bagian tubuh makhluk hidup
  - Sitologi ilmu yang mempelajari tentang sel secara mendalam
  - Histologi studi tentang jaringan tubuh atau organ makhluk hidup yang merupakan serentetan sel sejenis
  - Palaentologi studi tentang makhluk hidup masa lalu

### 2.2.3 Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa

Studi tentang bumi sebagai salah satu anggota tatasurya, dan ruang angkasa dengan benda angkasa lainnya.

- a) Geologi, yang membahas tentang struktur bumi. (yang bahasannya meliputi dari ilmu kimia dan fisika) contoh dari ilmu ini petrologi (batu-batuan), vulkanologi (gempa bumi), mineralogi (bahan-bahan mineral)
- b) Astronomi, membahas benda-benda ruang angkasa dalam alam semesta yang meliputi bintang, planet, satelit da lain-lainnya. Manfaatnya dapat digunakan dalam navigasi, kalendar dan waktu

## 2.3 Pemfokusan dan Pembentukan Multidisiplin Ilmu

### 2.3.1 Pemfokusan Ilmu

Dengan pengembangan ilmu yang begitu cepatnya, terutama mulai awal abad ke-20 menyebabkan klasifikasi ilmu berkembang kearah disiplin ilmu yang lebih spesifik. Sebagai contoh, dalam disiplin fisika telah terjadi pemfokusan menjadi berbagai subdisiplin fisika, antara lain bunyi dan getaran, magnet, listrik, optik, mekanika, dan fisika modern.

Selanjutnya, subdisiplin ilmu tersebut berkembang menjadi spesialisasi tertentu. Sehingga tidak memungkinkan lagi seseorang dapat menguasai beberapa atau bahkan satu bidang ilmu tertentu dengan sempurna.. untuk dapat menguasai ilmu dengan baik, maka seorang ahli

akan lebih memfokuskan atau menspesialisasikan dirinya dalam salah satu focus disiplin ilmu tertentu.

### 2.3.2 Multidisiplin dan Interdisiplin Ilmu

Multidisiplin ilmu merupakan ilmu pengetahuan yang cakupan pembahasannya menggunakan lebih dari satu kelompok disiplin ilmu, misal kelompok IPA dan IPS. Contoh multidisiplin ilmu adalah lingkungan, yang dapat mengolaborasikan ilmu IPA dan IPS.

Sedangkan Interdisiplin ilmu merupakan ilmu pengetahuan yang cakupan pembahasannya menggunakan satu kelompok disiplin ilmu saja. Contoh interdisiplin ilmu adalah ilmu computer yang dikembangkan dari disiplin IPA.

Perkembangan interdisiplin IPA pun cukup banyak dan berkembang sangat pesat. Sehingga perkembangan tersebut sangat mempengaruhi pola pandang dan kehidupan sosial saat ini. Oleh karena itu, suatu ilmu yang dikembangkan berdasarkan interdisiplin ilmu tetapi karena dampak sosial perlu diperhitungkan, sehingga pembahasannya berubah menjadi multidisiplin ilmu.

## BAB III

### BESARAN DAN PENGUKURANNYA

#### 3.1 Besaran dan Satuan

Besaran dalam cabang ilmu fisika diartikan sebagai sesuatu yang dapat diukur, serta memiliki nilai (besar) dan satuan. Sementara satuan merupakan sesuatu yang digunakan sebagai pembanding dalam pengukuran. Terdapat 2 jenis satuan yaitu satuan baku dan satuan tidak baku. Satuan baku merupakan suatu pembanding yang memberikan hasil yang sama apabila dilakukan oleh beberapa orang. Contoh satuan baku : m, cm, kg, gram, dll. Sedangkan satuan tidak baku : merupakan suatu pembanding yang akan memberikan hasil berbeda apabila dilakukan oleh beberapa orang. Contoh : jangkal, hasta, kaki, yard

Dalam menentukan satuan suatu besaran para ilmuwan membuat sistem satuan yang disebut satuan internasional, Satuan Internasional (SI) adalah satuan hasil konferensi para ilmuwan di Paris, yang membahas tentang berat dan ukuran. Terdapat 3 Syarat Satuan Internasional yaitu: bersifat Internasional sehingga dapat digunakan oleh berbagai negara, mudah ditiru, dan harus bersifat tetap. Satuan Internasional meliputi meter sebagai satuan panjang, kilogram sebagai satuan massa dan sekon sebagai satuan waktu sehingga satuan SI juga disebut satuan MKS (m.kg,s). Besaran-besaran di dalam fisika, dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu :

3.1.1 Berdasarkan nilai dan arahnya besaran dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu besaran skalar dan besaran vektor.

##### 3.1.1.1 Besaran skalar

Besaran skalar adalah besaran yang hanya mempunyai nilai (besar) saja dan tidak mempunyai arah. Contoh besaran skalar : massa, waktu, suhu, luas, volume

### 3.1.1.2 Besaran vektor

Besaran vektor adalah besaran yang mempunyai nilai dan mempunyai arah. Sesuai kesepakatan apabila besaran vektor tersebut arahnya ke kiri dan ke bawah maka besaran tersebut bernilai negatif (-) sedangkan apabila besaran vektor tersebut arahnya ke kanan dan ke atas maka besaran tersebut bernilai positif (+). Contoh besaran vektor : kecepatan, percepatan, gaya.

3.1.2 Berdasarkan satuannya besaran dibedakan menjadi 2 jenis yaitu besaran pokok dan besaran turunan.

#### 3.1.2.1 Besaran Pokok

Besaran pokok merupakan suatu besaran yang satuannya sudah didefinisikan dan menjadi dasar untuk menetapkan besaran yang lain. Satuan besaran pokok disebut satuan pokok dan telah ditetapkan berdasarkan kesepakatan para ilmuwan. Besaran pokok sifatnya bebas, artinya tidak bergantung pada besaran pokok yang lain. Berikut, disajikan besaran pokok yang telah disepakati oleh para ilmuwan.

No.	Nama Besaran Pokok	Lambang Besaran Pokok	Satuan	Lambang Satuan
1.	Panjang	$l$	Meter	m
2.	Massa	$m$	Kilogram	kg
3.	Waktu	$t$	Sekon	s
4.	Kuat arus listrik	$I$	Ampere	A
5.	Suhu	$T$	Kelvin	K
6.	Intensitas cahaya	$I_v$	Kandela	cd
7.	Jumlah zat	$n$	Mole	Mol
8.	Sudut bidang datar	$\theta$	Radian	Rad *)
9.	Sudut ruang	$\phi$	Steradian	Sr *)

#### 3.1.2.2 Besaran Turunan

Besaran turunan merupakan suatu besaran yang satuannya diturunkan dari besaran pokok. Satuan besaran turunan disebut satuan turunan dan diperoleh dengan menggabungkan

beberapa satuan besaran pokok. Berikut merupakan beberapa contoh besaran turunan beserta satuannya.

No.	Nama Besaran Turunan	Lambang Besaran Turunan	Satuan Turunan
1.	Luas	$A$	$m^2$
2.	Kecepatan	$v$	$ms^{-1}$
3.	Percepatan	$a$	$ms^{-2}$
4.	Gaya	$F$	$kg\ ms^{-2}$
5.	Tekanan	$P$	$kg\ m^{-1}s^{-2}$
6.	Usaha	$W$	$kg\ m^2s^{-2}$

Tabel beberapa contoh besaran turunan.

### 3.2 Sistem Satuan dan Notasi Ilmiah Hasil Pengukuran

Satuan adalah acuan atau pembanding suatu besaran. Satuan terdiri dari dua macam, yaitu satuan MKS (meter-kilogram-sekon) dan satuan CGS (centimeter-gram-sekon). Satuan besaran pokok yang meliputi, meter, kilogram, sekon, kelvin, ampere, candela, dan mol ditetapkan sebagai sistem Satuan Internasional (SI). Saat menemukan besaran dengan nilai yang terlalu besar atau terlalu kecil, misalnya 0,0000001 atau 1.000.000, untuk mempermudah dalam menuliskan dan membaca dengan tidak merubah nilainya, dapat ditulis dengan menggunakan faktor pengali  $10^n$  dimana  $n$  merupakan banyaknya angka "nol". Contoh angka 100 dapat ditulis sebagai  $10^2$ , angka 0,001 dapat ditulis sebagai  $10^{-2}$  (untuk bentuk 0,0.. jumlah angka nol yang dihitung setelah tanda koma). Berikut tabel nama awalan yang sudah ditentukan nilainya dan dituliskan dalam bentuk  $10^n$

## Tabel nama awalan dan lambang

No	Faktor Pengali	Nama Awalan	Lambang
1.	$10^{-15}$	Femto	f
2.	$10^{-12}$	Piko	p
3.	$10^{-9}$	Nano	N
4.	$10^{-6}$	Mikro	$\mu$
5.	$10^{-3}$	Mili	m
6.	$10^3$	Kilo	k
7.	$10^6$	Mega	M
8.	$10^9$	Giga	G
9.	$10^{12}$	Tera	T

Berdasarkan tabel tersebut, penggunaan dalam penulisan hasil pengukuran akan mengikuti satuan pengukuran tersebut. Contoh 2 Nm artinya 2 Nano meter nilainya akan sama dengan  $2 \times 10^{-9}$  meter.

Penulisan dalam bentuk  $a \times 10^n$  inilah yang kemudian disebut sebagai notasi ilmiah. Penulisan hasil pengukuran dengan menggunakan notasi ilmiah akan sangat membantu dan mempermudah dalam pencatatan. Contoh dalam percobaan pengukuran waktu tempuh suatu benda diperoleh 230.000.000 sekon. Dalam hasil pengukuran tersebut dapat ditulis kedalam notasi ilmiah menjadi  $2,3 \times 10^8$ . Dalam penulisan tersebut, terdapat angka 2,3 yang dalam penulisan angka baku diambil sesuai dengan banyaknya angka bukan nol, dan  $10^8$  dalam penulisan angka baku angka 8 dihitung berdasarkan banyaknya angka setelah tanda koma. Untuk bentuk lain seperti 0,0000003453 dapat ditulis sebagai  $3,453 \times 10^{-7}$

Tuliskan bentuk angka berikut kedalam notasi ilmiah

1. 345.000.000
2. 120.000.000
3. 0,00000243
4. 0,00000210

### 3.3 Pengukuran dalam Bidang IPA

*Konsep: Pengukuran merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang digunakan sebagai satuan.*

Pengertian tersebut dapat digambarkan seperti saat seseorang melakukan kegiatan pengukuran panjang meja dengan pensil. Dalam kegiatan tersebut artinya orang tersebut membandingkan panjang meja dengan panjang pensil. Panjang pensil yang kamu gunakan adalah sebagai satuan. Sesuatu yang dapat diukur dan dapat dinyatakan dengan angka disebut **besaran**, sedangkan pembanding dalam suatu pengukuran disebut **satuan**. Satuan yang digunakan untuk melakukan pengukuran dengan hasil yang sama atau tetap untuk semua orang disebut **satuan baku**, sedangkan satuan yang digunakan untuk melakukan pengukuran dengan hasil yang tidak sama untuk orang yang berlainan disebut **satuan tidak baku**.

#### 3.3.1. *Satuan Internasional untuk Panjang*

Hasil pengukuran besaran panjang biasanya dinyatakan dalam satuan meter, centimeter, milimeter, atau kilometer. Satuan besaran panjang dalam SI adalah meter. Pada mulanya satu meter ditetapkan sama dengan panjang sepersepuluh juta ( $1/10000000$ ) dari jarak kutub utara ke khatulistiwa melalui Paris. Kemudian dibuatlah batang meter standar dari campuran Platina-Iridium. Satu meter didefinisikan sebagai jarak dua goresan pada batang ketika bersuhu  $0^{\circ}\text{C}$ . Meter standar ini disimpan di International Bureau of Weights and Measure di Sevres, dekat Paris.

Batang meter standar dapat berubah dan rusak karena dipengaruhi suhu, serta menimbulkan kesulitan dalam menentukan ketelitian pengukuran. Oleh karena itu, pada tahun 1960 definisi satu meter diubah. Satu meter didefinisikan sebagai jarak 1650763,72 kali panjang gelombang sinar jingga yang dipancarkan oleh atom gas krypton-86 dalam ruang hampa pada suatu lucutan listrik.

Pada tahun 1983, Konferensi Internasional tentang timbangan dan ukuran memutuskan bahwa satu meter merupakan jarak yang ditempuh cahaya pada selang waktu  $1/299792458$  sekon. Penggunaan kecepatan cahaya ini, karena nilainya dianggap selalu konstan.

### 3.3.2. *Satuan Internasional untuk Massa*

Besaran massa dalam SI dinyatakan dalam satuan kilogram (kg). Pada mulanya para ahli mendefinisikan satu kilogram sebagai massa sebuah silinder yang terbuat dari bahan campuran Platina dan Iridium yang disimpan di Sevres, dekat Paris. Untuk mendapatkan ketelitian yang lebih baik, massa standar satu kilogram didefinisikan sebagai massa satu liter air murni pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$ .

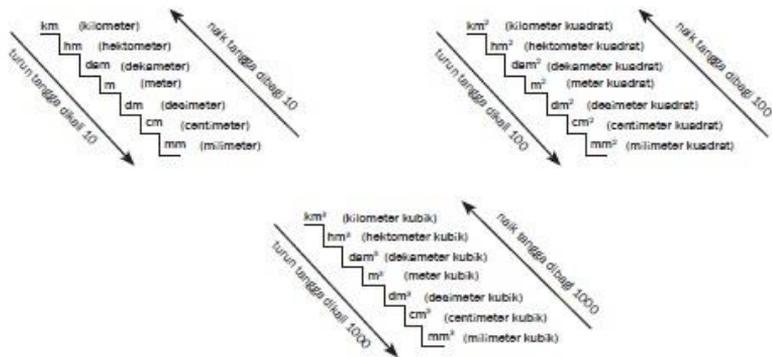
### 3.3.3. *Satuan Internasional untuk Waktu*

Besaran waktu dinyatakan dalam satuan detik atau sekon dalam SI. Pada awalnya satuan waktu dinyatakan atas dasar waktu rotasi bumi pada porosnya, yaitu 1 hari. Satu detik didefinisikan sebagai  $1/26400$  kali satu hari rata-rata. Satu hari rata-rata sama dengan 24 jam =  $24 \times 60 \times 60 = 86400$  detik. Karena satu hari matahari tidak selalu tetap dari waktu ke waktu, maka pada tahun 1956 para ahli menetapkan definisi baru. Satu detik adalah selang waktu yang diperlukan oleh atom cesium-133 untuk melakukan getaran sebanyak 9192631770 kali.

### 3.3.4. *Konversi Satuan Panjang, Massa, dan Waktu*

Setiap besaran memiliki satuan yang sesuai. Penggunaan satuan suatu besaran harus tepat, sebab apabila tidak sesuai akan berkesan janggal bahkan lucu. Misalnya seseorang mengatakan tinggi badannya  $150^{\circ}\text{C}$ , orang lain yang mendengar mungkin akan tersenyum karena hal itu salah. Demikian pula dengan pernyataan bahwa suhu badan orang yang sehat biasanya 36 meter, terdengar janggal.

Hasil suatu pengukuran belum tentu dinyatakan dalam satuan yang sesuai dengan keinginan kita atau yang kita perlukan. Contohnya panjang meja 1,5 m, sedangkan kita memerlukan dalam satuan cm, satuan gram dinyatakan dalam kilogram, dari satuan milisekon menjadi sekon. Untuk mengonversi atau mengubah dari suatu satuan ke satuan yang lainnya diperlukan tangga konversi. Gambar di bawah menunjukkan tangga konversi panjang, massa, dan waktu, beserta dengan langkah-langkah penggunaannya.



## Tangga Konversi Panjang

### *Awalan Satuan dan Sistem Satuan di Luar Sistem Metrik*

Di samping satuan sistem metrik, juga dikenal satuan lainnya yang sering dipakai dalam kehidupan sehari-hari, misalnya liter, inci, yard, feet, mil, ton, dan ons. Satuan-satuan tersebut dapat dikonversi atau diubah ke dalam satuan sistem metrik dengan patokan yang ditentukan. Konversi besaran panjang menggunakan acuan sebagai berikut:

- 1 mil = 1760 yard (1 yard adalah jarak pundak sampai ujung jari tangan orang dewasa).
- 1 yard = 3 feet (1 feet adalah jarak tumit sampai ujung jari kaki orang dewasa).

- 1 feet = 12 inci (1 inci adalah lebar maksimal ibu jari tangan orang dewasa).
- 1 inci = 2,54 cm, 1 cm = 0,01 m

Satuan mil, yard, feet, inci tersebut dinamakan satuan sistem Inggris. Untuk besaran massa berlaku juga sistem konversi dari satuan sehari-hari maupun sistem Inggris ke dalam sistem SI. Contohnya sebagai berikut.

- 1 ton = 1000 kg
- 1 kuintal = 100 kg
- 1 slug = 14,59 kg
- 1 ons (oz) = 0,02835 kg
- 1 pon (lb) = 0,4536 kg

Satuan waktu dalam kehidupan sehari-hari dapat dikonversi ke dalam sistem SI yaitu detik atau sekon. Contohnya sebagai berikut.

- 1 tahun =  $3,156 \times 10^7$  detik
- 1 hari =  $8,640 \times 10^4$  detik
- 1 jam = 3600 detik
- 1 menit = 60 detik

Penelitian jagad mikro dengan konversi sistem mikro banyak berkembang dalam bidang teknologi dewasa ini, contohnya teknologi nano yang menyelidiki jagad renik seperti sel, virus, bakteriofage, dan DNA. Adapun penelitian jagad makro menggunakan konversi sistem makro karena objek penelitiannya mencakup wilayah lain dari jagad raya, yaitu objek alam semesta di luar bumi.

### 3.3.5. *Konversi Satuan Besaran Turunan*

Besaran turunan memiliki satuan yang dijabarkan dari satuan besaran-besaran pokok yang mendefinisikan besaran turunan tersebut. Oleh karena itu, seringkali dijumpai satuan besaran turunan dapat berkembang lebih dari satu macam karena penjabarannya dari definisi

yang berbeda. Sebagai contoh, satuan percepatan dapat ditulis dengan  $m/s^2$  dapat juga ditulis dengan  $N/kg$ . Satuan besaran turunan dapat juga dikonversi. Perhatikan beberapa contoh di bawah ini!

- $1 \text{ dyne} = 10^{-5} \text{ newton}$                        $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ joule}$
- $1 \text{ kalori} = 0,24 \text{ joule}$                        $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ joule}$
- $1 \text{ liter} = 10^{-3} \text{ m}^3 = 1 \text{ dm}^3$                $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ cc}$
- $1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ pascal}$
- $1 \text{ gauss} = 10^{-4} \text{ tesla}$

### 3.4 Alat Ukur dalam Pengukuran Standar

#### 3.4.1. Pengukuran Panjang

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur panjang benda haruslah sesuai dengan ukuran benda. Sebagai contoh, untuk mengukur lebar buku kita gunakan penggaris, sedangkan untuk mengukur lebar jalan raya lebih mudah menggunakan meteran kelos.

##### a. Pengukuran Panjang dengan Mistar

Penggaris atau mistar berbagai macam jenisnya, seperti penggaris yang berbentuk lurus, berbentuk segitiga yang terbuat dari plastik atau logam, mistar tukang kayu, dan penggaris berbentuk pita (meteran pita). Mistar mempunyai batas ukur sampai 1 meter, sedangkan meteran pita dapat mengukur panjang sampai 3 meter. Mistar memiliki ketelitian 1 mm atau 0,1 cm.



Posisi

mistar. Hal ini untuk mengetahui kesesuaian penggunaan hasil pengukuran

akibat beda sudut kemiringan dalam melihat atau disebut dengan kesalahan paralaks.

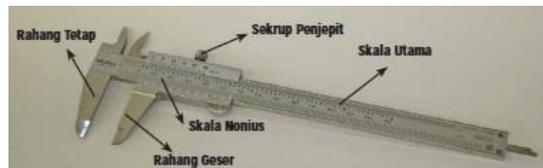


Pembacaan Skala

*b. Pengukuran Panjang dengan Jangka Sorong*

Jangka sorong merupakan alat ukur panjang yang mempunyai batas ukur sampai 10 cm dengan ketelitiannya 0,1 mm atau 0,01 cm. Jangka sorong juga dapat digunakan untuk mengukur diameter cincin dan diameter bagian dalam sebuah pipa. Bagian-bagian penting jangka sorong yaitu:

1. rahang tetap dengan skala tetap terkecil 0,1 cm
2. rahang geser yang dilengkapi skala nonius. Skala tetap dan nonius mempunyai selisih 1 mm.



Jangka Sorong

*c. Pengukuran Panjang dengan Mikrometer Sekrup*

Mikrometer sekrup memiliki ketelitian 0,01 mm atau 0,001 cm. Mikrometer sekrup dapat digunakan untuk mengukur benda yang mempunyai ukuran kecil dan tipis, seperti mengukur ketebalan plat, diameter kawat, dan onderdil kendaraan yang berukuran kecil.

Bagian-bagian dari mikrometer adalah rahang putar, skala utama, skala putar, dan silinder bergerigi. Skala terkecil dari skala utama bernilai 0,1 mm, sedangkan skala terkecil untuk skala putar sebesar 0,01 mm. Berikut ini gambar bagian-bagian dari mikrometer.



Mikrometer Sekrup

## 2. Pengukuran Massa Benda

Timbangan digunakan untuk mengukur massa benda. Prinsip kerjanya adalah keseimbangan kedua lengan, yaitu keseimbangan antara massa benda yang diukur dengan anak timbangan yang digunakan. Dalam dunia pendidikan sering digunakan neraca O'Hauss tiga lengan atau dua lengan. Perhatikan beberapa alat ukur berat berikut ini.

Bagian-bagian dari neraca O'Hauss tiga lengan adalah sebagai berikut:

- Lengan depan memiliki skala 0 – 10 g, dengan tiap skala bernilai 1 g.
- Lengan tengah berskala mulai 0 – 500 g, tiap skala sebesar 100 g.
- Lengan belakang dengan skala bernilai 10 sampai 100 g, tiap skala 10 g.



Gambar Neraca

### 3. Pengukuran Besaran Waktu

Berbagai jenis alat ukur waktu misalnya: jam analog, jam digital, jam dinding, jam atom, jam matahari, dan stopwatch. Dari alat-alat tersebut, stopwatch termasuk alat ukur yang memiliki ketelitian cukup baik, yaitu sampai 0,1 s.



