

**BUKU
KONSEP DASAR BUMI ANTARIKSA
DAN KIMIA**

ATIKA ULYA AKMAL, S.PD.,M.PD



pena persada

PENERBIT CV. PENA PERSADA

BUKU KONSEP DASAR BUMI ANTARIKSA DAN KIMIA

Penulis:

Atika Ulya Akmal, S.Pd.,M.Pd

ISBN: 978-623-455-216-4

Design Cover:

Retnani Nur Brilliant

Layout:

Nofendy Ardyanto

Penerbit CV. Pena Persada

Redaksi:

**Jl. Gerilya No. 292 Purwokerto Selatan, Kab. Banyumas
Jawa Tengah**

Email: penerbit.penapersada@gmail.com

Website: penapersada.com Phone: (0281) 7771388

Anggota IKAPI

All right reserved

Cetakan pertama: Februari 2022

**Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang
memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin
penerbit**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji dan syukur atas ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya Buku Bumi dan Antariksa telah diselesaikan dengan baik. Buku Bumi dan Antariksa bertujuan untuk mendapatkan konsep-konsep ilmiah di bidang kajian ilmu Dasar Bumi dan Antariksa. Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar diharapkan dapat meningkatkan kualitas pendidikan dalam memahami ilmu bumi di dalam Sains Dasar. Terima kasih pada keluarga dan kerabat yang memberikan motivasi kepada penulis sehingga buku ini telah di selesaikan dengan baik. Kami juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh tim editor dan penerbit yang membantu mempublikasikan buku ini. Penulis juga bersyukur atas dukungan dari semua pihak sehingga Buku Bumi dan Antariksa ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan maupun mungkin kesalahan dalam penulisan buku ini, sehingga penulis mengharapakan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang dari seluruh pembaca. Akhir kata, penulis berharap dengan adanya buku ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan para mahasiswa/i, pengajar ataupun inovator pendidikan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Padang, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
BAB I TEORI TERBENTUKNYA ALAM SEMESTA DAN GALAKSI SERTA TEORI GEOSENTRIS DAN HELIOSENTRIS	1
A. Alam Semesta	1
1. Pengertian Alam Semesta, Galaksi, dan Tata Surya	1
2. Teori Asal Mula Alam Semesta	3
3. Teori Terbentuknya Tata Surya.....	5
4. Teori Asal Mula Bumi.....	9
B. Teori Geosentris dan Heliosentris	10
1. Sejarah Terbentuknya Teori Geosentris	10
2. Sejarah Terbentuknya Teori Heliosentris.....	11
3. Perbedaan Teori Geosentris dan Teori Heliosentris	13
BAB II TATA SURYA, ROTASI DAN REVOLUSI.....	16
A. Tata Surya	16