Alat Ukur Waktu

### 4. Pengukuran Suhu

Ukuran derajat panas dan dingin suatu benda tersebut dinyatakan dengan besaran suhu. Jadi, suhu adalah suatu besaran untuk menyatakan ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda. Suhu termasuk besaran pokok. Alat untuk untuk mengukur besarnya suhu suatu benda adalah termometer. Termometer yang umum digunakan adalah termometer zat cair dengan pengisi pipa kapilernya adalah raksa atau alkohol. Pertimbangan

dipilihnya raksa sebagai pengisi pipa kapiler termometer adalah sebagai berikut:

- a. raksa tidak membasahi dinding kaca,
- b. raksa merupakan penghantar panas yang baik,
- c. kalor jenis raksa rendah akibatnya dengan perubahan panas yang kecil cukup dapat mengubah suhunya,
- d. jangkauan ukur raksa lebar karena titik bekunya  $-39^{\circ}\text{C}$  dan titik didihnya  $357^{\circ}\text{C}$ .

Pengukuran suhu yang sangat rendah biasanya menggunakan termometer alkohol. Alkohol memiliki titik beku yang sangat rendah, yaitu  $-114^{\circ}\text{C}$ . Namun demikian, termometer alkohol tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu benda yang tinggi sebab titik didihnya hanya  $78^{\circ}\text{C}$ .

Pada pembuatan termometer terlebih dahulu ditetapkan titik tetap atas dan titik tetap bawah. Titik tetap termometer tersebut diukur pada tekanan 1 atmosfer. Di antara kedua titik tetap tersebut dibuat skala suhu. Penetapan titik tetap bawah adalah suhu ketika es melebur dan penetapan titik tetap atas adalah suhu saat air mendidih.

Berikut ini adalah penetapan titik tetap pada skala termometer.

*a. Termometer Celcius*

Titik tetap bawah diberi angka 0 dan titik tetap atas diberi angka 100. Diantara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi 100 skala.

*b. Termometer Reaumur*

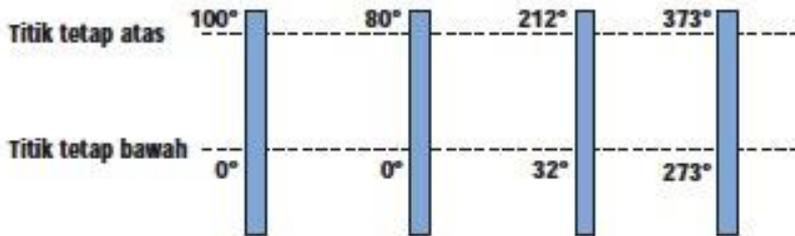
Titik tetap bawah diberi angka 0 dan titik tetap atas diberi angka 80. Di antara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi menjadi 80 skala.

*c. Termometer Fahrenheit*

Titik tetap bawah diberi angka 32 dan titik tetap atas diberi angka 212. Suhu es yang dicampur dengan garam ditetapkan sebagai  $0^{\circ}\text{F}$ . Di antara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi 180 skala.

#### d. Termometer Kelvin

Pada termometer Kelvin, titik terbawah diberi angka nol. Titik ini disebut suhu mutlak, yaitu suhu terkecil yang dimiliki benda ketika energi total partikel benda tersebut nol. Kelvin menetapkan suhu es melebur dengan angka 273 dan suhu air mendidih dengan angka 373. Rentang titik tetap bawah dan titik tetap atas termometer Kelvin dibagi 100 skala.



Titik Tetap Termometer

Perbandingan skala antara termometer Celcius, termometer Reaumur, dan termometer Fahrenheit adalah

$$C : R : F = 100 : 80 : 180$$

$$C : R : F = 5 : 4 : 9$$

Dengan memperhatikan titik tetap bawah  $0^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{R} = 32^{\circ}\text{F}$ , maka hubungan skala C, R, dan F dapat ditulis sebagai berikut:

Konversi Suhu dari Celcius (C) ke Reaumur (R)

Rumusnya adalah :

$$R = \frac{4}{5} \text{ }^{\circ}\text{C}$$

R = suhu dalam skala Reaumur

C = suhu dalam skala Celcius

Contoh: Suhu suatu benda dalam skala Celcius menunjukkan 100 C. Bila dikonversi ke dalam skala Reamur (R) adalah:

$$R = \frac{4}{5} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R = \frac{4}{5} 100 = 80 \text{ } ^\circ\text{R}$$

Jadi, suhu benda yang menunjukkan angka 100 dalam skala Celcius (C) sama dengan 80 dalam skala Reamur (R).

Konversi Suhu dari Celcius (C) ke Fahrenheit (F)

Rumusnya adalah :

$$F = \frac{9}{5} \text{ } ^\circ\text{C} + 32$$

Konversi Suhu dari Celcius (C) ke Fahrenheit (K)

Rumusnya adalah :

$$K = \text{ } ^\circ\text{C} + 273$$

Kita dapat menentukan sendiri skala suatu termometer. Skala termometer yang kita buat dapat dikonversikan ke skala termometer yang lain apabila pada saat menentukan titik tetap kedua termometer berada dalam keadaan yang sama.

Misalnya, kita akan menentukan skala termometer X dan Y. Termometer X dengan titik tetap bawah Xb dan titik tetap atas Xa. Termometer Y dengan titik tetap bawah Yb dan titik tetap atas Ya. Titik tetap bawah dan titik tetap atas kedua termometer di atas adalah suhu saat es melebur dan suhu saat air mendidih pada tekanan 1 atmosfer.

Dengan membandingkan perubahan suhu dan interval kedua titik tetap masing-masing termometer, diperoleh hubungan sebagai berikut.

$$\frac{T_x - X_b}{X_a - X_b} = \frac{T_y - Y_b}{Y_a - Y_b}$$

Keterangan:

$X_a$  = titik tetap atas termometer X  
 $X_b$  = titik tetap bawah termometer X  
 $T_x$  = suhu pada termometer X  
 $Y_a$  = titik tetap atas termometer Y  
 $Y_b$  = titik tetap bawah termometer Y  
 $T_y$  = suhu pada termometer Y

Contoh

Sebuah termometer X setelah ditera dengan termometer Celcius di dapat  $40^\circ\text{C} = 80^\circ\text{X}$  dan  $20^\circ\text{C} = 50^\circ\text{X}$ . Jika suhu sebuah benda  $80^\circ\text{C}$ , maka berapa  $^\circ\text{X}$  suhu benda tersebut?

*Penyelesaian:*

Diketahui:

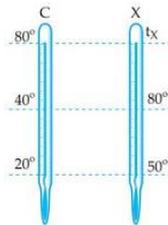
$$40^\circ\text{C} = 80^\circ\text{X}$$

$$20^\circ\text{C} = 50^\circ\text{X}$$

Ditanya:  $80^\circ\text{C} = \dots^\circ\text{X}$

*Jawab:*

Untuk mempermudah dalam memahami soal di atas, perhatikan gambar ilustrasi berikut ini.



Berdasarkan gambar di atas, maka kesetaraan skala pada termometer Celcius dan termometer X adalah sebagai berikut.

$$\frac{80 - 40}{80 - 20} = \frac{tX - 80}{tX - 50}$$

$$\frac{40}{60} = \frac{tX - 80}{tX - 50}$$

$$\frac{4}{6} = \frac{tX - 80}{tX - 50}$$

$$4(tX - 50) = 6(tX - 80)$$

$$4tX - 200 = 6tX - 480$$

$$6tX - 4tX = 480 - 200$$

$$2tX = 280$$

$$tX = 280/2$$

$$tX = 140$$

$$\text{Jadi, } 80^{\circ}\text{C} = 140^{\circ}\text{X}$$

### 3.5 Lembar Kerja Mahasiswa

Selesaikan soal soal berikut dengan menggunakan konsep yang sesuai dan sesuai dengan perintah soal

Soal - Soal Latihan

1. Seorang pendaki gunung telah berhasil menaklukan beberapa puncak gunung, jika dihitung perjalanannya sudah sekitar 13 mil, tentukan berapa panjang perjalanan pendaki tersebut jika diubah kedalam satuan cm?
2. Suatu termometer X mengukur suhu es sedang melebur pada  $-10^{\circ}\text{X}$  dan mengukur suhu air mendidih pada  $110^{\circ}\text{X}$ . Termometer Celcius mengukur suhu benda tersebut adalah  $40^{\circ}\text{C}$ . Berapa suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer X?
3. Termometer X dirancang dapat mengukur air membeku pada skala -40 dan air mendidih pada skala 160. Jika suatu benda diukur dengan

termometer Reamur menunjukkan nilai  $20^{\circ}\text{R}$  maka tentukan nilai yang ditunjuk saat diukur dengan termometer X!

4. Suhu es yang sedang melebur dan suhu air mendidih apabila diukur dengan termometer A masing-masing besarnya  $10^{\circ}\text{A}$  dan  $130^{\circ}\text{A}$ . Suhu suatu benda diukur dengan termometer skala Fahrenheit sebesar  $62^{\circ}\text{F}$ . Berapa suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer A?
5. Seorang astronot melakukan pengamatan terhadap suatu meteor yang sangat dekat dengan bumi. Dalam pengamatannya menggunakan teropong, astronot tersebut mencatat hasil jarak meteor ke bumi sekitar 354 juta kilo meter. Jika astronot tersebut harus menuliskan hasil pengamatannya kedalam satuan meter dan ditulis dalam notasi ilmiah, maka tuliskan kembali hasil pengamatan tersebut.

## BAB IV

### KINEMATIKA DAN DINAMIKA

#### 4.1. Kinematika Gerak

Gerak adalah satu kata yang digunakan untuk menjelaskan aksi, dinamika, atau terkadang gerakan dalam kehidupan sehari-hari. Suatu benda dikatakan bergerak apabila kedudukannya berubah terhadap acuan/posisi tertentu. Suatu benda dikatakan bergerak bila posisinya setiap saat berubah terhadap suatu acuan tertentu. Konsep mengenai gerak yang dirumuskan dan dipahami saat ini didasarkan pada kajian Galileo dan Newton. Cabang ilmu fisika yang mempelajari tentang gerak disebut mekanika. Mekanika terdiri dari kinematika dan dinamika.

Kinematika adalah ilmu yang mempelajari bagaimana gerak dapat terjadi tanpa memperdulikan penyebab terjadinya gerak tersebut. Sedangkan dinamika adalah ilmu yang mempelajari gerak dengan menganalisis seluruh penyebab yang menyebabkan terjadinya gerak tersebut. Seperti apa yang menyebabkan sebuah bulu ayam jatuh tidak bersamaan dengan kertas yang diremas. Padahal menurut Galileo semua benda akan jatuh bersamaan jika dijatuhkan dari ketinggian yang sama.

##### 4.1.1. Gerak Lurus

Gerak lurus adalah gerakan suatu benda/obyek yang lintasannya berupa garis lurus (tidak berbelok-belok). Dapat pula jenis gerak ini disebut sebagai suatu translasi beraturan. Pada rentang waktu yang sama terjadi perpindahan yang besarnya sama. Seperti gerak kereta api di rel yang lurus.

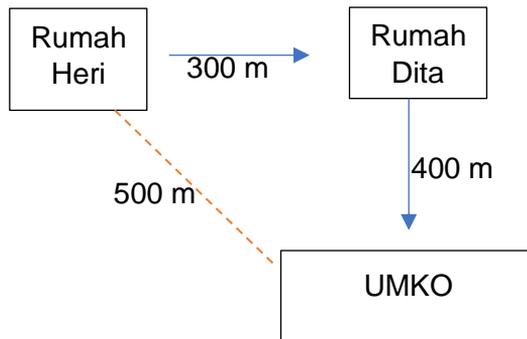
a. Posisi

Posisi atau kedudukan adalah suatu kondisi vektor yang merepresentasikan keberadaan satu titik terhadap titik lainnya yang bisa dijabarkan dengan koordinat kartesius, dengan titik (0,0) adalah titik yang selain dua titik tersebut namun masih berkolerasi atau salah satu dari dua titik tersebut.

b. Jarak dan Perpindahan

Jarak adalah panjang lintasan sesungguhnya yang ditempuh oleh suatu benda dalam waktu tertentu mulai dari posisi awal dan selesai pada posisi akhir. Jarak merupakan besaran skalar karena tidak bergantung pada arah. Oleh karena itu, jarak selalu bernilai positif. Besaran jarak adalah 's'.

Perpindahan adalah perubahan posisi atau kedudukan suatu benda dari keadaan awal ke keadaan akhirnya. Perpindahan merupakan besaran vektor (untuk lebih jelasnya, simak gambar di bawah). Perpindahan hanya mempersoalkan jarak antar kedudukan awal dan akhir suatu objek. Besaran perpindahan adalah 'd'. Untuk mengetahui perbedaan antara jarak dan perpindahan, mari kita simak gambar dibawah ini:



Heri dan Dita setiap pagi berangkat ke Kampus bersama-sama. Heri menempuh jarak 700 m, yaitu menempuh 300 m dari rumahnya menuju rumah Dita dan menempuh lagi 400 m dari rumah Dita menuju UMKO. Namun, perpindahan Heri sejauh 500 m dari rumahnya menuju UMKO.

### c. Kelajuan dan Kecepatan

Kelajuan adalah besarnya kecepatan suatu objek. Kelajuan tidak memiliki arah sehingga termasuk besaran skalar. Rumus kelajuan adalah sebagai berikut:

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

#### **Keterangan:**

v = kelajuan rata-rata (m/s)

s = jarak (m)

t = waktu tempuh (s)

Satuan diatas menggunakan SI. Sedangkan jika anda ingin menggunakan satuan km/h. Maka rubah saja satuan jarak menjadi 'k' dan waktu tempuh menjadi 'h'.

**Kecepatan adalah** besaran vektor yang menunjukkan seberapa cepat benda berpindah. Kecepatan juga bisa berarti kelajuan yang mempunyai arah. Misal sebuah mobil bergerak ke timur dengan kecepatan 60 km/jam. Rumus kecepatan tidak jauh berbeda dengan

rumus kelajuan bahkan bisa dikatakan sama. Rumusnya adalah sebagai berikut:

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

**Keterangan:**

v = kecepatan rata-rata (m/s)

s = perpindahan (m)

t = selang waktu (s)

#### d. Gerak Lurus Beraturan

Gerak lurus beraturan (GLB) adalah gerak yang lintasannya lurus dan kecepatannya tetap. Cara menghitung jarak dari suatu gerak beraturan. Yaitu dengan mengalikan kecepatan(m/s) dengan selang waktu(s).

$$s = vt$$

**Keterangan:**

v = kecepatan rata-rata (m/s)

s = perpindahan (m)

t = selang waktu (s)

#### e. Gerak Lurus Berubah Beraturan

Gerak lurus berubah beraturan (**GLBB**) adalah gerak yang lintasannya lurus dan kecepatannya berubah secara beraturan/berpola. Ada dua kemungkinan GLBB, yaitu GLBB dipercepat dan GLBB diperlambat. Rumus GLBB dituliskan sebagai berikut.

$$v_t = v_0 + at$$

$$s = v_0t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2as$$

**Keterangan:**

$v_t$  = kecepatan akhir atau kecepatan setelah  $t$  sekon (m/s)

$v_0$  = kecepatan awal (m/s)

$a$  = percepatan (m/s<sup>2</sup>)

$t$  = selang waktu (s)

$s$  = jarak tempuh (m)

**Percepatan adalah** perubahan kecepatan dalam satuan waktu tertentu. Percepatan termasuk besaran vektor. Satuan SI percepatan adalah m/s<sup>2</sup>. Percepatan bisa bernilai positif dan negatif. Bila nilai percepatan positif, hal ini menunjukkan bahwa kecepatan benda yang mengalami percepatan positif ini bertambah (dipercepat). Sedangkan bila negatif, hal ini berarti kecepatannya menurun (diperlambat). Jika gerak suatu benda lurus dan kecepatannya tidak berubah, maka resultan percepatannya adalah 0. Rumus percepatan adalah sebagai berikut.

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

**Keterangan:**

$a$  = percepatan rata-rata (m/s<sup>2</sup>)

$\Delta v$  = perubahan kecepatan (m/s)

$\Delta t$  = selang waktu (s)

## 4.1.2. GLBB dalam Kehidupan

### 1. Gerak Jatuh Bebas

Gerak jatuh bebas adalah gerak sebuah objek yang jatuh dari ketinggian tanpa kecepatan awal yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Benda-benda yang jatuh bebas di ruang hampa mendapat percepatan yang sama. Benda-benda tersebut jika di kenyataan mungkin disebabkan karena gaya gesek dengan udara. Rumus-rumus gerak jatuh bebas adalah sebagai berikut.

$$v_t = gt$$

$$v_t^2 = 2gh$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

#### **Keterangan:**

$v_t$  = kecepatan saat  $t$  sekon (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi bumi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

$h$  = jarak yang ditempuh benda (m)

$t$  = selang waktu (s)

### 2. Gerak Vertikal ke Bawah

Gerak Vertikal ke bawah adalah gerak suatu benda yang dilemparkan vertikal ke bawah dengan kecepatan awal dan dipengaruhi oleh percepatan. Rumus-rumus gerak vertikal ke bawah adalah sebagai berikut.

$$v_t = v_0 + gt$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2gh$$

$$h = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$$

**Keterangan:**

h = jarak/perpindahan (m)

$v_0$  = kecepatan awal (m/s)

$v_t$  = kecepatan setelah t (m/s)

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

t = selang waktu (s)

### 3. Gerak Vertikal ke Atas

Gerak vertikal ke atas adalah gerak suatu benda yang dilempar vertikal ke atas dengan kecepatan awal tertentu ( $v_0$ ) dan percepatan g saat kembali turun. Rumus gerak vertikal ke atas adalah sebagai berikut.

$$v_t = v_0 - gt$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2gh$$

$$h = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$$

Di titik tertinggi benda, kecepatan benda adalah nol. Persamaan yang berlaku di titik tertinggi adalah sebagai berikut.

$$t_{naik} = \frac{v_0}{g}$$

$$h_{maks} = \frac{v_0^2}{2g}$$

**Keterangan:**

$t_{naik}$  = selang waktu dari titik pelepasan hingga mencapai titik tertinggi (s)

$v_0$  = kecepatan awal (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

$h_{maks}$  = jarak yang ditempuh hingga titik tertinggi (m)

Saat mulai turun, persamaannya sama seperti gerak jatuh bebas.

Rumusnya adalah:

$$t_{turun} = \frac{v_0}{g} = \sqrt{\frac{2h_{maks}}{g}}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa waktu saat naik sama dengan waktu saat turun.

## 4.2. Dinamika

Pada materi kinematika gerak lurus kita telah membahas gerak benda yang dinyatakan dalam kecepatan dan percepatan (tanpa memperhatikan penyebab terjadinya gerak tersebut). Sekarang yang menjadi pertanyaan, mengapa benda-benda dapat bergerak? Apa yang membuat benda yang pada mulanya diam mulai bergerak? Apa yang mempercepat atau memperlambat benda? Kita dapat menjawab setiap pertanyaan tersebut dengan mengatakan bahwa untuk melakukan itu semua diperlukan sebuah gaya. Pada materi ini, kalian akan menyelidiki hubungan antara gaya dan gerak. Sebelum kalian

mempelajari tentang dinamika ini, pertama kita akan membahas konsep gaya secara kualitatif.

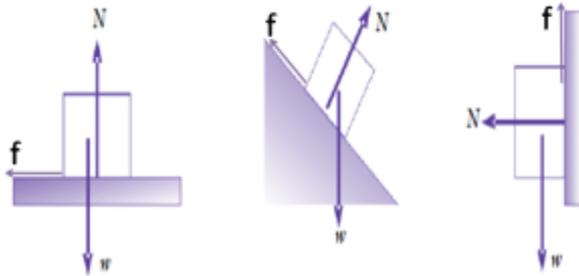
Gaya adalah suatu tarikan atau dorongan yang dapat menimbulkan perubahan gerak. Dengan demikian jika benda ditarik/didorong maka pada benda bekerja gaya dan keadaan gerak benda dapat berubah. Gaya adalah penyebab gerak. Gaya termasuk besaran vektor, karena gaya mempunyai besar dan arahnya. Ketika seseorang mendorong mobil yang mogok, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas, orang tersebut memberikan gaya pada mobil itu. Pada olah raga bulu tangkis, sebuah gaya diberikan atlet pada bola sehingga menyebabkan bola berubah arah gerak. Ketika sebuah mesin mengangkat lift, atau martil memukul paku, atau angin meniup daun-daun pada sebuah pohon, berarti sebuah gaya sedang diberikan. Kita katakan bahwa sebuah benda jatuh karena gaya gravitasi. Jadi, gaya dapat menyebabkan perubahan pada benda, yaitu perubahan bentuk, sifat gerak benda, kecepatan, dan arah gerak benda. Di sisi lain, gaya tidak selalu menyebabkan gerak. Sebagai contoh, jika kalian mendorong tembok dengan sekuat tenaga, tetapi tembok tetap tidak bergerak. Sebuah gaya memiliki nilai dan arah, sehingga merupakan vektor yang mengikuti aturan-aturan penjumlahan vektor yang telah dibahas pada materi sebelumnya.

Untuk mengukur besar atau kekuatan gaya, dapat dilakukan dengan menggunakan neraca pegas, seperti yang ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar neraca pegas, Sumber: [shorturl.at/kxNO5](http://shorturl.at/kxNO5)

#### 4.2.1. Jenis-Jenis Gaya



Gaya merupakan dorongan atau tarikan yang akan mempercepat atau memperlambat gerak suatu benda. Pada kehidupan sehari-hari gaya yang Anda kenal biasanya adalah gaya langsung. Artinya, sesuatu yang memberi gaya berhubungan langsung dengan yang dikenai gaya. Selain gaya langsung, juga ada gaya tak langsung. Gaya tak langsung merupakan gaya yang bekerja di antara dua benda tetapi kedua benda tersebut tidak bersentuhan. Contoh gaya tak langsung adalah gaya gravitasi. Pada subbab ini Anda akan mempelajari beberapa jenis gaya, antara lain, gaya berat, gaya normal, dan gaya gesekan.

##### a. Gaya Berat

Pada kehidupan sehari-hari, banyak orang yang salah mengartikan antara massa dengan berat. Misalnya, orang mengatakan “Doni memiliki berat 65 kg”. Pernyataan orang tersebut keliru karena sebenarnya yang dikatakan orang tersebut adalah massa Doni. Anda harus dapat membedakan antara massa dan berat. Massa merupakan ukuran banyaknya materi yang dikandung oleh suatu benda. Massa ( $m$ ) suatu benda besarnya selalu tetap dimanapun benda tersebut berada, satuannya kg. Berat merupakan gaya gravitasi bumi yang bekerja

pada suatu benda. Satuan berat adalah Newton (N). Hubungan antara massa dan berat dijelaskan dalam hukum II Newton. Misalnya, sebuah benda yang bermassa  $m$  dilepaskan dari ketinggian tertentu, maka benda tersebut akan jatuh ke bumi. Jika gaya hambatan udara diabaikan, maka gaya yang bekerja pada benda tersebut hanyalah gaya gravitasi (gaya berat benda). Benda tersebut akan mengalami gerak jatuh bebas dengan percepatan ke bawah sama dengan percepatan gravitasi. Jadi, gaya berat yang dialami benda besarnya sama dengan perkalian antara massa ( $m$ ) benda tersebut dengan percepatan gravitasi ( $g$ ) di tempat itu. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$w = m \cdot g$$

Keterangan :

$w$  : gaya berat (N)

$m$  : massa benda (kg)

$g$  : percepatan gravitasi ( $\text{ms}^{-2}$ )

#### b. Gaya Normal

Anda ketahui bahwa benda yang dilepaskan pada ketinggian tertentu akan jatuh bebas. Bagaimana jika benda tersebut di letakkan di atas meja, buku misalnya? Mengapa buku tersebut tidak jatuh? Gaya apa yang menahan buku tidak jatuh? Gaya yang menahan buku agar tidak jatuh adalah gaya tekan meja pada buku. Gaya ini ada karena permukaan buku bersentuhan dengan permukaan meja dan sering disebut gaya normal. Gaya normal (N) adalah gaya yang bekerja pada bidang yang bersentuhan antara dua permukaan benda, yang arahnya selalu tegak lurus dengan bidang sentuh. Jadi, pada buku terdapat dua gaya yang bekerja, yaitu gaya normal (N) yang berasal dari meja dan gaya berat ( $w$ ). Kedua gaya tersebut besarnya sama tetapi berlawanan arah, sehingga membentuk keseimbangan pada buku. Ingat, gaya

normal selalu tegak lurus arahnya dengan bidang sentuh. Jika bidang sentuh antara dua benda adalah horizontal, maka arah gaya normalnya adalah vertikal. Jika bidang sentuhnya vertikal, maka arah gaya normalnya adalah horizontal. Jika bidang sentuhnya miring, maka gaya normalnya juga akan miring. Perhatikan Gambar di atas.

### c. Gaya Gesekan

Jika Anda mendorong sebuah almari besar dengan gaya kecil, maka almari tersebut dapat dipastikan tidak akan bergerak (bergeser). Jika Anda mengelindingkan sebuah bola di lapangan rumput, maka setelah menempuh jarak tertentu bola tersebut pasti berhenti. Mengapa hal-hal tersebut dapat terjadi? Apa yang menyebabkan almari sulit di gerakkan dan bola berhenti setelah menempuh jarak tertentu? Gaya yang melawan gaya yang Anda berikan ke almari atau gaya yang menghentikan gerak bola adalah gaya gesek. Gaya gesek adalah gaya yang bekerja antara dua permukaan benda yang saling bersentuhan. Arah gaya gesek berlawanan arah dengan kecenderungan arah gerak benda. Untuk benda yang bergerak di udara, gaya geseknya bergantung pada luas permukaan benda yang bersentuhan dengan udara. Makin besar luas bidang sentuh, makin besar gaya gesek udara pada benda tersebut sedangkan untuk benda padat yang bergerak di atas benda padat, gaya geseknya tidak tergantung luas bidang sentuhnya. Gaya gesekan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu gaya gesekan statis dan gaya gesekan kinetis. Gaya gesek statis ( $f_s$ ) adalah gaya gesek yang bekerja pada benda selama benda tersebut masih diam. Menurut hukum I Newton, selama benda masih diam berarti resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut adalah nol. Jadi, selama benda masih diam gaya gesek statis selalu sama dengan yang bekerja pada benda tersebut. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$f_s = \mu_s \cdot N$$

dengan

$f_s$  = gaya gesekan statis maksimum (N)

$\mu_s$  = koefisien gesekan statis

N = gaya normal

Gaya gesek kinetis ( $f_k$ ) adalah gaya gesek yang bekerja pada saat benda dalam keadaan bergerak. Gaya ini termasuk gaya dissipatif, yaitu gaya dengan usaha yang dilakukan akan berubah menjadi kalor. Perbandingan antara gaya gesekan kinetis dengan gaya normal disebut koefisien gaya gesekan kinetis ( $\mu_k$ ). Secara matematis dapat di tulis sebagai berikut.

dengan  $f_k = \mu_k \cdot N$

$f_k$  = gaya gesekan kinetis (N)

$\mu_k$  = koefisien gesekan kinetis

N = gaya normal

#### 4.2.2. Hukum Newton

Benda yang diam akan bergerak jika terkena gaya. Hal ini dipelajari oleh Sir Isaac Newton (1642 - 1727) yaitu seorang ilmuwan dari Inggris (Lihat Gambar di samping). Hasil pengamatan Newton menghasilkan ketentuan yang dikenal dengan hukum Newton.

##### a. Hukum I Newton

Saat bis tiba-tiba berhenti maka tubuh kita akan terdorong ke depan. Gerakan tubuh kita melawan arah penghentian bis menunjukkan bahwa tubuh cenderung ingin terus bergerak. Sedangkan saat kita naik bis dan bis tiba-tiba bergerak, biasanya kita akan terdorong ke arah belakang dari tempat duduk kita. Gerakan tubuh berlawanan dengan pergerakan bis menunjukkan bahwa tubuh kita

cenderung untuk diam. Fenomena seperti ini dikenal dengan istilah kelembaman. Kelembaman dari suatu benda dinyatakan oleh Newton dalam pernyataannya yang dikenal dengan Hukum I Newton.



Hukum I Newton

Hukum I Newton berbunyi :

*“Suatu benda yang diam akan tetap diam, dan suatu benda yang sedang bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan tetap/konstan pada lintasan lurus kecuali jika ada gaya luar yang bekerja terhadap benda tersebut”*

Prinsip inilah yang menyebabkan kamu terdorong ke depan ketika bus tiba-tiba direm atau terdorong ke belakang ketika bus bergerak maju secara mendadak. Keadaan tersebut berhubungan dengan sifat kelembaman dirimu. Oleh sebab itu, Hukum I Newton dikenal dengan hukum kelembaman.

Dari hukum tersebut dapat diperoleh bahwa apabila gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol ( $F = 0$ ), maka :

1. benda diam akan tetap diam.
2. benda yang bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan konstan pada lintasan lurus.

Hukum I Newton ini diaplikasikan oleh pesulap dalam permainan trik sulap menarik taplak meja yang di atasnya berisi sejumlah makanan. Pesulap mengupayakan menarik taplak meja dengan sangat cepat sehingga makanan yang ada di atas taplak meja tidak ikut tertarik. Hal ini dapat terjadi karena makanan yang ada di atas taplak meja cenderung untuk mempertahankan keadaan diamnya. Hal ini sesuai dengan hukum I Newton bahwa benda yang diam cenderung untuk mempertahankan keadaan diamnya.

#### **b. Hukum II Newton**



Hukum II Newton

Bagaimanakah akibatnya pada suatu benda apabila resultan gaya yang bekerja padanya tidak sama dengan nol? Tentu hanya ada satu kemungkinan, benda pasti akan bergerak. Apabila resultan gaya yang bekerja pada benda tidak sama dengan nol tetapi konstan, benda akan bergerak lurus berubah beraturan. Benda yang bergerak lurus

berubah beraturan kecepatannya berubah secara beraturan sehingga mengalami percepatan yang tetap.

Ketika kamu mendorong mobil seorang diri, tentu mobil tersebut bergerak lambat. Beda halnya ketika kamu bersama teman-temanmu mendorongnya, mobil tersebut lebih mudah lagi bergerak. Hal ini terjadi karena gaya yang diberikan terhadap mobil olehmu sendiri lebih kecil dibandingkan ketika kamu dibantu teman-temanmu. Semakin besar resultan gaya yang bekerja pada suatu benda, percepatannya akan semakin besar. Besarnya percepatan suatu benda sebanding dengan resultan gayanya. Apabila percepatan disimbolkan dengan  $a$  dan resultan gaya disimbolkan dengan  $\sum F$ , dapat dituliskan

$$a \sim \sum F$$

### **Pengaruh Massa terhadap Percepatan**



Hukum II Newton

Suatu benda memiliki sifat kelembaman yang selanjutnya disebut massa kelembaman. Massa kelembaman ini sangat memengaruhi percepatan gerak suatu benda. Jika dibandingkan dengan mendorong sebuah mobil, mendorong sebuah sepeda motor akan lebih mudah. Sepeda motor akan lebih cepat gerakannya dibandingkan dengan mobil ketika kita dorong sendirian. Untuk resultan gaya tetap yang bekerja pada suatu benda dengan massa semakin besar, semakin kecil percepatan yang terjadi. Hal ini membuktikan bahwa percepatan benda

berbanding terbalik dengan massa benda. Apabila massa kelembaman benda disimbolkan dengan  $m$ , diperoleh hubungan percepatan dan massa sebagai berikut.

$$a \sim m$$

Gejala-gejala tersebut telah dipelajari sebelumnya oleh Newton sehingga menghasilkan Hukum II Newton.

Hukum II Newton berbunyi:

*“Jika resultan gaya yang bekerja pada suatu benda tidak sama dengan nol, benda akan bergerak dengan percepatan yang besarnya sebanding dengan resultan gayanya dan berbanding terbalik dengan massa kelembamannya”*

Secara matematis dituliskan:

$$a = \frac{\sum F}{m} \quad \text{atau} \quad \sum F = ma$$

dengan:

$$\begin{array}{ll} a & = \text{percepatan (m/s}^2\text{)} \\ \sum F & = \text{resultan gaya (N)} \\ m & = \text{massa (kg)} \end{array}$$

Aplikasi Hukum II Newton ini dapat terlihat pada gambar di bawah ini. Jika hanya satu orang mendorong pesawat maka pesawat tidak akan dapat digerakkan, tetapi jika pesawat di dorong beramai-ramai maka pesawat dapat bergerak dengan percepatan tertentu. Sesuai dengan hokum II Newton bahwa percepatan benda berbanding lurus dengan gaya yang bekerja. Semakin besar gaya yang bekerja (banyak orang) maka semakin besar percepatan benda (pesawat dapat bergerak).



## Hukum II Newton

### Contoh Soal

Sebuah benda dengan massa 2 kg dikenai gaya 20 N sehingga benda tersebut bergerak. Tentukanlah besar percepatan yang dialami benda tersebut!

### Penyelesaian

Diketahui:

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

$$F = 20 \text{ N}$$

Ditanyakan:  $a = \dots?$

Jawab:

$$a = \frac{\sum F}{m} = \frac{20}{2} = 10 \text{ m/s}^2$$

Jadi besarnya percepatan yang dialami benda tersebut adalah  $10 \text{ m/s}^2$ .

### 4.2.3. Hukum III Newton



Hukum III Newton

Apabila kamu memiliki sepatu roda, coba pakailah sepatu roda Anda. Kemudian ikatkan sebuah tali pada dinding, lalu tariklah tali tersebut. Apakah yang terjadi? Apabila kamu tarik dinding melalui tali, ternyata kamu tertarik oleh dinding, seolah-olah ada gaya yang menarikmu ke dinding sebagai reaksi dari gaya tarik yang kamu berikan. Kegiatan tersebut menunjukkan bahwa apabila kamu memberikan gaya aksi pada suatu benda, ternyata benda tersebut akan mengadakan gaya reaksi yang arahnya berlawanan. Adanya gaya aksi dan reaksi yang saling berlawanan saat suatu gaya bekerja pada benda dinyatakan oleh Newton dalam Hukum III Newton.

Hukum III Newton berbunyi:

*“Apabila sebuah benda mengerjakan gaya (gaya aksi) kepada benda yang lain, benda kedua akan mengerjakan gaya (gaya reaksi) pada benda pertama yang besarnya sama dan arahnya berlawanan”*

Secara matematis hukum III Newton dapat dirumuskan sebagai :

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

tanda ( - ) menunjukkan arah gaya yang berlawanan.



hukum III Newton

Aplikasi hukum III Newton ini terlihat dengan jelas pada orang yang menembakkan senapan (Lihat gambar di atas). Ketika peluru terdorong keluar senapan, senapan akan terdorong ke belakang. Hal tersebut terjadi karena adanya gaya reaksi yang dialami oleh peluru dan senapan.

## BAB V

### BUMI DAN TATA SURYA

#### 5.1. Proses Terbentuknya Bumi

Bumi yang kita tempati saat ini menurut para ilmuwan sudah terjadi berjuta – juta tahun yang lalu. Karena terjadinya sudah berjuta-juta tahun yang lalu, maka para ilmuwan senantiasa melakukan penelitian dan penyelidikan bagaimana asalmula terbentuknya bumi dan alam semesta ini. Berbagai pemikiran para ilmuwan terus berkembang hingga akhirnya pemikiran mereka menjadi sebuah teori yang dapat diterima dan berkembang luas sampai saat ini. Teori pembentukan bumi yang dikenal dan populer hingga saat ini yaitu: teori nebula, teori pasang surut gas, teori big bang, teori bintang kembar, dan teori planetesimal.

Kelima teori terbentuknya bumi tersebut didasarkan oleh pemikiran para ilmuwan dan berkembang sesuai masa hidup ilmuwan tersebut. Berikut uraian dari kelima teori terbentuknya bumi yang masih diterima oleh masyarakat luas.

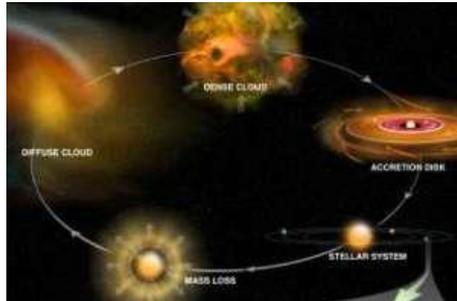
##### 5.1.1. Teori Nebula (Kabut)

Teori ini dikemukakan oleh dua ilmuwan yang berbeda masa, ilmuwan yang pertama mengungkapkan teori nebula adalah Immanuel Kant (1753) yang kemudian selang  $\pm 43$  tahun ilmuwan lain bernama Piere Simon de Laplace kembali mengungkapkan teori nebula tetapi sedikit ada beberapa perbedaan dari yang diungkapkan oleh Immanuel Kant. Walaupun ada perbedaan, konsep dasar yang dikemukakan Simon Piere masih sama yaitu pembentukan bumi sama-sama berawal dari kabut gas. Kedua teori ini kemudian dikenal sebagai teori nebula atau kabut. Berikut uraian teori nebula dari kedua ilmuwan tersebut.

##### a) Teori Nebula Immanuel Kant (1724-1804)

Immanuel Kant menyatakan bahwa pada awalnya terdapat massa kabut gas panas yang luas dan memiliki ketebalan tipis (tipis dalam hal ini tidak dapat dibandingkan dengan benda yang ada di bumi). Kabut gas tersebut berputar lambat secara sentripetal (berputar dengan arah menuju pusat). Dalam kurun waktu yang sangat lama, massa jenis kabut gas tersebut menjadi semakin tinggi sehingga terbentuk inti masaa di beberapa

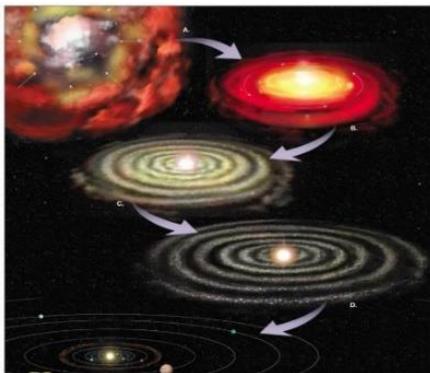
tempat namun tetap berputar. Inti massa yang berada di pusat memiliki suhu yang sangat tinggi dan berpijar dan kemudian terbentuklah matahari. Sedangkan inti massa lain yang berada di tepinya mengalami pendinginan dan menjadi planet (salah satunya bumi) dan satelitnya.



Gambar Teori Nebula Immanuel Kant, Sumber: [shorturl.at/BGUX5](http://shorturl.at/BGUX5)

#### b) Teori Nebula Piere Simon de Laplace (1749-1827)

Teori nebula yang dikemukakan oleh Piere Simon de Laplace sedikit berbeda dari yang dikemukakan Immanuel Kant, tetapi masih ada kesamaannya. Simon de Laplace mengungkapkan asal mula terbentuknya bumi yaitu berawal dari bola kabut gas yang sangat besar (besarnya tidak bisa kita bandingkan dengan benda yang ada di bumi) dan juga memiliki suhu yang sangat panas. Bola gas tersebut berputar cepat secara sentrifugal ( berputar dengan arah keluar dari pusat).



Gambar Teori Nebula Piere Simon de Laplace, Sumber: [shorturl.at/ipw12](http://shorturl.at/ipw12)

Bola gas yang sangat besar tersebut menagalaimi pelepasan sebagian materi sekelilingnya akibat dari perputaran yang terjadi terus menerus dalam kurun waktu yang sangat lama. Materi yang terlempar lama kelamaan mengalami pendinginan dan kemudian membentuk planet (salah satunya bumi) dan juga satelit. Bola gas panas yang masih berada dipusat perputaran tersebut kemudia yang disebut sebagai matahari.

**Pertanyaan bagi mahasiswa:**

Berdasarkan kedua pendapat tentang teori nebula tersebut, apakah perbedaan yang mendasar dari kedua teori tersebut?

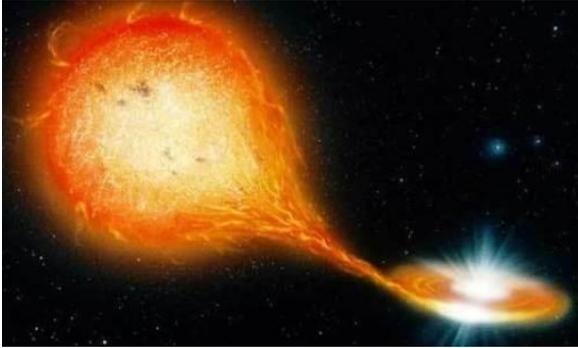
**c) Perinsip Utama Teori Nebula**

Pada dasarnya baik Immanuel maupun Simon Piere memiliki pemikiran yang sama yaitu bumi dan tatasurya terbentuk dari bola gas yang sangat besar. Bola gas yang berpijar berputar hingga sebagian massa dari bola gas tersebut terlepas keluar dan membentuk inti massa lain yang kemudian mengalami pendinginan hingga terbentuk planet-planet dan satelit, sedangkan bola gas yang masih berpijar disebut sebagai matahari.

Berdasarkan teori tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa alam semesta dan tatasurya yang berada didalamnya pada mulanya terbentuk dari sebuah kabut yang bersuhu sangat tinggi berputar hingga memadat dibagian

tengah. Dalam proses dan kurun waktu yang sangat lama kabut gas panas yang berpijar tersebut saling terpisah dan mengalami pendinginan dibagian luarnya. Kabut gas yang masih berpijar kemudian disebut sebagai bintang (salah satunya adalah matahari) sedangkan bongkahan kabut gas yang mengalami pendinginan kemudian disebut sebagai planet dan satelitnya serta benda langit lain.

### 5.1.2. Teori Pasang Surut Gas (Tidal)



Gambar Teori Pasang Surut Gas, Sumber: [shorturl.at/bmKMQ](http://shorturl.at/bmKMQ)

Hampir 2 abad setelah teori nebula, muncul teori baru tentang bagaimana terbentuknya bumi. Teori baru ini yang sekarang dikenal sebagai teori pasang surut gas. Teori ini dikemukakan oleh dua ilmuwan yaitu James Jeans dan Harold Jeffrey pada tahun 1918. Kedua ilmuwan ini mengemukakan bahwa bahwa ratusan juta tahun yang lalu ada sebuah bintang yang mendekati matahari (ini berarti matahari sudah ada pada awalnya). Dampak dari bintang yang dekat dengan matahari tersebut, terjadi pasang surut pada tubuh (gas pijar) matahari dan menyebabkan terbentuknya gunung-gunung raksasa pada tubuh matahari. Pasang surut tersebut terjadi karena ada gaya tarik dari bintang yang mendekat ke matahari. Hal ini sama seperti fenomena saat terjadi pasang surut air laut yang terjadi karena adanya gaya tarik dari bulan. Bedanya gaya tarik yang diberikan bintang terhadap matahari sangat besar sehingga gunung gunung yang terbentuk sangat tinggi dan menjulur keluar.

Gunung-gunung yang terbentuk ini masih berupa gas pijar yang kemudian terbentuk seperti sebuah lidah pijar dengan merentang panjang menuju bintang.

Proses ini terjadi dalam kurun waktu lama hingga lidah pijar ini membentuk perapatan gas-gas yang kemudian terpecah belah. Bola gas yang terpecah belah ini kemudian mengalami pendinginan dan kemudian terbentuklah planet yang salah satunya adalah bumi.

Planet planet yang terbentuk dari pecahan lidah gas matahari ini berpytar mengelilingi matahari dengan lintasan elips. Karena lintasan elips ini akan ada waktu ketika planet planet tersebut berada pada jarak yang terdekat dengan matahari, pada jarak yang terdekat ini, planet yang masih berupa gas dan belum sepenuhnya mendingin akan terpecah kembali dan kemudian membentuklah satelit. Salah satu satelit yang kita kenal di bumi ini adalah bulan. Namun beberapa planet yang tidak terpecah tidak memiliki satelit.

### 5.1.3. Teori Big Bang

Teori big bang merupakan teori yang sangat terkenal hingga saat ini dan sebagian besar ilmuwan moderen saat ini cenderung lebih mempercayai teori bigbang ketimbang teori yang lain. Hal ini karena ada beberapa bukti yang dapat terdeteksi dari teori big bang. Salah satu bukti yang terdeteksi adalah adanya radiasi gelombang mikro kosmis pada tahun 1964.



Gambar Teori Big Bang, Sumber: [shorturl.at/cuLO0](http://shorturl.at/cuLO0)

Teori big bang pertama kali dikemukakan oleh Abbe Georges Lemaitre sekitar tahun 1927. Georges menyatakan bahwa alam semesta ini awalnya berasal dari sebuah gumpalan superatom yang berbentuk bola api yang berukuran sangat kecil (benar benar kecil hingga tidak dapat dilihat mata). Gumpalan bola api ini

memiliki massa jenis yang luar biasa besar dan memiliki suhu sekitar kurang lebih 1 triliyun derajat celcius (sangat panas, hampir 70 kali suhu bumi).

Sesaat sebelum terjadi ledakan, gumpalan bola api ini ukurannya bertambah besar. Semakin lama ukurannya bertambah dengan sangat cepat hingga sekitar 13,7 milyar tahun yang lalu gumpalan bola tersebut meledak dan memuntahkan isinya diluar angkasa yang kemudian membentuk galaksi dan nebula-nebula. Selama jangka waktu kurang lebih 4,6 milyar tahun, nebula-nebula tersebut membeku dan membentuk suatu galaksi yang disebut dengan nama Galaksi Bima Sakti, kemudian membentuk sistem tata surya. Sementara itu, bagian ringan yang terlempar ke luar tadi mengalami kondensasi sehingga membentuk gumpalan-gumpalan yang mendingin dan memadat. Kemudian, gumpalan-gumpalan itu membentuk planet-planet, yang salah satunya adalah planet bumi.

Sampai saat sekarangpun pergerakan dari hasil ledakan yang terjadi masih terus bergerak, hal ini seperti yang diungkapkan para ilmuan bahwa alam semesta masih terus berkembang dari waktu ke waktu hingga luas alam semesta yang tak terbatas. Alam semesta yang berawal dari bola gas yang sangat panas yang berkembang hingga menghasilkan ledakan maha dahsats masih terus berkembang hingga kurun waktu tertentu sampai pergerakannya terhenti dan akan kembali ke dalam kesetimbangan.

#### 5.1.4. Teori Bintang Kembar

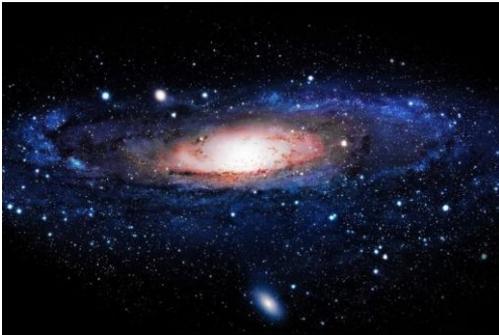


Gambar Teori Bintang Kembar, Sumber: [shorturl.at/mADUY](http://shorturl.at/mADUY)

Teori bintang kembar pertama kali dikemukakan oleh seorang astronom dari inggris bernama Raymond Arthur Lyttleton pada tahun 1930. R A

Lyttleton menyatakan bahwa ada dua bintang kembar di dunia ini, kemudian salah satu bintang tersebut meledak. Ledakan salah satu bintang ini menyebarkan serpihan material berupa batuan, gas, debu dan berbagai macam material, mengelilingi bintang lain yang tidak meledak. Seiring berjalannya waktu, batuan dan material lain tersebut berubah menjadi planet-planet dan segala macam isinya. Sementara, bintang kembar lainnya yang tidak meledak tetap terus ada dan yang sekarang disebut sebagai matahari. Serpihan ledakan bintang yang kemudian membentuk planet masih memiliki gaya gravitasi namun menjadi lebih kecil karena massanya. Akibat gaya gravitasinya yang kecil planet-planet tersebut mendapat tarikan dari bintang lain (matahari) hingga akhirnya berputar membentuk lintasan tertentu.

#### 5.1.5. Teori Keadaan Tetap (The steady state theory)



Gambar Teori Keadaan Tetap, Sumber: [shorturl.at/acJO4](http://shorturl.at/acJO4)

Teori keadaan tetap pertama kali dikemukakan oleh H. Bondi, T. Gold, dan F. Hoyle dari Universitas Cambridge pada tahun 1948. Teori ini menyatakan bahwa bumi dan alam semesta terjadi begitu saja dengan jumlah dan luasnya tak terbatas sehingga akan selalu terlihat tetap. Jumlah galaksi dan komponen alam semesta ini dari dulu sampai sekarang selalu sama. Awal mula teori ini berasal dari teori kosmologi sempurna yang menyatakan bahwa alam semesta di manapun dan selalu sama. Teori ini ditunjang oleh kenyataan bahwa galaksi baru mempunyai jumlah yang sebanding dengan galaksi lama. Jadi, teori ini beranggapan bahwa alam semesta itu tak terhingga besarnya dan tak terhingga tuanya.

Teori keadaan tetap berlawanan sekali dengan teori big bang. Pada teori keadaan tetap yang menyebutkan alam semesta termasuk bumi didalamnya akan selalu dalam keadaan tetap, sedangkan pada teori big bang alam semesta dan bumi yang berada didalamnya akan selalu berkembang hingga titik batas tertentu.

**Pertanyaan bagi mahasiswa:**

Berdasarkan kelima teori pembentukan bumi, adakah salah satu teori tersebut yang dapat digunakan untuk menjelaskan kondisi magma yang ada diperut Bumi?

## 5.2. Karakteristik Planet Bumi

Planet bumi adalah salah satu planet anggota tatasurya yang memiliki 1 satelit yaitu bulan. Planet bumi merupakan satu satunya planet yang dapat ditempati oleh makhluk hidup (sampai saat ini para ilmuwan masih meneliti planet - planet lain yang mungkin ada tanda tanda kehidupan makhluk hidup).



Gambar Teori Keadaan Tetap, Sumber: [shorturl.at/acJO4](http://shorturl.at/acJO4)

Planet bumi disebut juga sebagai planet biru, hal ini dikarenakan permukaan bumi yang sebagian besar berupa lautan. Dalam urutan tata surya, bumi berada di urutan ke 3 setelah planet venus. Bumi memiliki diameter sebesar  $\pm 6370$  km. Jarak bumi ke matahari  $\pm 150$  juta Km, sedangkan waktu yang ditempuh bumi untuk berputar mengelilingi matahari (berevolusi) selama  $365\frac{1}{4}$  hari (biasa dibulatkan menjadi 365 hari). Waktu yang dibutuhkan untuk berputar pada porosnya (berotasi) selama 23 jam 56 menit 4,091 detik (biasa dibulatkan menjadi 24 jam). Waktu rotasi dan revolusi bumi akan mengalami perlambatan akibat gaya gravitasi bulan (perlambatan rotasi bumi dalam kurun waktu 1 bad berkisar 1,7 milidetik).

Planet bumi terdiri dari 2 lapisan utama, yaitu lapisan Eksternal dan lapisan internal. Lapisan eksternal berada diatas permukaan bumi sedangkan lapisan internal berada di bawah lapisan bumi.. Masing masing dari kedua lapisan ini masih memiliki bagian lapisan-lapisan lain yang dibedakan berdasarkan zat/mineral penyusunnya. Bumi yang merupakan tempat tinggal makhluk hidup memiliki 2 bagian utama yaitu daratan dan lautan. Bagin daratan sering disebut sebagai benua sedangkan untuk bagian lautan disebut sebagai samudra.

### 5.2.1. Struktur Bumi

Bumi yangmurapakn bagian dari plaet anggota tatasurya memiliki struktur yang berlapis lapis. Lapisan bumi secara garis besar dibedakan menjadi 2 lapisan yaitu lapisan internal dan lapisan eksternal. Kedua lapisan tersebut dibedakan berdasarkan letaknya dilihat dari permukaan bumi. Berikut penjelasan dari masing masing lapisan tersebut:

#### 1. Lapisan Internal Bumi

Bumi yang kita tempati dan tempat tinggal makhluk hidup lain ini secara umum terdiri dari beberapa lapisan yaitu bagian lapisan paling atas disebut *litosfer* atau *crust*, bagian lapisan di bawahnya adalah *astenosfer* atau mantel dan bagian lapisan paling bawah adalah inti bumi. Para ilmuwan dapat mebagi lapisan bumi ini menjadi tiga lapisan bagian utama dengan menggunakan metode geofisika (dengan cara mempelajari sifat sifat fisika bumi), yaitu dengan membedakan kecepatan rambatan getaran atau gelombang seismik, sifat kemagnetannya dan gaya berat serta data panas bumi.

Melalui serangkaian uji percobaan para ilmuwan memperoleh data yang berkaitan dengan cepat rambat gelombang, sifat kemagnetan disetiap kedalaman bumi serta data panas bumi pada tiap kedalaman tertentu dari permukaan bumi hingga ke pusat atau inti bumi maka ditetapkanlah tiga lapisan utama tersebut. Dengan metode geofisika tersebut para ilmuwan berhasil menentukan berat jenis bumi keseluruhan yaitu sekitar  $5,52 \text{ gr/cm}^3$ . Kerak bumi yang merupakan lapisan terluar bumi memiliki berat jenis berkisar antara  $2,5 \text{ gr/cm}^3$  sampai  $3,0 \text{ gr/cm}^3$ , semakin dalam berat jenisnya akan bertambah semakin besar. Berdasarkan berat jenis pada lapisan kerak bumi tersebut, dapat diketahui bahwa material penyusun bagian dalam bumi merupakan material yang lebih berat dengan berat jenis yang lebih besar daripada batuan yang menyusun kerak bumi.

Berikut detail uraian masing masing dari lapisan internal bumi

a) Lapisan *Litosfer*

Litosfer berasal dari kata *lithos* artinya batuan, dan *sphere* artinya lapisan. Secara harfiah litosfer adalah lapisan Bumi yang paling luar atau biasa disebut dengan kulit Bumi. Pada lapisan ini pada umumnya terjadi dari senyawa kimia yang kaya akan  $\text{SiO}_2$  (silikon dioksida). Litosfer Bumi terdiri dari kerak dan bagian teratas dari mantel Bumi yang mengakibatkan kerasnya lapisan terluar dari planet Bumi. Kerak samudra mempunyai ketebalan sekitar 5–10 km sedangkan kerak benua mempunyai ketebalan sekitar 20–70 km. Penyusun kerak samudra yang utama adalah batuan basalt, sedangkan batuan penyusun kerak benua yang utama adalah granit, yang tidak sepadat batuan basalt.

Kerak Bumi dan sebagian mantel bumi membentuk lapisan litosfer dengan ketebalan total kurang lebih 80 km. Temperatur kerak meningkat seiring kedalamannya. Pada batas terbawahnya temperatur kerak menyentuh angka 1.100 C. Litosfer terpecah menjadi beberapa lempeng tektonik yang mengakibatkan terjadinya gerak benua akibat konveksi yang terjadi dalam astenosfer. Unsur-unsur kimia utama pembentuk kerak bumi adalah: Oksigen (O) (46,6%), Silikon (Si) (27,7%), Aluminium (Al) (8,1%), Besi (Fe) (5,0%), Kalsium (Ca) (3,6%), Natrium (Na) (2,8%), Kalium (K) (2,6%), Magnesium (Mg) (2,1%).

b) Lapisan *astenosfer*

Setelah lapisan litosefer, lapisan yang kedua adalah lapisan astenosfer atau sering disebut sebagai lapisan mantel bumi. Lapisan astenosfer juga disebut sebagai selubung bumi kaerena lapisan ini menyelubungi inti bumi, serta merupakan bagian terbesar dari bumi yaitu memiliki volume sekitar 83.2 persen dari volume total dan memiliki massa sekitar 67.8 persen dari keseluruhan masa bumi. Lapisan astenosfer terdiri dari material yang berfrasa cair. Pada lapisan ini tempat terjadinya pergerakan lempeng-lempeng yang disebabkan oleh gaya konveksi atau energi dari panas bumi. Akibat pergerakan lempeng – lempeng bumi inilah yang membuat permukaan bumi akan selalu berubah dari waktu ke waktu.

Ketebalan dari lapisan astenosfer berkisar 2.883 km. Pada wilayah selubung bagian atas akan mulai terbentuk intrusi (pengkristalan) magma yang diakibatkan oleh batuan yang menyusup dan meleleh. Lapisan astenosfer terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan astenosfer bagian luar dan lapisan astenosfer bagian dalam.

Lapisan astenosfer luar berada antara 10 hingga 300 km di bawah permukaan bumi. Temperatur mantel luar berada pada suhu 1.400 °C hingga 3.000 °C dengan berat jenis 3,4 hingga 4,3 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan lapisan astenosfer bagian dalam berada pada kedalaman 300 Km hingga 2.890 km di bawah permukaan bumi. Suhu pada lapisan astenosfer dalam sekitar 3.000 °C. Batuan pada mantel dalam lebih kental karena adanya tekanan tinggi dan rata-rata memiliki berat jenis 4,3 gr/cm<sup>3</sup> hingga 5,4 gr/cm<sup>3</sup>.

### c) Lapisan Inti Bumi

Lapisan yang paling dalam dari permukaan bumi adalah lapisan inti bumi. Lapisan inti bumi terletak pada kedalaman sekitar 2900 km dari dasar kerak bumi. Lapisan Inti bumi dibagi menjadi dua bagian yaitu lapisan inti bumi bagian luar dan lapisan inti bumi bagian dalam. Lapisan inti bumi luar berada pada kedalaman sekitar 2.890 – 5.150 km di bawah permukaan bumi. Ketebalan lapisan inti bumi bagian luar sekitar 2.200 km, dan tersusun dari besi, nikel, 10% sulfur dan oksigen. Material penyusun inti luar bersifat cair, kental, dan panas yang berpijar dengan suhu sekitar 3.900 °C hingga 5.000 °C dengan berat jenis 10 – 12 gr/cm<sup>3</sup>.

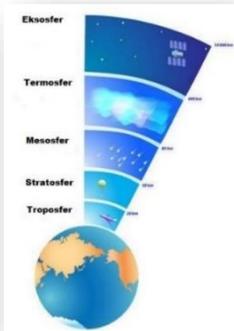
Lapisan Inti bumi bagian dalam berada pada kedalaman sekitar 5.150 km hingga 6.370 km di bawah permukaan bumi. Ketebalan bagian inti dalam sekitar 1.250 km hingga 2.500 km. lapisan Inti dalam tersusun dari besi, nikel dan unsur ringan seperti sulfur, karbon dan oksigen. Suhu pada lapisan inti dalam sangat tinggi, mencapai 4.800 °C hingga 6.000 °C. walaupun suhunya yang sangat tinggi, pada lapisan intibumi ini tetap dalam keadaan padat, hal ini dikarenakan tekanan yang sangat tinggi pada kedalaman tersebut. Berat jenis inti dalam sekitar 15 gr/cm<sup>3</sup>

Batas antara lapisan astenosfer dengan lapisan inti bumi ditandai dengan penurunan kecepatan gelombang P secara drastis dan gelombang S yang tidak diteruskan. Hal ini karena terjadi peningkatan pada berat jenis material penyusun inti bumi dan perubahan sifat material dari yang bersifat padat menjadi bersifat cair. Meningkatnya berat jenis disebabkan karena perubahan dari material silikat yang menyusun selubung bumi menjadi material campuran logam yang kaya akan besi (Fe) di inti bumi. Perubahan sifat material menjadi cairan disebabkan karena turunnya titik lebur material yang mengandung besi dibandingkan material yang kaya silikat. Itulah sebabnya material yang menyusun inti bumi bagian luar

berupa cairan yang kaya logam Fe. Sebaliknya semakin bertambahnya tekanan ke bagian yang semakin dalam akan mengakibatkan naiknya titik lebur material logam. Hal ini menyebabkan material yang menyusun inti bumi bagian dalam merupakan material logam yang bersifat padat.

## 2. Lapisan Eksternal Bumi

Lapisan eksternal bumi merupakan lapisan yang berada di atas permukaan bumi. Lapisan ini disebut sebagai atmosfer bumi yang terdiri dari eksosfer, termosfer, mesosfer, stratosfer dan troposfer.



*Atmosfer* merupakan lapisan gas yang melingkupi sebuah planet. Di Bumi, atmosfer terdapat dari ketinggian 0 km di atas permukaan tanah, sampai dengan sekitar 560 km dari atas permukaan Bumi. Atmosfer tersusun atas beberapa lapisan, yang dinamai menurut fenomena yang terjadi di lapisan tersebut. Transisi antara lapisan yang satu dengan yang lain berlangsung bertahap. *Atmosfer* Bumi terdiri atas nitrogen (78.17%) dan oksigen (20.97%), dengan sedikit argon (0.9%), karbondioksida (variabel, tetapi sekitar 0.0357%), uap air, dan gas lainnya. Atmosfer melindungi kehidupan di bumi dengan menyerap radiasi sinar ultraviolet dari Matahari dan mengurangi suhu ekstrem antara siang dan malam

Gambar Ilustrasi Lapisan Atmosfer Bumi, Sumber [shorturl.at/dikKU](http://shorturl.at/dikKU)

### a. Lapisan Troposfer

Lapisan troposfer merupakan lapisan yang berada diantara 0 km di atas permukaan tanah hingga pada ketinggian 15 km. Ketebalan lapisan troposfer di setiap tempat di bumi akan berbeda beda. Troposfer memiliki ketebalan rata-rata sebesar 12 km yang membentang mulai dari permukaan bumi dengan ketinggian 16 km di daerah khatulistiwa dan mencapai ketinggian 8 km di daerah kutub. Lapisan troposfer berupa campuran dari 90% uap air dan 75% gas. Gas yang terdapat pada lapisan troposfer berupa 75% Nitrogen, 21% Oksigen, 1% Karbondioksida, argon, dan gas lainnya.

Suhu pada lapisan troposfer bervariasi sesuai dengan ketinggian. Suhu lapisan stratosfer akan berkurang sebesar  $0,5^{\circ}\text{C}$  sampai  $0,6^{\circ}\text{C}$  setiap ketinggian 100m. Hal tersebut berarti semakin tinggi dari permukaan tanah, suhu akan

semakin menurun. Itulah sebabnya suhu didaerah pegunungan akan lebih dingin ketimbang suhu pada daerah yang lebih rendah.

Troposfer merupakan Satu-satunya lapisan yang mengandung es dan uap air, juga tempat terjadinya aktivitas cuaca, seperti awan, hujan, angin, salju, petir, dan penguapan. Pada lapisan stratosfer terjadi pemindahan energi, dan juga tiupan angin semakin cepat seiring bertambahnya ketinggian.

#### b. Lapisan Stratosfer

Lapisan stratosfer merupakan lapisan kedua jika diukur dari permukaan bumi setelah lapisan troposfer. Lapisan stratosfer berada pada ketinggian diantara 15 km hingga 50 km dari permukaan bumi. Pada lapisan stratosfer terdapat lapisan pelindung bumi dari sengatan sinar ultraviolet (UV) yang disebut sebagai lapisan Ozon ( $O_3$ ) yaitu terletak sekitar pada ketinggian 20 km diatas permukaan bumi. Lapisan Ozon mampu menyerap radiasi (pancaran) sinar ultraviolet dari cahaya matahari sehingga hanya sebagian kecil sinar ultraviolet yang sampai di permukaan bumi. Bahaya dari paparan sinar ultraviolet diantaranya dapat mengakibatkan kanker kulit, kerusakan pada mata, serta penuaan dini pada kulit.

Lapisan stratosfer memiliki ciri-ciri diantaranya tidak mengandung uap air, ataupun debu, suhu pada lapisan ini sangat rendah yaitu mencapai  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  atau lebih rendah dari titik beku air yang hanya pada  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Lapisan stratosfer memiliki tiga bagian lapisan lain yaitu lapisan isothermis, lapisan panas, dan lapisan campuran teratas.

##### 1) Lapisan Isothermis

Lapisan isothermis merupakan lapisan yang berada paling bawah di lapisan stratosfer. Lapisan isothermis berada pada lapisan paling bawah stratosfer hingga mencapai jarak 20 km. Suhu udara atau temperatur pada lapisan ini bersifat tetap.

##### 2) Lapisan panas

Lapisan panas merupakan lapisan yang berada di atas lapisan isothermis. Pada lapisan ini sudah terjadi peningkatan suhu atau temperatur hingga ketinggian mencapai kurang lebih 45 kilometer. Terjadinya

kenaikan suhu pada lapisan ini karena adanya lapisan ozon yang menyerap sinar ultraviolet (UV) yang dipancarkan oleh matahari. Oleh sebab itu lapisan ini akan terasa panas sehingga sudah tidak ditemukan lagi uap air, awan, maupun debu- debu atmosfer. Pada lapisan ini biasanya tempat melintasnya pesawat- pesawat dengan mesin jet karena menghindari adanya perubahan cuaca.

### 3) Lapisan campuran teratas

Lapisan stratosfer yang paling atas adalah lapisan campuran teratas. Karena letaknya yang paling atas, maka lapisan ini letaknya paling dekat dengan lapisan mesosfer. Pada lapisan campuran teratas ini akan dapat ditemukan lapisan stratopause, yakni batas pertemuan antara lapisan stratosfer dengan lapisan mesosfer. Batas lapisan stratosfer dan mesosfer tidak terjadi secara langsung, tetapi terjadi secara berkala. Artinya batasan lapisan tidak akan terlihat seperti batas antara percampuran air dengan minyak melainkan seperti gradasi warna merah dan putih. Suhu pada lapisan stratopause berkisar  $5^{\circ}\text{C}$  dengan ketinggian kurang lebih 50Km diatas permukaan tanah.

### c. Lapisan Mesosfer

Lapisan ketiga jika diukur dari permukaan tanah adalah lapisan mesosfer. Lapisan mesosfer terletak diantara ketinggian 60 sampai 80 Km. Suhu pada lapisan mesosfer sangat dingin yaitu mencapai  $-100^{\circ}\text{C}$ . pada lapisan mesosfer inilah terjadi penguraian meteorit (benda langit yang memasuki medan gravitasi bumi) karena suhu lapisan mesosfer rendah sedangkan suhu meteorid yang tinggi akibat tekanan ram akan pecah menjadi bagian bagian kecil dan tidak membahayakan. Sebutan meteor dan meteorit memiliki arti yang berbeda. Perbedaannya adalah meteor didefinisikan sebagai lintasan jatuhnya meteorit, sedangkan meteorit adalah benda langitnya.

### d. Lapisan Termosfer

Lapisan terluar kedua dari atmosfer bumi adalah lapisan termosfer. Lapisan termosfer terletak pada ketinggian sekitar 81 Km. Suhu pada lapisan termosfer mengalami kenaikan yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan lapisan mesosfer yaitu berkisar antara  $0^{\circ}\text{C}$  sampai  $70^{\circ}\text{C}$ . lapisan termosfer

terdiri dari tiga bagian lapisan yaitu lapisan E yang terletak pada ketinggian antara 81 Km hingga 150 Km diatas permukaan tanah, Lapisan F yang terletak pada ketinggian 150 Km sampai 400 Km dan disebut sebagai lapisan APPLETON, dan lapisan yang ketiga adalah lapisan udara atom yang terletak pada ketinggian 400 Km hingga 800Km.

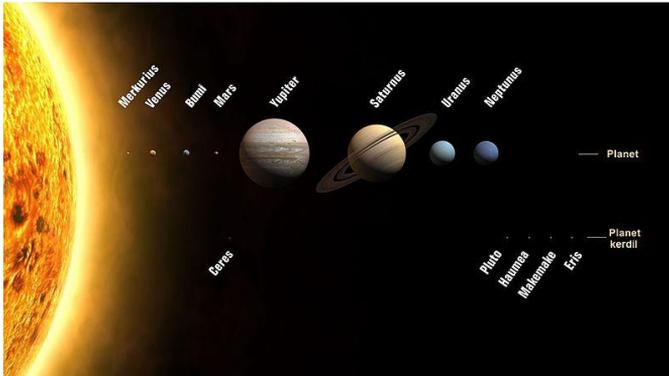
Lapisan E dan juga Lapisan F merupakan lapisan yang sangat berpengaruh terhadap perkembangan teknologi sampai saat ini karena pada lapisan inilah gelombang radio dipantulkan kembali kepermukaan bumi, sehingga manusia dapat berkomunikasi dalam radius tertentu. Hal tersebut terjadi karena pada lapisan tersebut terjadi proses ionisasi akibat radiasi cahaya matahari. Sedangkan lapisan udara atom merupakan lapisan yang suhunya sangat tinggi yaitu mencapai 1200°C (besi dapat meleleh pada suhu ini). Pada lapisan ini juga tempat terjadinya aurora yang tampak sangat indah dilihat dari permukaan bumi.

#### e. Lapisan Eksosfer

Lapisan terluar dari atmosfer bumi adalah eksosfer, Lapisan ini berada di luar angkasa dengan ketinggian 800 Km hingga 3260 Km diatas permukaan tanah dan terdiri dari gas Hidrogen. Pada lapisan eksosfer kadar udara sangat tipis bahkan tidak ada pada lapisan terluarnya. Satelit buatan manusia akan beredar dan berada pada lapisan eksosfer ini, penampakan cahaya - cahaya bintang redup pun juga terdapat pada lapisan eksosfer. Gaya gravitasi bumi pun pada ketinggian ini juga sangat rendah.

### 5.3. Sistem Tata Surya

Sistem tata surya merupakan suatu susunan benda-benda langit yang terdiri dari Bintang, planet, satelit serta benda langit lain seperti asteroid, komet dan meteorid. Dalam sistem tata surya, semua benda langit mendapat pengaruh tarikan dari gaya gravitasi bintang ( dalam hal ini Matahari) sehingga akan selalu berada pada area jangkauan matahari.



Gambar sistem tatasurya, sumber [shorturl.at/uEMV0](http://shorturl.at/uEMV0)

Tatasurya merupakan suatu susunan benda benda langit yang berputar mengelilingi matahari sebagai pusatnya. Benda benda langit yang dimaksud adalah 8 planet yang berputas dengan orbit elips, satelit alam, serta komet, asteroid dan meteorid. Bumi yang merupakan anggota dari 8 planet berada pada urutan ke 3 setelah mekuarius dan venus.

Matahari sebagai pusat tata surya memiliki massa 332 946 kali massa bumi. Matahari sebagai bintang karena mampu memancarkan cahaya sendiri, berbeda dengan planet dan satelit yang tidak mampu memancarkan cahaya sendiri. Urutan planet dari yang paling dekat dengan matahari yaitu Mekuarius, Venus, bumi, Mars, Yupiter, Saturnus dan Neptunus. Dari kedelapan planet tersebut sampai saat ini deketahui hanya planet bumi yang memiliki kehidupan, sedangkan planet yang lain belum ditemukan tanda - tanda adanya kehidupan.

Karakteristik dari masing masing planet berbeda beda tetapi semua dari delapan planet tersbut memiliki beberapa kesamaan yaitu semua planet berputar pada porosnya atau disebut sebagai rotasi. Artinya semua planet yang berputar mengelilingi matahari juga berputas mengelilingi porosnya, akan tetapi dalam periode waktu yang berbeda - beda. Satelit alam yang terdapat pada masing masing planetpun juga tidak sama baik dari jumlah maupun ukuran. Planet merkuarius dan venus tidak memiliki satelit, sedangkan planet yang lainnya memiliki satelit alam masing masing. Bumi memiliki 1 satelit yang disebut sebagai bulan, mars memiliki 2 satelit yaitu phobos dan

deimos, planet yupiter dan saturnus memiliki masing masing 67 dan 62 satelit, sedangkan uranus dan neptunus memiliki 27 dan 14 satelit.

## 1. Planet Merkuarius

Merkurius merupakan planet terkecil di dalam tata surya dan juga yang terdekat dengan Matahari. Kecerahan planet merkuarius berkisar di antara -2 sampai 5,5 dalam magnitudo tampak namun tidak mudah terlihat karena sudut pandangnya dengan Matahari kecil. Jarak terdekat dengan matahari sekitar 47 juta km dan jarak terjauhnya sekitar 70 juta km.



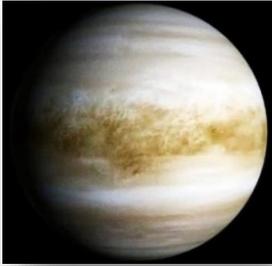
<p>Jarak dari Matahari: 57,91 juta Km Periode Revolusi: 88 hari bumi Periode Rotasi : 59 hari bumi Kecepatan rotasi ekuator: 10,892 Km/j Jumlah Satelit : 0 Satelit Diameter : 4.880 km Massa : <math>3,302 \times 10^{23}</math> kg</p>
--

Gambar planet Merkurius, Sumber: [shorturl.at/HZ158](http://shorturl.at/HZ158)

Atmosfer planet merkurius sangat tipis yaitu sekitar 38 persen gravitasi bumi. Atmosfer merkurius terbentuk dari atom yang memiliki berbagai macam unsur. Karena jaraknya yang sangat dekat dengan matahari mengakibatkan suhu di planet merkurius sangat tinggi 430 °C dengan rata rata 70 °C pada daerah yang terkena matahari, sedangkan pada daerah yang tidak terkena matahari suhunya turun drastis yaitu mencapai -180 °C dengan rata rata -70°C. Perubahan suhu yang sangat ekstrim tersebut yang membuat planet merkuarius tidak mungkin akan adanya kehidupan.

## 2. Planet Venus

Venus merupakan planet pada urutan kedua dari matahari dengan jarak 108,2 juta km dari matahari dan berjarak 38,2 juta km dari bumi. Planet venus atau sering dikenal sebagai “bintang senja” (pengertian bintang disini bukan berarti planet venus dapat memancarkan cahaya sendiri melainkan jika diamati dari bumi, venus terlihat pada saat senja seperti bintang yang kerkelip).



Jarak dari Matahari: 108,2 juta Km  
Periode Revolusi: 225 hari bumi  
Periode Rotasi : 243 hari bumi  
Kecepatan rotasi ekuator: 35,02 Km/j  
Jumlah Satelit : 0 Satelit  
Diameter : 12.104 km  
Massa :  $4,8676 \times 10^{24}$  kg

Gambar Planet Venus, Sumber: [shorturl.at/pCHP6](http://shorturl.at/pCHP6)

Atmosfer planet venus memiliki tekanan yang lebih tebal dari bumi yaitu berkisar antara 92 kali lebih besar dari atmosfer bumi yang terdiri dari 96,5% karbon dioksida dan 3,5% nitrogen. Walaupun merupakan planet kedua setelah merkurius, planet venus memiliki suhu yang lebih tinggi yaitu mencapai 462 °C. Suhu yang tinggi pada planet venus terjadi karena kepadatan pada lapisan atmosfernya. Permukaan Venus sekitar 80% terdiri dari daratan vulkanik, dan 70% merupakan daratan dengan bubungan berkerut serta 10% daratan yang halus dan berlekuk.

### 3. Planet Bumi

Planet bumi merupakan planet dengan urutan ke 3 dari matahari. Satu satunya planet dalam tata surya yang terdapat kehidupan. Planet bumi terdiri dari daratan dan lautan yang terbagi berkisar 75% lautan dan sisanya merupakan daratan.



Jarak dari Matahari: 149,6 juta Km  
Periode Revolusi: 365 hari 6 jam  
Periode Rotasi : 23 jam 56 menit  
Kecepatan rotasi ekuator: 29,78 Km/j  
Jumlah Satelit : 1 Satelit (bulan)  
Diameter : 12.742 km  
Massa :  $5,972 \times 10^{24}$  kg

Gambar planet Bumi, Sumber: [shorturl.at/bkNP5](http://shorturl.at/bkNP5)

### 4. Planet Mars

Mars merupakan planet ke 4 pada urutan tatasurya, dengan jarak kematahari sebitar 227 juta km. Planet mars terlihat merah karena mengandung besi oksida dipermukaannya. Lapisan atmosfer planet mars lebih tipis dari pada lapisan bumi

dan terdiri dari gas karbondioksida (95%), nitrogen (3%), argon, oksigen, dan uap air. Berdasarkan unsur yang terdapat pada lapisan atmosfer planet mars, para ilmuwan selalu melakukan penelitian untuk memungkinkan planet mars dapat ditempati manusia dan makhluk hidup lainnya.



Jarak dari Matahari: 227 juta Km  
Periode Revolusi: 687 hari 6 jam  
Periode Rotasi : 24,6 jam  
Kecepatan rotasi ekuator: 20,007 Km/j  
Jumlah Satelit : 2 Satelit (Phobos 7 Deimos)  
Diameter : 6.779 km  
Massa :  $5,972 \times 10^{24}$  kg

Gambar Planet Mars, Sumber: [shorturl.at/ehBT7](http://shorturl.at/ehBT7)

## 5. Planet Jupiter

Planet pada urutan kelima yaitu jupiter, dengan jarak rata rata ke matahari sekitar 778,55 juta km. Planet jupiter merupakan planet dengan ukuran terbesar jika dibandingkan dengan ke 7 planet yang lain, yaitu 10 kali lebih besar dibandingkan dengan bumi. Walaupun ukurannya 10 kali lebih besar dari bumi, jika dibandingkan dengan matahari maka jupiter masih sangat kecil karena hanya sepersepuluhnya dari ukuran matahari. Atmosfer pada planet jupiter pun juga yang paling besar dan terdiri atas beberapa lapisan dengan tersusun secara horizontal. Suhu planet jupiter sangat rendah yaitu berkisar antara  $-158^{\circ}\text{C}$  sampai  $-108^{\circ}\text{C}$  yang berarti tidak memungkinkan untuk adanya kehidupan.



Jarak dari Matahari: 778,55 juta Km  
Periode Revolusi: 11,86 Tahun  
Periode Rotasi : 9,9 Hari  
Kecepatan rotasi ekuator: 45,3 Km/j  
Jumlah Satelit : 67 Satelit  
Diameter : 139.822 km  
Massa :  $1,8986 \times 10^{27}$  kg

Gambar Planet Jupiter, Sumber: [shorturl.at/dlyV0](http://shorturl.at/dlyV0)

## 6. Planet Saturnus

Sturnus merupakan planet pada urutan ke enam dari matahari dan merupakan planet terbesar kedua. Ciri khas dari planet saturnus adalah terdapatnya lapisan yang menyerupai cincin. Permukaan saturnus tidak padat berbatuan seperti planet bumi, melainkan berupa gas helium, hidrogen dan es. Karena jaraknya yang sangat jauh dengan matahari, suhu pada planet saturnuspun juga sangat rendah yaitu berkisar antara -186 °C sampai -136°C.

Atmosfer pada planet saturnus tersusun atas gas amonia dan metana. Lapisan terlihat seperti cincin tersebut merupakan gumpalan-gumpalan dar es. Saturnus memiliki satelit sebanyak 56 dan baru 21 yang sudah dapat diidentifikasi oleh NASA. 21 satelit tersebut diantaranya adalah Atlas, 1980 S27, 1980 S26, Euphemetheus, Janus, Mimas, Coorbital, Encelandus, Tethys, Telesto, Calypso, Dione, Dione coorbital, 1980 S5, 1980 S6, Rhea, Titan, Hyperion, Lapetus, Phoebe.



Jarak dari Matahari: 1,4 Miliar Km  
Periode Revolusi: 29,5 Tahun  
Periode Rotasi : 10,7 Jam  
Kecepatan rotasi ekuator: 35,5 Km/j  
Jumlah Satelit : 56 Satelit  
Diameter : 116.464 km  
Massa :  $5,6848 \times 10^{26}$  kg

Gambar Planet Saturnus, Sumber: [shorturl.at/amjNZ](http://shorturl.at/amjNZ)

## 7. Planet Uranus

Uranus merupakan planet yang terletak pada urutan ke 7 dari sistem tatasurya. Planet uranus merupakan planet dengan ukuran terbesar ketiga setelah saturnus dan jupiter, jaraknya terhadap matahari yang terdekat sekitar 2,6 miliar Km dan jarak terjauhnya sekitar 3,2 Miliar Km. planet uranus memiliki 2 musim sama seperti halnya planet planet lain, perbedaannya terdapat pada durasi/lamanya waktu tiap musim tersebut. Musim yang terjadi pada planet uranus yaitu musim panas dan musim dingin. Musim panas pada planet uranus terjadi dalam selang waktu 42 tahun, hal tersebut terjadi karena jaraknya terhadap matahari yang sangat jauh.



Jarak dari Matahari: 2,871 Miliar Km  
Periode Revolusi: 84 Tahun  
Periode Rotasi : 17 Jam 14 menit  
Kecepatan rotasi ekuator: 9,32 Km/j  
Jumlah Satelit : 27 Satelit  
Diameter : 25,63 km  
Massa :  $8,6810 \times 10^{25}$  kg

Gambar Planet Uranus, Sumber: [shorturl.at/luxAP](http://shorturl.at/luxAP)

## 8. Planet Neptunus

Planet terakhir dari sistem tatasurya yaitu Neptunus. Planet neptunus memiliki warna biru seperti bumi, bedanya pada planet bumi terdapat kehidupan sedangkan planet neptunus tidak. Warna biru pada neptunus disebabkan karena susunan atmosfernya yang terdiri dari gas helium dan hidrogen. Planet neptunus memiliki usia yang hampir sama seperti usia matahari yaitu sekitar 4,6 miliar tahun.



Jarak dari Matahari: 4,495 Miliar Km  
Periode Revolusi: 164 Tahun  
Periode Rotasi : 6 Jam 6 menit  
Kecepatan rotasi ekuator: 9,66 Km/j  
Jumlah Satelit : 13 Satelit  
Diameter : 49,244 km  
Massa :  $1,0243 \times 10^{26}$  kg

Gambar Planet Neptunus, Sumber [shorturl.at/cxEF3](http://shorturl.at/cxEF3)

## BAB VI

### KEANEKARAGAMAN MAHKLUKHIDUP DAN PERSEBARANNYA

#### 6.1. Keanekaragaman Mahhluk Hidup

Keanekaragaman makhluk hidup atau keanekaragaman hayati adalah suatu variasi yang terdapat pada makhluk hidup pada lingkungan tertentu. Keanekaragaman yang terjadi bisa dari sisi perbedaan ciri makhluk hidup mulai dari warna, bentuk, habitat, ukuran dan sebagainya. Adanya keanekaragaman makhluk hidup memberikan manfaat tersendiri bagi kehidupan manusia. Berikut adalah manfaat dari keanekaragaman tersebut.

- a. Sebagai sumber pangan, pangan dan juga sandang.
- b. Sebagai sumber energy.
- c. Sebagai obat dan juga kosmetik tertentu.
- d. Sebagai sarana atau objek penelitian dan juga pengembangan ilmu pengetahuan.
- e. Sebagai sarana untuk meningkatkan nilai dari juga budaya.
- f. Sebagai plasma nutfah yang menunjukkan sifat unggul pada makhluk hidup tertentu.
- g. Sebagai sumber pendapatan manusia.
- h. Sebagai sarana untuk rekreasi dan hiburan.

Setidaknya terdapat dua sebab atau faktor yang memicu terjadinya keanekaragaman hayati.

Pertama, adalah faktor genetik dan kedua adalah faktor dari lingkungan. Adapun yang dimaksud dengan faktor genetik adalah sifat yang dimiliki oleh makhluk hidup dari induknya langsung. Sehingga, ditentukan oleh gen yang membawa sifat dari organisme tertentu. Sedangkan untuk faktor lingkungan adalah faktor yang berada di luar makhluk hidup itu sendiri. Misalnya lingkungan kimia, fisik serta

abiotik yang terdiri dari suhu, tekanan udara, kelembaban cahaya, mineral, makanan dan lain sebagainya.

## 6.2. Tingkat Keanekaragaman Mahkluk Hidup

Keanekaragaman makhluk hidup dibagi menjadi tiga macam, pertama adalah keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis dan keanekaragaman ekosistem.

### 6.2.1. Keanekaragaman Gen

Pertama adalah keanekaragaman gen yang juga dikenal dengan ras. Sebab dari perbedaan gen adalah pada dasarnya dalam inti sel makhluk hidup ada hal khusus yang membawa sifatnya. Inilah yang disebut dengan gen. Misalnya untuk jenis tumbuhan mangga, ada jenis mangga gadung, mangga manalagi, mangga madu dan lain sebagainya.

### 6.2.2. Keanekaragaman Jenis

Adapun yang dimaksud dengan keanekaragaman jenis adalah variasi makhluk hidup di tingkatan jenis. Keanekaragaman ini terjadi untuk yang jenis spesiesnya berbeda, namun antara spesies yang satu dengan yang lain masih satu family. Misalnya adalah family kucing yang terdiri dari kucing, harimau, singa, macan dan lain sebagainya.

### 6.2.3. Keanekaragaman Ekosistem

Ekosistem adalah sebuah sistem yang terbentuk akibat adanya hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Pada ekosistem ini terdapat 2 komponen yang penting yang terlibat, yaitu komponen biotik (hidup) dan komponen abiotik (tidak hidup). Kedua komponen ini saling mempengaruhi, contohnya disini adalah hubungan hewan dengan air. Interaksi antara kedua komponen ini pada akhirnya akan membentuk suatu kesatuan dan keteraturan. Pada dasarnya setiap komponen memiliki tugas masing-masing dan selama tugas tersebut dapat

dijalankan dan tidak ada gangguan, maka keseimbangan dari ekosistem akan tetap terjaga. Komponen biotik dan abiotik penyusun ekosistem ini tentunya sangat berbeda-beda, perbedaan diantara keduanya tersebutlah yang menyebabkan terbentuknya keanekaragaman ekosistem.

Jadi, keanekaragaman ekosistem adalah suatu bentuk interaksi antara sebuah komunitas dengan lingkungan abiotiknya di suatu tempat tertentu dan dalam jangka waktu yang tertentu pula. Komunitas yang dimaksud disini adalah kumpulan populasi yang berinteraksi di suatu tempat dan dalam jangka waktu yang tertentu.

Secara umum ekosistem dibedakan menjadi 2, yaitu ekosistem darat dan ekosistem air. Dimana ekosistem air dibedakan menjadi ekosistem air tawar dan ekosistem air laut. Berikut adalah penjelasannya :

#### 6.2.3.1. Ekosistem Darat

Ekosistem darat adalah sebuah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan. Ekosistem darat ini berada dalam area yang sangat luas yang disebut sebagai bioma. Bioma tersebut antara lain adalah :

##### a. Bioma Gurun

Bioma gurun ini terdapat di daerah tropika yang berbatasan dengan padang rumput. Perbedaan suhu pada bioma gurun ini sangatlah besar dimana ketika suhu siang bisa mencapai 45 derajat Celcius sedangkan ketika malam hari suhunya sangat rendah hingga menyentok angka dibawah 0 derajat Celcius. Beberapa contoh tumbuhan dan yang hidup dalam bioma gurun ini antara lain adalah kaktus, kalajengking dan kadal. ( baca : Gurun Terluas di Benua Asia )

##### b. Bioma Padang Rumput

Bioma jenis ini dapat ditemukan di daerah yang terbentang dari daerah tropis ke daerah subtropis. Curah hujan yang terjadi di

bioma ini adalah 25-30 cm per tahun dan hujan turun secara tidak teratur. Beberapa contoh tumbuhan dan hewan yang terdapat dalam bioma padang rumput adalah tumbuhan herbs, rumput-rumputan, bison, zebra dan kangguru. ( baca : Ekosistem Padang Rumput )

c. Bioma Hutan Basah

Bioma jenis ini terdapat di daerah tropis dan subtropis dimana curah hujannya diantara 200-225 cm per tahun. Tumbuhan yang hidup dalam bioma ini memiliki ketinggian 20-40 m serta memiliki daun yang lebat. Beberapa tumbuhan khas hutan basah antara lain adalah rotan dan anggrek, sedangkan hewan yang hidup antara lain kerbau, badak, babi hutan dan harimau.

d. Bioma Taiga

Bioma jenis ini terdapat di bagian bumi belahan utara serta terdapat di daerah pegunungan tropis. Ciri dari bioma ini adalah suhu di musim dingin yang sangat rendah. Beberapa tumbuhan dan hewan yang hidup di bioma ini antara lain adalah tumbuhan basah, semak belukar, beruang hitam dan mungoose.

e. Bioma Tundra

Bioma jenis ini terdapat di belahan bumi bagian utara dan dalam lingkaran kutub utara. Beberapa tumbuhan dan hewan yang hidup di bioma ini antara lain adalah tumbuhan kayu yang pendek, tumbuhan biji yang semusim, rusa kutub, beruang kutub dan muskox.

### 6.2.3.2. Ekosistem Air

Ekosistem air adalah sebuah ekosistem yang komponen abiotiknya sebagian besar terdiri atas air. Dimana ekosistem air ini dibedakan menjadi 2 jenis yaitu ekosistem air tawar dan ekosistem air laut.

a. Ekosistem Air Tawar

Pada ekosistem air tawar ini memiliki ciri suhu yang bervariasi, intensitas cahaya yang kurang serta terpengaruh oleh iklim dan cuaca. Tumbuhan yang hidup dalam ekosistem air tawar umumnya sejenis dengan ganggang dan sebagian yang lainnya seperti tumbuhan biji. Sedangkan untuk hewan yang hidup di air tawar tergolong lengkap yang dilihat dari filum hewan. Ekosistem air tawar memiliki sub unit yang terdiri atas air tenang dan air yang mengalir. Yang termasuk dalam air tenang adalah danau sedangkan yang masuk dalam kategori air yang mengalir adalah sungai.

b. Ekosistem Air Laut

Merupakan ekosistem yang sangat luas yang mencakup laut, pantai, estuari dan terumbu karang yang akan dijelaskan secara singkat dibawah ini.

- Laut – Laut merupakan wadah bagi makhluk hidup air maupun tumbuhan yang hidup di air sebagai produsen dalam rantai makanan.
- Ekosistem Pantai – Ekosistem ini terletak di perbatasan antara ekosistem darat dengan ekosistem laut. Ekosistem ini dipengaruhi oleh siklus pasang surut air laut. Sedangkan organisme yang hidup di pantai memiliki adaptasi yang struktural, dimana mereka dapat melekat erat di substrat yang keras (kerang).
- Estuari – Estuari adalah tempat bersatunya sungai dengan laut. Ciri dari estuari ini adalah terdapat pagar yang terbuat oleh lempengan lumpur yang luas.
- Terumbu Karang – Terumbu karang disini sebagai tempat tinggal hewan-hewan laut serta sebagai sumber makanan bagi hewan-hewan laut.

Keanekaragam ekosistem dapat terjadi karena adanya perbedaan letak geografis. Dimana perbedaan letak geografis ini merupakan faktor

utama yang dapat menghasilkan berbagai bentuk ekosistem dan juga dapat menyebabkan perbedaan iklim. Perbedaan iklim ini akan berpengaruh terhadap perbedaan suhu, intensitas cahaya, curah hujan dan lama penyinaran matahari sehingga hal ini akan berpengaruh besar terhadap jenis flora dan fauna di suatu wilayah tertentu. Keanekaragaman jenis flora dan fauna yang berada di wilayah tertentu inilah yang nantinya akan membentuk suatu ekosistem yang berbeda dan terbentuklah keanekaragaman ekosistem.

Berdasarkan susunan dan fungsinya, sebuah ekosistem terdiri atas komponen-komponen sebagai berikut :

a. Komponen Autotrof

Autotrof adalah organisme yang dapat menyediakan atau membuat makanannya sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik yang proses pembuatannya dibantu oleh tenaga matahari dan kimia. Autotrof sendiri diambil dari kata "*auto*" yang berarti sendiri dan kata "*trophikos*" yang berarti makanan. Komponen autotrof ini memiliki fungsi sebagai produsen dalam sebuah ekosistem, contohnya disini adalah tumbuhan hijau.

b. Komponen Heterotrof

Heterotrof adalah organisme yang memanfaatkan bahan organik sebagai makanannya dimana bahan organik tersebut disediakan oleh organisme lain. Heterotrof diambil dari kata "*heteros*" yang berarti berbeda dan kata "*trophikos*" yang berarti makanan. Beberapa jenis komponen heterotrof antara lain adalah hewan, jamur dan mikroba. ( baca : Cara Menyuburkan Tanah Kering dan Tandus )

c. Abiotik

Abiotik adalah komponen fisik dan kimia yang terdiri atas air, tanah, udara dan sinar matahari. Komponen abiotik ini merupakan

media atau substrat tempat berlangsungnya kehidupan atau sebagai lingkungan tempat tinggal makhluk hidup.

d. Dekomposer

Dekomposer atau yang sering disebut sebagai komponen pengurai adalah organisme heterotrof yang dapat menguraikan bahan organik yang berasal dari organisme yang mati. Tugas dari dekomposer adalah melakukan penyerapan dari hasil penguraian dan melepaskan bahan sederhana yang dapat digunakan kembali oleh produsen. Salah satu contoh yang termasuk dalam komponen dekomposer adalah jamur.

### 6.3. Persebaran Makhluk Hidup

Semua jenis kehidupan terbatas pada lapisan tipis yang disebut “biosfer”. Walaupun tipis, lapisan ini dihuni oleh lebih dari 1.500.000 macam tumbuhan dan hewan. Berdasarkan etimologi, biosfer berasal dari kata bio yang berarti hidup dan sphaire/sphere yang artinya lingkungan/lapisan, sehingga biosfer mempunyai arti lingkungan hidup. Namun dalam arti yang luas, biosfer memiliki makna makhluk hidup serta lapisan pada permukaan bumi yang cocok bagi kehidupan. Keanekaragaman tumbuhan dan hewan suatu wilayah tertentu selalu tidak terlepas dari dukungan kondisi lingkungan wilayahnya. Kehidupan akan berkembang dengan baik apabila syarat-syarat tertentu, baik abiotik (fisik) maupun biotik terpenuhi.

Istilah persebaran dan penyebaran amat berbeda. Persebaran makhluk hidup memiliki pengertian keberadaan makhluk hidup pada daerah tertentu, sedangkan penyebaran makhluk hidup memiliki pengertian cara makhluk hidup itu sampai di suatu daerah tertentu. Oleh karena itu, persebaran makhluk hidup erat kaitannya dengan daya dukung yang dimiliki suatu daerah.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi persebaran makhluk hidup, diantaranya adalah iklim. Iklim berpengaruh besar terhadap kehidupan. Unsur-unsur iklim sebagai berikut:

## 1. Suhu

Kondisi suhu udara sangat berpengaruh terhadap tumbuh-tumbuhan dan hewan, karena jenis spesies tertentu memiliki persyaratan suhu lingkungan yang ideal atau suhu optimum bagi kehidupannya, serta batas suhu maksimum dan minimum untuk tumbuh yang dinamakan toleransi spesies terhadap suhu. Suhu bagi tumbuh-tumbuhan merupakan faktor pengontrol bagi persebarannya sesuai dengan letak lintang, ketinggian dan sebagainya. Penamaan habitat tumbuhan biasanya sama dengan nama-nama wilayah berdasarkan lintang buminya, seperti vegetasi hutan tropik, vegetasi lintang sedang, dan sebagainya.

## 2. Kelembaban udara

Kelembaban berpengaruh langsung terhadap kehidupan tumbuhan. Ada tumbuhan yang sangat cocok hidup di daerah kering, daerah lembab bahkan ada yang dapat hidup di daerah yang sangat basah. Berdasarkan tingkat kelembaban lingkungan habitatnya, dunia tumbuhan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Xerophyta (Xerofit), yaitu tumbuhan yang sangat tahan terhadap lingkungan kering atau kondisi kelembaban udara yang sangat rendah, misalnya kaktus.
- b. Mesophyta (Mesofit), yaitu tumbuhan yang sangat cocok hidup di lingkungan yang lembab tetapi tidak basah, seperti anggrek dan cendawan.
- c. Hygrophyta (Higrofit), yaitu tumbuhan yang sangat cocok hidup di daerah basah, seperti teratai, eceng gondok, dan selada air.
- d. Tropophyta (Tropofit), yaitu jenis tumbuh-tumbuhan yang mampu beradaptasi terhadap perubahan musim hujan dan musim kemarau. Tropophyta merupakan tumbuhan khas iklim muson tropik. Kaktus Anggrek Lotus Cendawan/jamur

### 3. Angin

Angin sangat membantu dalam proses penyerbukan atau pembuahan beberapa jenis tumbuhan, sehingga proses regenerasi tumbuhan dapat berlangsung. Bahkan ada tumbuhan tertentu yang penyebaran benihnya dilakukan oleh angin. Contohnya, ilalang atau sejenis rumput-rumputan.

### 4. Curah hujan

Untuk memenuhi kebutuhan akan air, tumbuh-tumbuhan sangat tergantung pada curah hujan dan kelembaban udara. Banyak sedikitnya jumlah curah hujan di suatu tempat akan membentuk karakter yang khas bagi formasi-formasi vegetasi di muka bumi. Kekhasan jenis-jenis vegetasi, dapat mengakibatkan adanya hewan-hewan yang khas pada lingkungan vegetasi tertentu, karena tumbuh-tumbuhan merupakan produsen yang menyediakan makanan bagi hewan. Misalnya, di daerah padang rumput akan terdapat hewan khas seperti kijang, biri-biri, dan sapi, sedangkan hewan pemangsanya adalah singa dan harimau.

## BAB VII

### SIFAT TERMAL ZAT

#### 7.1. Pengertian Sifat Termal Zat.

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 dan juga perubahan wujud.

##### 7.1.1. Pengukuran Suhu / Temperatur.

Alat untuk mengukur suhu suatu zat disebut TERMOMETER. Secara umum ada 4 jenis termometer, yaitu :

- a. Termometer Celcius, mempunyai titik beku air  $0^{\circ}$  titik didih air  $100^{\circ}$
- b. Termometer Reamur, mempunyai titik beku air  $0^{\circ}$  titik didih air  $80^{\circ}$
- c. Termometer Fahrenheit, mempunyai titik beku air  $32^{\circ}$  titik didih air  $212^{\circ}$
- d. Termometer Kelvin, memiliki titik beku air  $273^{\circ}$  dan titik didih air  $373^{\circ}$

##### 7.1.2. Kalor dan Perpindahannya

Sudah menjadi pengetahuan umum bahwa sumber panas yang utama di dunia ini adalah matahari. Energi panas atau energi kalor yang diradiasikan hingga ke bumi itu dimanfaatkan oleh tumbuhan hijau untuk fotosintesis. Manusia dan hewan mentransfer energi itu dengan memakan bagian dari tumbuhan. Tumbuhan-tumbuhan purba masih menyimpan energi tersebut dalam wujud batubara, dan hewan-hewan purba menyimpan energi itu dalam wujud minyak bumi.

Dari awal abad 18 hingga 19 Masehi, kalor masih diyakini oleh sebagian orang sebagai suatu fluida yang disebut kalori k. Fluida ini dapat berpindah dari suatu zat ke zat yang lainnya. Arah perpindahan itu adalah

dari zat yang bersuhu tinggi ke zat yang bersuhu rendah. Kalor adalah suatu bentuk energi. Istilah kalor berasal dari Caloric, pertama kali diperkenalkan oleh A.L. Lavoiser seorang ahli kimia dari Perancis. Oleh para ahli kimia dan fisika kalor dianggap sejenis zat alir yang tidak terlihat oleh manusia, berdasarkan itulah satuan kalor ditetapkan dengan nama kalori disingkat kal.

Satu kalori (kal) adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk memanaskan 1 gr air sehingga suhunya naik  $1^{\circ}\text{C}$ .

Sedang pengertian suhu adalah ukuran derajat panas dinginnya suatu benda. Suhu umumnya diukur dengan alat ukur suhu berupa termometer.

Adapun syarat terjadinya perpindahan kalori ini adalah adanya sentuhan kedua benda yang berbeda suhu. Fluida kalorik ini akan berpindah dari zat yang bersuhu tinggi ke zat yang bersuhu rendah, hingga tercapai suatu kesamaan suhu antara kedua benda yang disebut dengan kesetimbangan termal.

Hingga pertengahan abad ke 18 pengertian kalor sebagai suatu fluida masih mengemuka dimasyarakat, bahkan pengertian kalor semakin rancu dengan pengertian suhu, yang sesungguhnya memang berbeda. Kalor adalah fluida atau zat alir, dan suhu adalah derajat panas atau dinginnya suatu benda yang diukur dengan termometer. Namun pendapat tersebut berubah, ketika seorang bernama Benjamin Thompson menyatakan bahwa kalor bukanlah suatu fluida kalorik tetapi dihasilkan oleh usaha yang dilakukan oleh kerja mekanis.

#### 7.1.2.1. Percobaan Joule :

Pemikiran bahwa kalor bukanlah suatu fluida, namun dihasilkan dari suatu usaha yang berarti berhubungan dengan energi, maka Prescott Joule melakukan percobaan untuk menghitung besar energi mekanik yang ekuivalen dengan kalor sebanyak 1 kalori.

Percobaan joule adalah dengan menggantung beban pada suatu kontrol yang dihubungkan dengan kincir yang dapat bergerak manakala beban bergerak. Kincir tersebut dimasukkan kedalam air. Akibat gerakan kincir tersebut, maka suhu air akan berubah naik

Penurunan ketinggian beban dapat menunjukkan adanya perubahan energi potensial gravitasi pada beban. Jika beban turun dengan kecepatan tetap, maka dapat dikatakan tidak terdapat perubahan energi kinetic pada beban, sehingga seluruh perubahan energi potensial dari beban akan berubah menjadi energi kalor pada air. Berdasarkan teori bahwa terjadi perubahan energi potensial gravitasi menjadi energi kalor, maka diperoleh suatu nilai tara mekanik kalor, yaitu ekuivalensi energi mekanik menjadi energi kalor.

$$1 \text{ joule} = 0,24 \text{ kalori}$$

$$1 \text{ kalori} = 4,18 \text{ joule}$$

#### 7.1.2.2. Kapasitas Kalor (C) dan Kalor Jenis (c)

Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu zat sebesar 1°C. jika sejumlah kalor Q menghasilkan perubahan suhu sebesar  $\Delta t$ , maka kapasitas kalor dapat dirumuskan:

$$C = \frac{Q}{\Delta t}$$

Dengan keterangan,

C: kapasitas kalor (Joule / K atau kal / K)

Q: kalor pada perubahan suhu tersebut (J atau kal)

$\Delta t$ : perubahan suhu (K atau °C)

#### 7.1.2.3. Pengaruh kalor terhadap suhu dan wujud zat

Adanya pengertian, bahwa kalor bukanlah aliran fluida, melainkan merupakan suatu bentuk energi, yang dapat diperoleh dari perubahan energi mekanik, maka akan kita perhatikan apakah kalor tersebut akan mempengaruhi suatu benda atau temperatur dari suatu benda atau zat.

Apabila suatu benda diberikan kalor, maka pada zat tersebut dapat terjadi perubahan seperti :

- a. terjadi pemuaian
- b. terjadi perubahan wujud
- c. terjadi kenaikan suhu

Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang diperlukan zat sebesar 1 kg untuk mengalami perubahan suhu sebesar 1 K atau 1°C. Kalor jenis merupakan karakteristik termal suatu benda, karena tergantung dari jenis benda yang dipanaskan atau didinginkan, serta dapat dinyatakan dalam persamaan :

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

Dengan keterangan,

c : kalor jenis (J/kg.K atau J/kg.°C)

Q : kalor pada perubahan suhu tersebut (J atau kal)

$\Delta t$  : perubahan suhu (K atau °C)

m : massa benda (kg)

Beberapa hal yang dikemukakan oleh Joseph Black berkaitan dengan perubahan suhu benda, ternyata dapat digunakan untuk menentukan besar kalor yang diserap oleh suatu zat. Pemberian kalor pada suatu zat selain dapat menaikkan atau menurunkan suhu zat, dapat juga merubah wujud suatu zat, atau menyebabkan benda mengalami pemuaian. Umumnya semua zat akan memuai jika ia mengalami kenaikan suhu, kecuali beberapa zat yang mengalami penyusutan saat terjadi kenaikan suhu, pada suatu interval suhu tertentu. Kejadian penyusutan wujud zat saat benda mengalami kenaikan suhu disebut anomali, seperti terjadi pada air. Air saat dipanaskan dari suhu 0°C menjadi 4°C justru volumenya mengecil, dan baru setelah suhunya lebih besar dari 4°C volumenya membesar.

Hal tersebut diatas tidak berlaku sepenuhnya pada air, pada air terjadi perkecualian. Misalnya volume air akan berkurang bila suhunya dinaikkan dari 0°C, peristiwa ini disebut dengan anomali air.

a. Pemuaiian Ruang ( volume )

Volume mula-mula suatu benda  $V_0$  , kemudian dipanaskan sehingga suhunya naik sebesar  $\Delta t$ , dan volumenya bertambah sebesar  $\Delta V$  ini dapat ditunjukkan dalam rumus :

$$V = V_0(1 + 3\alpha\Delta T)$$

..... persamaan 1

Dengan mendefinisikan  $3\alpha = \gamma$ , dimana  $\gamma$  adalah koefisien muai volume dan  $\alpha$  adalah koefisien muai panjang. Maka persamaan 1 dapat ditulis menjadi

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

.....persamaan 2

Berdasarkan persamaan 2, maka dapat ditentukan nilai koefisien muai volumenya menjadi persamaan 3.

$$\gamma = \frac{V - V_0}{V_0(T - T_0)}$$

..... persamaan 3

Dengan keterangan;

$V$  = volume benda setelah dipanaskan ( $m^3$ )

$V_0$  = volume benda mula-mula ( $m^3$ )

$\gamma$  = koefisien muai volume (per °C atau  $K^{-1}$ )

$\Delta V$  = pertambahan volume benda ( $m^3$ )

$T_0$  = suhu mula-mula benda (°C atau K)

$T$  = suhu akhir benda setelah dipanaskan (°C atau K)

$\Delta T$  = pertambahan suhu benda (°C atau K)

Tabel koefisien muai panjang beberapa benda

Bahan	$\alpha$ ( $K^{-1}$ )
Aluminium	$2,4 \times 10^{-5}$
Baja murni	$1,0 \times 10^{-5}$
Besi	$1,2 \times 10^{-5}$
Emas	$1,4 \times 10^{-5}$
Tembaga	$1,7 \times 10^{-5}$
Kuningan	$2,1 \times 10^{-5}$
Seng	$3,0 \times 10^{-5}$
Perak	$1,0 \times 10^{-5}$

Contoh:

Sebuah balok kuningan mempunyai panjang 5 m, tinggi 2 m, dan lebar 1 m pada suhu  $20^{\circ}C$ . Jika kalor jenis kuningan  $1,8 \cdot 10^{-5} /K$ , tentukan volume kuningan pada suhu  $120^{\circ}C$  !

Jawab

$$V_t = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta t)$$

$$V_t = (5 \times 2 \times 1) (1 + (3,1,8 \cdot 10^{-5} \cdot (120 - 20)))$$

$$V_t = 10,054 \text{ m}^3$$

#### b. Pemuaian Volume zat Cair

Zat cair yang hanya mempunyai koefisien muai volume ( $\gamma$ ). Bila volume mula-mula suatu zat cair  $V_0$  kemudian zat cair itu dipanaskan sehingga suhunya naik sebesar  $\Delta t$  dan volumenya bertambah besar  $\Delta V$ , maka dapat ditulis sebagai berikut

$$V_t = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta t$$

dan volumenya sekarang menjadi

$$V_t = V_0 + \Delta V$$

$$V_t = V_0 (1 + \gamma \Delta t)$$

Hal ini tidak berlaku bagi air dibawah  $4^{\circ}C$ , ingat anomali air.

### c. Pemuaian Volume Gas

Khusus untuk gas, pemuaian volume dapat menggunakan persamaan seperti pemuaian zat cair,

$$V_t = V_o (1 + \gamma \Delta t) \text{ dengan nilai } \gamma = 273$$

Perubahan volume gas tidak hanya menggunakan persamaan tersebut di atas, namun ada besaran-besaran lain yang perlu diperhatikan seperti tekanan dan temperatur. Persamaan yang berlaku dalam pemuaian gas dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

## 7.2. Perubahan Wujud

Perubahan wujud zat merupakan perubahan yang termodinamika dari fase benda ke keadaan wujud zat yang lainnya. Perubahan ini umumnya terjadi karena adanya kejadian pelepasan serta penyerapan suatu kalor. Perubahan wujud zat akan terjadi saat titik ternteu tercapai oleh senyawa zat atau atom itu, yang umumnya dikuantitaskan pada angka suhu. Sebagai contoh air untuk menjadi padat haruslah mencapai suatu titik dan air menjadi gas harus mencapai titik didihnya.

### 7.2.1. Membeku

Kejadian perubahan wujud zat dari cair ke padat. Dalam kejadian tersebut zat melepaskan energi panas. Misalnya kejadian mencair yakni air yang kita masukan kedalam freezer akan mencapai titik dingin dan menjadi es, lilin cair yang didinginkan. Dalam ilmu kimia dan fisika, proses pembekuan yang terjadi ialah proses dimana cairan yang berubah menjadi padat. Titik beku adalah temperatur di mana hal tersebut terjadi. Perubahan merupakan suatu proses kejadian dari pembekuan dimana padatan berubah menjadi cair, pada sebagian kejadian zat, titik beku dan titik lebur umumnya sama.

### 7.2.2. Mencair

Suatu kejadian perubahan wujud zat dari padat ke cair. Dalam peristiwa tersebut zat membutuhkan energi panas. Misalnya kejadian mencairnya batu es yang berubah menjadi air, lilin yang dipanaskan. Peleburan atau pencairan (terkadang disebut fusi) merupakan sebuah proses yang bisa menghasilkan perubahan fase dari padat ke cair. Energi internal zat padat meningkat (umumnya disebabkan panas) mencapai temperatur tertentu atau disebut titik leleh, pada saat zat tersebut menjadi cair, benda yang sudah mencair sepenuhnya sebut juga sebagai benda cair.

### 7.2.3. Menguap

Kejadian dalam perubahan wujud zat dari cair ke gas. Dalam kejadian ini zat membutuhkan energi panas. Misalnya air yang direbus jika kita diamkan lama-lama akan habis, bensin yang dibiarkan pada tempat terbuka lama-kelamaan akan habis dan berubah menjadi gas. Uap merupakan gerakan refleks menghembuskan dan menarik napas yang terjadi pada saat kita merasa mengantuk atau letih. Masih belum diketahui sebab mengapa orang menguap, tapi sering dikatakan bahwa penyebabnya ialah jumlah oksigen di paru-paru yang rendah.

### 7.2.4. Mengembun

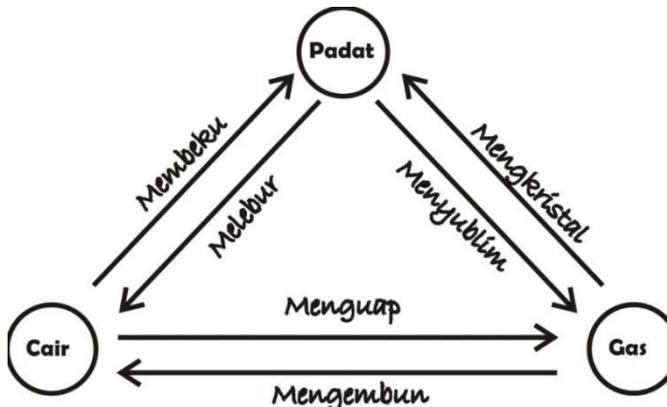
Suatu peristiwa perubahan wujud dari gas ke cair. Pada kejadian tersebut zat melepaskan energi panas. Misalnya mengembun ialah saat kita menyimpan sebuah es batu pada gelas maka bagian luar gelas akan menjadi basah, atau rumput yang ada dilapangan pada saat pagi hari menjadi basah padahal sore harinya tidak ada hujan. Uap merupakan gerakan refleks menarik dan juga menghembuskan napas yang terjadi pada saat kita merasa mengantuk atau letih. Belum diketahui sebabnya mengapa seseorang menguap, tetapi dikatakan bahwa penyebabnya ialah jumlah oksigen pada paru-paru dalam kondisi rendah.

### 7.2.5. Menyublim

Sebuah kejadian perubahan wujud zat dari padat ke cair. Dalam kejadian tersebut zat membutuhkan suatu energi panas. Misalnya menyublim yakni pada sebuah kamper atau sering kita sebut kapur barus, yang disimpan pada lemari pakaian lama-kelamaan akan habis. Sublimasi merupakan perubahan wujud dari padat ke gas tanpa mencair dahulu. Contohnya es yang langsung mencair tanpa meleleh dahulu. Pada kondisi tekanan normal, kebanyakan benda serta zat memiliki tiga bentuk yang berbeda - beda pada suhu yang berbeda-beda.

### 7.2.6. Mengkristal

Sebuah kejadian perubahan wujud dari gas ke padat. Dalam peristiwa tersebut zat melepaskan energi panas. Misalnya mengkristal ialah pada kejadian berubahnya uap menjadi salju. Deposisi (fisika) atau Desublimasi merupakan sebuah proses pengkristalan dimana hal tersebut terjadi dikarenakan proses mengerasnya atau membekunya benda yang mempunyai zat-zat tertentu dan mempunyai sebuah unsur zat yang bisa memberikan warna pada saat mengeras dan bila dilihat seperti warna kristal. Hal tersebut ialah lawan dari Sublimasi.



## Diagram perubahan wujud suatu zat

Ketika sejumlah kalor diterima atau dilepas oleh suatu zat, maka ada dua kemungkinan yang terjadi pada suatu benda, yaitu benda akan mengalami perubahan suhu, atau mengalami perubahan wujud.

Kenaikan suhu suatu benda dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan yang mengkaitkan dengan kalor jenis atau kapasitas kalor. Sedangkan pada saat benda mengalami perubahan wujud, maka tidak terjadi perubahan suhu, namun semua kalor saat itu digunakan untuk merubah wujud zat, yang dapat ditentukan dengan persamaan yang mengandung unsur kalor laten.

Besar kalor laten yang digunakan untuk mengubah wujud suatu zat dirumuskan :

$$Q = m.L$$

Dengan keterangan,

Q : kalor yang diterima atau dilepas (Joule atau kal)

m : massa benda (kg atau gram)

L : kalor laten (J/kg atau kal/gr)

Adanya kalor laten berupa kalor lebur dan kalor didih sangat sering dijumpai dalam kehidupan, seperti meleburnya es cream pada suhu normal, atau mendidihnya air sebelum dikonsumsi untuk kehidupan sehari-hari.

Contoh:

Tentukan kalor yang diperlukan untuk meleburkan 10 kg es pada suhu 0°C. jika kalor lebur es 3,35. 10<sup>5</sup> J/kg !

Jawab:

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = 10 \text{ kg} \cdot 3,35 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$$

$$Q = 3,35 \cdot 10^6 \text{ J}$$

## BAB VIII

### GELOMBANG DAN BUNYI

#### 8.1. Pengertian Gelombang

Gelombang adalah getaran yang merambat. Bentuk ideal dari suatu gelombang akan mengikuti gerak sinusoide. Selain radiasi elektromagnetik, dan mungkin radiasi gravitasional, yang bisa berjalan lewat ruang hampa udara, gelombang juga terdapat pada medium (yang karena perubahan bentuk dapat menghasilkan gaya pegas) di mana mereka dapat berjalan dan dapat memindahkan energi dari satu tempat ke tempat lain tanpa mengakibatkan partikel medium berpindah secara permanen; yaitu tidak ada perpindahan secara massal. Terdapat 4 medium diantaranya linear, terbatas, seragam, dan isotropik.

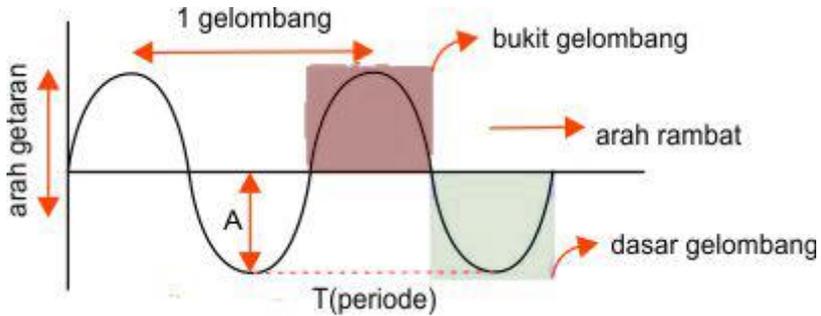
1. **linear** jika gelombang yang berbeda di semua titik tertentu di medium bisa dijumlahkan,
2. **terbatas** jika terbatas, selain itu disebut **tak terbatas**
3. **seragam** jika ciri fisiknya tidak berubah pada titik yang berbeda
4. **isotropik** jika ciri fisiknya "sama" pada arah yang berbeda

#### 8.2. Macam-Macam Gelombang

##### 8.2.1. Gelombang Tranversal

Gelombang Transversal adalah sebuah gelombang yang memiliki arah rambatnya tegak lurus terhadap arah getarannya. Gelombang transversal juga merupakan salah satu contoh dari gelombang tranversal ini adalah jika anda menjumpai gelombang air di lautan ataupun gelombang tali, dikarenakan arah getarannya tegak lurus dengan arah dari getaran maka bentuk dari gelombang ini seperti

gunung dan juga lembah yang berurutan, dan dibawah ini adalah ilustrasi dan juga istilah yang ada di gelombang transversal



- Puncak Gelombang {gunung} : adalah titik tertinggi di gelombang
- Dasar Gelombang {lembah} : adalah titik dasar atau yang terendah di suatu gelombang
- Bukit Gelombang : adalah bagian dari gelombang yang menyerupai gunung dengan titik yang tertinggi atau puncak dari gelombang
- Panjang Gelombang : adalah jarak antara dua puncak atau bisa juga dua lembah gelombang
- Amplitudo {A} : adalah simpangan yang terjauh dari garis keseimbangan
- Periode {T} : Waktu yang diperlukan untuk bisa menempuh jarak dua puncak atau dua buah lembah yang berurutan, atau lebih gampangannya anda bisa sebut kalau waktu yang diperlukan untuk membentuk suatu gelombang

Adapun contoh Contoh dari Gelombang Transversal yang dapat kita temukan di dalam kehidupan sehari - hari yaitu diantaranya ialah:

- Gelombang yang ada pada sebuah Air yang dapat terjadi apabila diberi gangguan (guncangan)

- Gelombang pada Ombak Laut maupun Gelombang yang terjadi didalam Danau
- Gelombang yang terjadi pada sebuah tali yang sudah dimainkan

Sehingga dapat kita simpulkan bahwa kita tidak akan sulit untuk dapat melihat Contoh dari Gelombang Transversal tersebut karena hal ini sering ditemui di dalam kehidupan sehari-hari.

Gelombang yang dapat merambat dari ujung satu ke ujung yang lainnya akan memiliki kecepatan tertentu, dengan menempuh jarak tertentu dan dengan waktu tertentu pula. Maka Secara matematis, hal tersebut dapat kita tulis sebagai berikut.

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

Karena jaraknya yang ditempuh satu periode ( $t = T$ ) adalah sama dengan satu gelombang ( $s = \lambda$ ), maka :

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

**Keterangan :**

$v$  = cepat rambat gelombang (m/s)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$T$  = periode gelombang (s)

$f$  = frekuensi gelombang (Hz)

### Contoh Soal

Sebuah Permukaan air merambat dengan panjang gelombangnya 2 meter. Jika waktu yang diperlukan untuk menempuh satu gelombang itu adalah 0,5 sekon, maka tentukan cepat rambat gelombang dan frekuensi gelombangnya!

*Penyelesaian :*

Diket.  $\lambda = 2 \text{ m}$ ,  $T = 0,5 \text{ s}$

Dit.

1. a)  $v = \dots \text{ m/s}$

2. b)  $f = \dots \text{ Hz}$

Jawab :

$$v = \lambda / T$$

$$v = 2 \text{ m} / 0,5 \text{ s}$$

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

Jadi, cepat rambat dari gelombangnya adalah 4 m/s.

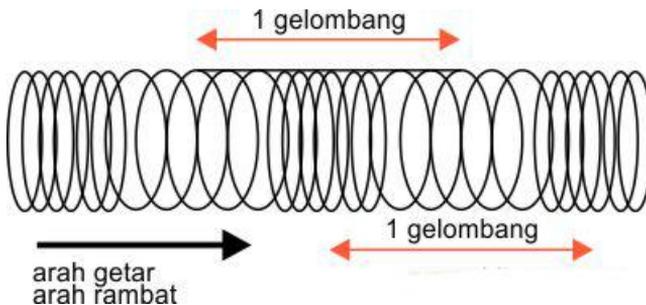
$$f = 1/T$$

$$f = 1/0,5 \text{ s}$$

$$f = 2 \text{ Hz}$$

Jadi, frekuensi dari gelombangnya adalah 2 Hz

### 8.2.2. Gelombang Longitudinal



gelombang longitudinal adalah gelombang yang getarannya memiliki arah yang sama dengan arah perambatannya, dan di gelombang longitudinal ini gerakan dari medium gelombang searah dengan propagasi gelombang, gelombang bunyi itu adalah salah satu contoh dari gelombang longitudinal di gelombang bunyi yang menjadi medium perantaranya itu adalah udara, medium tersebut secara bergantian akan merapat dan juga merenggang karena adanya pergeseran getaran atau berpindah tempat, dan berikut ini adalah beberapa istilah dari gelombang longitudinal

**Rapatan** : adalah daerah di sepanjang gelombang yang memiliki rapatan atau tekanan molekul yang lebih tinggi

**Renggang** : adalah daerah di sepanjang gelombang yang memiliki rapatan molekul lebih rendah

**Panjang 1 Gelombang** : adalah jarak antara dua buah rapatan atau antara dua buah renggang yang saling berdekatan

Rumus cepat rambat gelombang longitudinal sama dengan rumus cepat rambat pada gelombang transversal, perbedaan yang mendasar adalah dalam menentukan panjang gelombangnya. Pada gelombang longitudinal panjang 1 gelombang dihitung dari jarak antar 2 rapatan atau 2 renggang.

### 8.3. Pengertian Bunyi

Bunyi atau suara merupakan pemampatan mekanis atau gelombang longitudinal yang merambat melalui medium. Gelombang longitudinal ialah gelombang yang arah rambatannya sejajar dengan arah getar.

*Gelombang bunyi terdiri dari berbagai molekul-molekul udara yang bergetar merambat ke berbagai arah. Pada saat molekul-molekul tersebut berdesakan di beberapa tempat, akan menghasilkan wilayah tekanan tinggi.*

Tetapi, saat molekul-molekul tersebut berada di tempat lain merenggang, akan menghasilkan wilayah tekanan rendah. Gelombang yang memiliki tekanan tinggi maupun rendah secara bergantian bergerak di udara, menyebar dari sumber bunyi. Gelombang ini yang kemudian menghantarkan bunyi ke telinga manusia.

#### 8.3.1. Sifat-sifat Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi memiliki beberapa sifat diantaranya, dapat dipantulkan, dapat dibiaskan, dan dapat dilenturkan. Berikut masing masing uraian sifat sifat gelombang bunti tersebut.

##### a. Dapat Dipantulkan

Berarti, gelombang yang dipantulkan dan menjadi bunyi akan terjadi bila bunyi tersebut mengenai permukaan benda yang keras, seperti permukaan dinding batu, semen, besi, kayu, dll.

##### b. Dapat Dibiaskan

Terjadinya pembiasan (refraksi) karena adanya pembelokan arah lintasan gelombang setelah melewati bidang batas antara 2 medium yang berbeda, contoh air atau benang.

### c. Dapat Dipadukan

Contohnya, ada dua atau tiga macam bunyi yang menghasilkan suatu campuran bunyi yang lebih indah. Contohnya dalam pertunjukan orkestra, dimana ada beberapa alat music yang dimainkan bersamaan untuk menciptakan harmoni nada.

### d. Dapat Dilenturkan (*difraksi*)

Difraksi merupakan peristiwa pelunturan gelombang bunyi ketika melewati suatu celah sempit.

## 8.3.2. Karakteristik Gelombang Bunyi

Cepat rambat bunyi berbeda-beda hal ini tergantung jenis material media rambatnya. Besar cepat rambat bunyi juga bisa dipengaruhi oleh temperatur, khususnya jika media rambatnya ialah gas. Misalnya, cepat rambat bunyi di udara pada suhu normal sebesar 343 m/s<sup>2</sup>, namun cepat rambat bunyi di udara pada suhu 0°C hanya sebesar 331 m/s<sup>2</sup>.

Karena cepat rambat bunyi di berbagai media rambatnya berbeda-beda, maka notasi atau persamaan untuk mencari cepat rambat bunyi juga berbeda. Berikut ini notasi rumus cepat rambat bunyi pada ketiga media rambat ;

- **Padat**

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

Penjelasan,

$E$  = modulus elastisitas material (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$  = massa jenis material (kg/m<sup>3</sup>)

- **Gas**

$$v = \sqrt{\gamma \frac{P}{\rho}}$$

Penjelasan,

$P$  = tekanan gas (N/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  = konstanta Laplace (kg/m<sup>3</sup>)

- **Cair**

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

Penjelasan,

$B$  = modulus Bulk (N/m<sup>2</sup>)

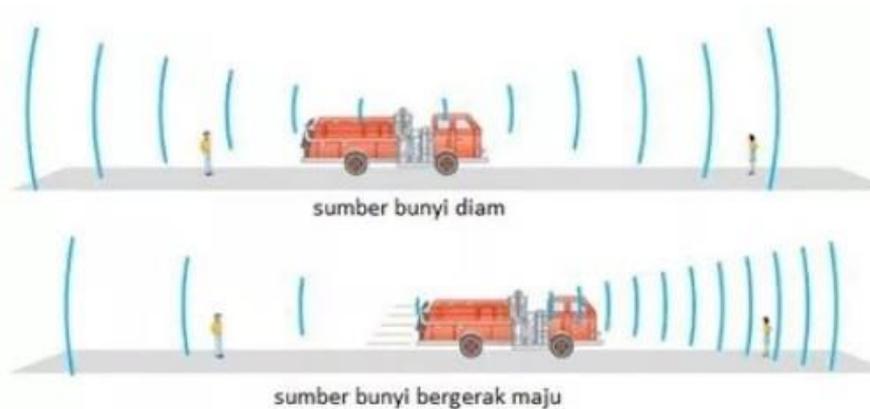
Selain itu, berdasarkan frekuensinya bunyi juga dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu ;

- **Bunyi Audiosonik** = frekuensinya antara 20 Hz hingga 20.000 Hz. Bunyi audiosonik adalah satu-satunya bunyi yang dapat kita dengar secara baik.
- **Bunyi Ultrasonik** = frekuensinya diatas 20.000 Hz. Kita tidak dapat mendengarnya, tapi sebagian binatang dapat mendengarnya, misalnya seperti anjing dan kelelawar.
- **Bunyi Infrasonik** = frekuensinya dibawah 20 Hz. Contohnya seperti gelombang bunyi yang disebabkan gempa bumi, halilintar, dan gunung berapi.

### 8.3.3. Efek Doppler

Efek Doppler merupakan peristiwa naik atau turunnya frekuensi gelombang bunyi yang terdengar penerima bunyi ketika sumber bunyi bergerak mendekat atau menjauh. Contoh efek Doppler dapat kita lihat pada gambar dibawah.

Saat sumber suara diam, kedua penerima mendengar besar frekuensi yang sama. Pada saat sumber suara bergerak, salah satu penerima mendengar frekuensi yang lebih besar dari sebelumnya dan penerima lain mendengar frekuensi yang lebih kecil dari sebelumnya.



Besarnya frekuensi bunyi yang terdengar penerima dinotasikan dengan

$$f_p = \left( \frac{V \pm V_p}{V \pm V_s} \right) f_s$$

**Penjelasan :**

$V$  = cepat rambat bunyi di udara (m/s)

$V_p$  = kecepatan pendengar (m/s)

- Bernilai plus (+), jika pendengar mendekati sumber bunyi

- Bernilai minus (-), jika pendengar menjauhi sumber bunyi
- Bernilai nol (0), jika pendengar diam

$V_s$  = kecepatan sumber bunyi (m/s)

- Bernilai plus (+), jika sumber bunyi menjauhi pendengar
- Bernilai minus (-), jika sumber bunyi mendekati pendengar
- Bernilai nol (0), jika sumber bunyi diam

$F_8$  = frekuensi sumber bunyi (Hz)

### Contoh Soal Gelombang Bunyi

Sebuah mobil ambulans membunyikan suara sirinnya dengan frekuensi 400 Hz. Jika laju mobil ambulans itu 20 m/s, dan laju bunyi di udara saat itu 340 m/s, Maka tentukan frekuensi sirine yang didengar oleh orang saat itu ?

#### Penyelesaian

Diketahui  $V = 340$  m/s

$$V_p = 0$$

$$V_s = 20 \text{ m/s}$$

$$F_0 = 400 \text{ Hz}$$

Ditanyakan  $f' \dots ?$

Jawab:

$$f_p = \left( \frac{V \pm V_p}{V \pm V_s} \right) f_s$$

$$f' = \frac{(340 - 0)}{(340 - 20)} \times 400$$

$$f' = 425 \text{ Hz}$$

jadi frekuensi yang terdengar oleh pengamat adalah 425 Hz

## BAB IX

### LISTRIK DAN MAGNET

#### 9.1. Sejarah Perkembangan Listrik

Jauh sebelum pengetahuan tentang listrik ada, orang pada saat itu takut akan kejutan dari ikan listrik. Penduduk Mesir Kuno dari zaman 2750 BC menyebut ikan ini sebagai "Guntur dari Nil", dan menganggap mereka sebagai "pelindung" dari semua ikan lainnya. Ikan listrik kemudian juga dilaporkan satu milenium kemudian oleh Yunani Kuno, Kekaisaran Romawi dan para naturalis Arab. Beberapa penulis kuno, seperti Plinius yang Tua dan Scribonius Largus, membuktikan efek mati rasa sengatan listrik dari lele dan pari torpedo, dan tahu bahwa kejutan listrik tersebut dapat mengalir melalui benda berkonduktansi. Pasien yang terkena pirai atau sakit kepala juga diarahkan untuk memegang ikan listrik dengan harapan bahwa kejutan yang kuat tersebut mampu menyembuhkan mereka. Kemungkinan pendekatan awal dan paling dekat kepada penemuan listrik dari sumber lainnya adalah kepada orang-orang Arab, di mana sebelum abad ke-15 mereka telah memiliki kata berbahasa Arab untuk petir (raad) ke pari listrik.

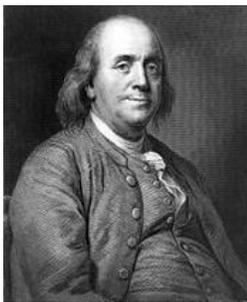
Beberapa budaya kuno sekitar Mediterania mengetahui bahwa beberapa benda, seperti batang ambar, dapat digosok dengan bulu kucing untuk menarik benda ringan seperti bulu.

Thales membuat beberapa observasi pada listrik statis sekitar tahun 600 BC, di mana ia percaya bahwa friksi yang dihasilkan amber magnetik, kebalikan dari mineral seperti magnetit yang tidak perlu digosok. Thales saat itu belum benar bahwa tarik-menarik disebabkan oleh efek magnet, tetapi sains kemudian membuktikan adanya hubungan antara magnetisme dan listrik.



Thales, ilmuwan pertama yang meneliti listrik

Menurut sebuah teori kontroversial, orang-orang Parthia mungkin telah memiliki pengetahuan tentang elektroplating, berbasis pada penemuan Baghdad Battery tahun 1936 yang menyerupai sel galvanik, meskipun belum diketahui apakah artefak itu berlistrik di alam.



Benjamin Franklin melakukan penelitian ekstensif tentang listrik pada abad ke-18, didokumentasikan oleh Joseph Priestley (1767) *History and Present Status of Electricity*, dengannya Franklin melakukan korespondensi lanjutan.

Listrik tetap hanya menjadi bahan keingintahuan selama satu milenium hingga tahun 1600, ketika ilmuwan Inggris William Gilbert membuat studi khusus mengenai listrik dan magnetisme, membedakan efek lodestone dari listrik statis yang dihasilkan dengan menggosok ambar. Ia mengajukan kata Latin Baru *electricus* untuk merujuk pada sifat menarik benda ringan setelah digosok.

Kata ini akhirnya diserap dalam bahasa Inggris "electric" dan "electricity", yang pertama kali muncul pada tulisan cetak pada tulisan milik Thomas Browne, *Pseudodoxia Epidemica*, tahun 1646.

Karya berikutnya yang dilakukan oleh Otto von Guericke, Robert Boyle, Stephen Gray dan C. F. du Fay. Pada abad ke-18, Benjamin Franklin melakukan penelitian ekstensif pada kelistrikan. Bulan Juni 1752 ia berhasil menempelkan kunci logam ke bagian dasar senar layang yang dibasahi dan menerbangkan layang tersebut di langit berbadai. Adanya kilatan yang meloncat dari kunci ke tangannya menunjukkan bahwa kilat adalah listrik di alam.

Di awal abad ke-19 mulai ada perkembangan yang cepat dalam ilmu kelistrikan. Beberapa penemu seperti Alexander Graham Bell, Ottó Bláthy, Thomas Edison, Galileo Ferraris, Oliver Heaviside, Ányos Jedlik, Lord Kelvin, Sir Charles Parsons, Ernst Werner von Siemens, Joseph Swan, Nikola Tesla dan George Westinghouse, listrik berubah dari keingintahuan sains menjadi peralatan berguna untuk kehidupan modern, menjadi penggerak bagi Revolusi Industri Kedua.



Penemuan Michael Faraday menjadi dasar teknologi motor listrik

Tahun 1887, Heinrich Hertz menemukan bahwa elektroda yang teriluminasi dengan cahaya ultraviolet dapat menghasilkan percikan listrik lebih mudah. Tahun 1905

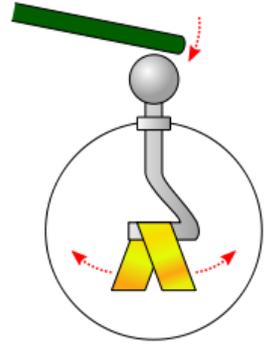
Albert Einstein mempublikasikan tulisan yang menjelaskan data percobaan dari efek fotolistrik sebagai hasil dari energi cahaya yang dibawa pada discrete quantized packets, menghidupkan elektron. Penemuan ini mengantarkan pada revolusi kuantum. Einstein mendapatkan Hadiah Nobel bidang Fisika tahun 1921 untuk "penemuannya dalam hukum efek fotolistrik". Efek fotolistrik juga digunakan dalam fotosel seperti yang bisa ditemukan pada panel surya dan bisa digunakan untuk memproduksi listrik secara komersial.

Alat solid-state pertama adalah detektor "cat's whisker", pertama kali digunakan tahun 1900an di penerima radio. Kawat menyerupai kumis ditempatkan berkontak dengan kristal padat (seperti kristal germanium) untuk mendeteksi signal radio dengan efek simpang kontak. Pada komponen bentuk padat, arus listrik dibatasi oleh elemen padat dan senyawa direkayasa spesifik untuk menghidupkan dan memperkuatnya. Aliran arus dapat dipahami dalam 2 bentuk: sebagai elektron bermuatan negatif dan elektron kekurangan muatan positif yang disebut lubang. Muatan dan lubang ini dapat dipahami pada fisika kuantum. Material pembangunnya biasanya adalah kristalin semikonduktor.

Komponen bentuk-padat kemudian berkembang dengan munculnya transistor tahun 1947. Beberapa komponen bentuk padat yang umum adalah transistor, chip mikroprosesor, dan RAM. Sebuah tipe khusus dari RAM disebut flash RAM digunakan pada flash drives. Selain itu, solid-state drive saat ini digunakan untuk menggantikan cakram keras yang berputar mekanis. Komponen bentuk padat mulai populer tahun 1950-an dan 1960-an, transisi dari tabung vakum ke dioda semikonduktor, transistor, sirkuit terintegrasi (IC) dan diode pancaran cahaya (LED).

## 9.2. Muatan Listrik

Adanya muatan akan menghasilkan gaya elektrostatik: muatan memberikan gaya pada muatan lainnya, sebuah efek yang diketahui sejak zaman kuno. Sebuah bola ringan yang digantung dari senar dapat diberi muatan dengan menyentuh-kannya dengan pengaduk kaca yang telah dimuati dengan menggosokkannya pada kain. Jika ada bola yang sama dimuati dengan pengaduk kaca yang sama, maka akan menolak bola pertama: muatan bekerja pada kedua bola.



Muatan pada **elektroskop berdaun-emas** menyebabkan daunnya akan terlihat tolak-menolak satu sama lain

Dua bola yang dimuati dengan batang amber yang digosok juga menolak satu sama lain. Namun, jika satu bola dimuati oleh pengaduk kaca, dan lainnya dengan batang amber, kedua bola ini akan tarik menarik. Fenomena ini kemudian diinvestigasi di akhir abad ke-18 oleh Charles-Augustin de Coulomb. Penemuan ini kemudian memunculkan aksiom yang terkenal: muatan sejenis akan tolak-menolak dan muatan berlawanan jenis akan tarik-menarik.

Gaya yang bekerja pada partikel akan memberi muatan pada partikel itu sendiri, maka muatan akan memiliki kecenderungan untuk tersebar berlipat ganda pada permukaan berkonduksi. Besarnya gaya elektromagnetik, entah tarik-menarik atau tolak-menolak, dituliskan dalam Hukum Coulomb, yang menghubungkan gaya dengan hasil kali muatan dan memiliki hubungan kuadrat terbalik dengan jarak antar keduanya. Gaya elektromagnetik sangat kuat, hanya berada di belakang gaya nuklir kuat, namun ia bergerak ke

semua arah. Sebagai perbandingan dengan gaya gravitasi yang jauh lebih lemah, gaya elektromagnetik akan mendorong kedua elektron terpisah 1042 kali daripada gaya tarik-menarik gravitasi yang saling menarik mereka.

Muatan pada elektron dan proton berlainan tanda, maka jumlah muatan dapat diekspresikan negatif atau positif. Dengan konvensi, muatan yang dibawa elektron ditulis negatif, dan proton positif, sebuah kesepakatan yang berasal dari kerja Benjamin Franklin. Jumlah muatan biasanya diberi simbol  $Q$  dan satuannya coulomb. tiap elektron membawa muatan yang sama kira-kira  $-1.6022 \times 10^{-19}$  coulomb. Jika proton memiliki muatan yang sama dan berlainan, maka muatannya  $+1.6022 \times 10^{-19}$  coulomb. Muatan tidak hanya dimiliki oleh materi, tetapi juga antimateri, tiap antipartikel memiliki hubungan muatan yang sama dan berlawanan dengan partikel lainnya.

Muatan dapat diukur dengan beberapa cara, salah satu instrumen awal adalah elektroskop berdaun-emas, yang saat ini masih digunakan untuk demonstrasi di kelas, telah digantikan oleh elektrometer elektronik.

### **9.3. Arus Listrik**

Perpindahan muatan listrik dikenal dengan nama arus listrik, besarnya diukur dalam ampere. Arus dapat terdiri dari partikel bermuatan apapun yang berpindah; biasanya adalah elektron, tetapi muatan apapun yang berpindah menghasilkan arus.

Proses ketika arus listrik melewati material disebut konduksi listrik, dan sifatnya bervariasi tergantung dari partikel bermuatan dan material yang mereka lewati. Contoh arus listrik misalnya konduksi logam, di mana elektron mengalir melalui konduktor listrik seperti logam, dan

elektrolisis, di mana ion (atom bermuatan) mengalir melalui cairan atau plasma. Ketika partikel itu sendiri dapat berpindah agak lambat, medan listrik yang menggerakkan mereka dapat memperbanyak dengan kecepatan mendekati kecepatan cahaya, memungkinkan signal listrik untuk lewat dengan cepat pada kawat.

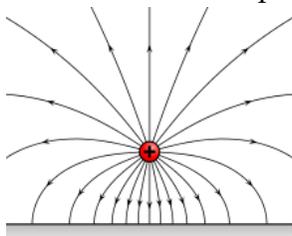
Arus akan menyebabkan beberapa pengaruh. Air bisa terdekomposisi melalui arus dari tumpukan volta, ditemukan oleh Nicholson dan Carlisle tahun 1800, proses ini sekarang dikenal dengan elektrolisis. Hasil karya mereka kemudian dikembangkan Michael Faraday tahun 1833. Arus yang melalui resistansi listrik akan menyebabkan panas, efek yang dipelajari matematis oleh James Prescott Joule tahun 1840. Salah satu penemuan terpenting dalam ilmu tentang arus oleh Hans Christian Ørsted tahun 1820, ketika ia menyaksikan arus dalam kawat mengganggu kerja jarum kompas magnet. Ia menemukan elektromagnetisme, interaksi dasar antara listrik dan magnet. Tingkat keluaran elektromagnetik yang dihasilkan api listrik cukup tinggi untuk menghasilkan gangguan elektromagnet yang bisa mengganggu kerja alat.

Pada teknik atau aplikasi rumah tangga, arus seringkali dijelaskan dalam arus searah (DC) atau arus bolak-balik (AC). Sebutan ini merujuk pada bagaimana arus bervariasi terhadap waktu. Arus searah, diproduksi sebagai contoh dari baterai dan diperlukan oleh hampir seluruh peralatan elektronik, adalah aliran dari bagian positif sirkuit ke bagian negatif. Aliran ini biasanya dibawa oleh elektron, mereka akan berpindah melalui arah berlawanan. Arus bolak-balik adalah arus yang berbalik arah berulang-ulang; hampir selalu membentuk gelombang sinus. Arus bolak-balik akan bergetar bolak-balik dalam konduktor tanpa tanpa muatan berpindah tiap jarak seiring waktu. Nilai waktu rata-rata arus bolak balik adalah nol, tetapi

energi akan dikeluarkan pada satu arah, kemudian kebalikannya. Arus bolak-balik dipengaruhi oleh sifat-sifat listrik yang tidak dapat dilihat pada arus searah keadaan tunak, seperti induktansi dan kapasitansi. Sifat-sifat ini menjadi penting ketika rangkaian ditujukan pada respon transien, seperti ketika pertama kali diberi energi.

#### 9.4. Medan Listrik

Konsep medan listrik pertama kali diperkenalkan oleh Michael Faraday. Medan listrik tercipta dari benda bermuatan di ruang yang mengelilinginya, dan menghasilkan gaya yang diberikan pada muatan manapun yang berada pada cakupan medan tersebut. Medan listrik bekerja di antara 2 muatan dengan perilaku yang serupa dengan medan gravitasi bekerja di antara 2 massa, dan akan berbanding kuadrat terbalik dengan jarak. Namun, ada perbedaan di antara keduanya. Gravitasi selalu bekerja tarik menarik, menarik kedua massa bersama, sedangkan medan listrik bisa menghasilkan tarikan atau tolakan. Ketika objek besar seperti planet umumnya tidak membawa muatan bersih, medan listrik pada jarak tertentu nilainya nol. Oleh karena itu gravitasi menjadi dominan di alam semesta, meskipun jauh lebih lemah



Garis gaya keluar dari muatan positif diatas bidang konduktor

Sebuah medan listrik umumnya beragam pada suatu ruang, dan kekuatannya pada satu titik didefinisikan sebagai gaya (per satuan muatan) yang mengenai muatan diam imajiner jika diletakkan pada titik tersebut.

Konsep ini, dinamai 'muatan tes', haruslah sangat kecil untuk menghindari medan listriknya sendiri mengganggu

medan utama dan juga harus diam untuk menghindari efek medan magnet. Karena medan listrik didefinisikan dalam gaya, dan gaya adalah vektor, maka medan listrik juga vektor, memiliki besaran dan arah. Secara spesifik, medan listrik adalah medan vektor. Studi mengenai medan listrik diciptakan oleh muatan diam yang disebut elektrostatik.

Medan dapat divisualisasikan dengan set garis imajiner yang arahnya pada semua titik adalah sama dengan medan tersebut. Konsep ini pertama kali diperkenalkan Faraday, di mana kata 'garis gaya' terkadang masih digunakan. Garis medan adalah jalur-jalur titik tempat muatan positif akan terlihat seperti dipaksa untuk berpindah di dalam medan tersebut; namun ini hanyalah konsep imajiner tanpa keberadaan yang sesungguhnya. Medan menembus semua ruang di antara garis-garis tersebut. Garis gaya terpancar dari muatan diam memiliki beberapa sifat: pertama, mereka berawal dari muatan positif dan berakhir pada muatan negatif. Kedua, mereka harus masuk ke konduktor manapun pada sudut yang benar, ketiga, mereka tidak boleh memotong atau berdekatan antara satu sama lain.

## 9.5. Potensial Listrik

Konsep dari potensial listrik sangat berhubungan dekat dengan medan listrik. Sebuah muatan yang diletakkan dalam sebuah medan listrik akan mendapat gaya, dan akan membuat muatan melawan gaya tersebut yang membutuhkan kerja. Potensial listrik pada tiap titik didefinisikan sebagai energi yang dibutuhkan untuk membawa sebuah muatan dari jarak tak terbatas ke titik tersebut. Diukur dalam satuan volt yang berarti satu volt adalah potensial di mana harus dihasilkan kerja 1 joule untuk membawa muatan sebesar 1 coulomb dari jarak tak terhingga. Definisi potensial ini hanya

sedikit memiliki kegunaan, dan konsep yang lebih sering dipakai adalah perbedaan potensial listrik yaitu energi yang dibutuhkan untuk memindahkan sebuah muatan antara 2 titik tertentu. Sebuah medan listrik memiliki karakteristik khusus yaitu konservatif dimana jalur yang dilewati muatan tidak berhubungan: semua jalur antara 2 titik tertentu menghabiskan energi yang sama, maka nilai perbedaan potensial dapat ditentukan.

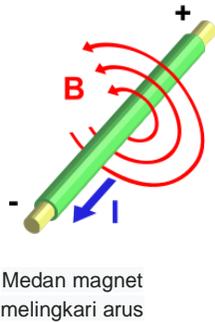
Potensial listrik adalah besaran skalar yang berarti hanya memiliki nilai dan tidak memiliki arah. Dapat dianalogikan dengan tinggi: ketika sebuah objek yang dilontarkan akan jatuh pada ketinggian yang berbeda akibat medan gravitasi maka muatan akan 'jatuh' melalui tegangan yang disebabkan oleh medan listrik. Pada peta relief menunjukkan garis kontur menandai titik-titik pada ketinggian yang sama, sekelompok garis menandai titik-titik dengan potensial yang sama (atau ekuipotensial) dapat digambarkan disekitar objek bermuatan elektrostatik.



Sepasang baterai AA. Tanda + menunjukkan polaritas perbedaan potensial di antara kutub-kutub baterai.

## 9.6. Elektro Magnet

Penemuan Ørsted pada tahun 1821 bahwa medan magnet ada pada semua sisi kawat yang membawa arus listrik menandakan bahwa ada hubungan langsung antara listrik dan magnet. Ditambah lagi, interaksi antar keduanya tampak berbeda dari gaya gravitasi dan elektrostatik. Gaya pada jarum kompas tidak mengarah pada arah yang sama atau kebalikan, tetapi arahnya tegak lurus terhadap arus. Gaya ini juga tergantung dari arah arus, jika arah alirannya dibalik, maka gayanya juga terbalik.



Ørsted belum memahami dengan benar penemuannya, tetapi ia meneliti bahwa efek ini bersifat kebalikan: sebuah arus menghasilkan gaya pada magnet dan medan magnet menghasilkan gaya pada arus. Fenomena ini nantinya akan diteliti lebih lanjut oleh Ampère, yang menemukan bahwa 2 kawat paralel

berarus akan menghasilkan gaya satu sama lain: dua kawat mengonduksi arus pada arah yang sama akan tarik-menarik, sedangkan kawat yang arusnya berlawanan arah akan tolak menolak. The interaction is mediated by the magnetic field each current produces and forms the basis for the international definition of the ampere.

Hubungan antara medan magnet dan arus sangat penting, hal ini akan mengacu pada penemuan motor listrik oleh Michael Faraday tahun 1821. Motor homopolar Faraday terdiri dari magnet permanen yang terletak pada pul raksa. Arus dilewatkan melalui kawat yang digantung dari poros

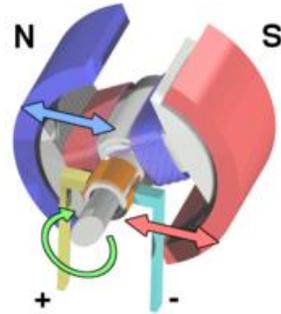
diatas magnet dan dicelupkan ke dalam raksa. Magnet akan memberikan gaya tangensial pada kawat, membuat kawat mengelilingi magnet selama arus mengalir.

Percobaan oleh Faraday tahun 1831 membuktikan bahwa kawat bergerak tegak lurus terhadap medan magnet akan menghasilkan perbedaan potensial di antara ujung-ujungnya. Penelitian lebih lanjut dari proses ini, disebut dengan induksi

elektromagnetik,

memunculkan Hukum induksi Faraday, yang menyatakan bahwa perbedaan potensial yang diinduksi pada rangkaian tertutup akan berbanding lurus

dengan perubahan kecepatan fluks magnet sepanjang rangkaian. Pemanfaatan lebih lanjut dari penemuan ini membuatnya menemukan generator listrik pertama tahun 1831, di mana ia mengubah energi mekanik dari cakram tembaga yang berputar menjadi energi listrik. Cakram Faraday tidak efisien dan tidak digunakan sebagai generator sesungguhnya, tetapi ia menunjukkan adanya kemungkinan membangkitkan energi listrik menggunakan magnet.



menggunakan prinsip elektromagnet: arus melalui medan magnet akan mendapat gaya pada sudut tegak lurus dari medan dan arus

### 9.7. Rangkaian Listrik

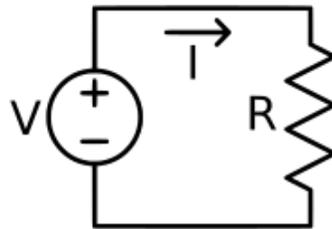
Rangkaian listrik adalah interkoneksi beberapa komponen listrik sehingga muatan listrik dibuat berpindah melalui jalur

tertutup (rangkaiian), biasanya digunakan untuk melakukan tujuan tertentu. Komponen dalam rangkaian listrik dapat terdiri dari berbagai macam elemen seperti resistor, kapasitor, sakelar, transformator dan elektronika. Rangkaian listrik terdiri dari komponen aktif, biasanya semikonduktor, dan biasanya berjalan non-linear, membutuhkan analisis kompleks. Komponen listrik paling sederhana adalah komponen-komponen pasif dan linear: ketika mereka dapat menyimpan energi sementara, mereka tidak punya sumbernya, dan akan memperlihatkan respon linear jika diberi stimulus.

Resistor adalah salah satu elemen rangkaian pasif: resistor akan menghambat arus yang melaluinya, melepaskan energinya sebagai panas. Hambatan muncul akibat gerak muatan melalui konduktor: pada logam, misalnya, hambatan disebabkan karena tabrakan antara elektron dan ion. Hukum Ohm adalah hukum dasar mengenai teori rangkaian, menyatakan bahwa rangkaian yang melewati hambatan berbanding lurus dengan perbedaan potensialnya. Hambatan pada sebagian besar material relatif konstan terhadap berbagai range suhu dan arus. Ohm, satuan hambatan, diambil dari fisikawan Georg Ohm, dilambangkan dengan huruf Yunani  $\Omega$ .  $1 \Omega$  adalah hambatan yang akan menghasilkan perbedaan potensial 1 volt jika diberikan arus satu ampere.

Kapasitor adalah pengembangan Leyden jar dan merupakan alat yang dapat menyimpan muatan sehingga menyimpan energi listrik dalam medan resultan. Kapasitor terdiri dari 2 pelat berkonduksi dipisahkan oleh lapisan dielektrik terinsulasi. Dalam kenyataannya, kertas logam tipis digulung bersama, meningkatkan luas permukaan per satuan volume dan meningkatkan kapasitansi. Satuan kapasitansi adalah farad, diambil dari nama fisikawan Michael Faraday, dan diberi simbol F: satu farad adalah kapasitansi yang memberikan perbedaan potensial 1 volt ketika menyimpan muatan sebesar 1 coulomb.

Kapasitor awalnya terhubung dengan catu daya akan menimbulkan arus listrik dan mengumpulkan muatan; arus ini akan terputus ketika kapasitor telah terisi penuh. Maka kapasitor tidak beroperasi dalam arus keadaan tunak (steady state), tetapi malah membloknya. Induktor, biasanya berupa gulungan



Rangkaian listrik sederhana. Sumber tegangan  $V$  di sebelah kiri akan menghasilkan arus listrik  $I$  di sekitar rangkaian, memberikan energi listrik ke resistor  $R$ . Dari resistor, arus akan kembali ke sumber, sehingga menjadi satu rangkaian.

kawat, menyimpan energi pada medan magnet sebagai respon atas arus yang melewatinya. Ketika terjadi perubahan arus, maka medan magnet akan berubah, menginduksi tegangan antara ujung-ujung konduktor

Tegangan terinduksi berbanding lurus dengan perubahan arus terhadap waktu. Perbandingan ini disebut dengan induktansi. Satuan dari induktansi adalah henry, dinamai dari fisikawan Joseph Henry. Satu henry adalah induktansi yang akan menginduksi perbedaan potensial sebesar 1 volt jika arus yang melewati berubah dengan kecepatan 1 ampere per detik. Perilaku induktor agak kebalikan dengan kapasitor: beroperasi pada arus tetap, tetapi tidak bisa jika arus berubah sangat cepat.

## **9.8. Tegangan Listrik**

Tenaga listrik adalah kecepatan energi listrik berpindah melalui rangkaian listrik. Satuan SI dari tenaga adalah watt, satu joule per detik. Tenaga listrik, seperti tenaga mekanik, adalah seberapa cepatnya melakukan kerja, terukur dalam watt dan dilambangkan dengan huruf P. Tenaga listrik

dihasilkan dari arus listrik  $I$  terdiri dari muatan  $Q$  coulomb tiap  $t$  detik melewati perbedaan potensial listrik (voltase)  $V$  adalah

$$P = \text{Kerja persatuan waktu} = \frac{QV}{t} = VI$$

$Q$  : muatan listrik dalam coulomb

$t$  : waktu dalam detik

$I$  : arus listrik dalam ampere

$V$  : potensial listrik atau voltase dalam volt

Pembangkit listrik biasanya menggunakan generator listrik, tetapi juga bisa berasal dari sumber kimia seperti baterai listrik atau sumber lain. Tenaga listrik biasanya disalurkan ke rumah tangga dan bisnis oleh industri tenaga listrik. Listrik biasanya dijual dalam satuan kilowatt jam (3.6 MJ) yang merupakan hasil kali daya dalam kilowatt dikali lamanya waktu dalam jam. Utilitas listrik mengukur daya menggunakan meteran listrik, yang terus menyimpan total energi listrik yang digunakan oleh pelanggan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Belajarpintar. (2019, Oktober). Besaran pada gelombang. [online]. Diakses dari <http://blajarpintar.blogspot.co.id/2012/02/besaran-pada-gelombang.html>.
- Djumhana, N. & Muslim. (2007). *Pendidikan IPA SD*. Jakarta: Dirjen Dikti-SEAMEO SEAMOLEC.
- Hudi, I. (2019, 10 Oktober). Kemagnetan. [online]. Diakses dari [https://www.slideshare.net/novi\\_hudi/kemagnetan-31804017](https://www.slideshare.net/novi_hudi/kemagnetan-31804017).
- Idschool.net (2019, 13 September). Contoh soal getaran dan gelombang. [online]. Diakses <http://idschool.net/smp/fisika-smp/contoh-soal-getaran-dan-gelombang/>.
- Imron. (2019, 10 Oktober). Gaya gravitasi, gaya gesek, gaya magnet. [online]. Diakses dari <http://www.imron.web.id/2018/01/gaya-gravitasi-gaya-gesek-dan-gaya.html>.
- Koes, H, S.& Prabowo (1999). *Konsep Dasar IPA*, Jakarta : DIKTI Depdikbud.
- Nn. (2019). Cara Membuat Magnet dengan Induksi, Gosokan, dan Elektromagnetik. [online]. Diakses dari <http://fismath.com/cara-membuat-magnet-dengan-cara-induksi-gosokandan-elektromagnetik/>.
- nn. (2019, 10 Oktober). Besaran pada gelombang. [online]. Diakses dari <https://rumushitung.com/2014/02/19/materi-gelombang-fisika/>.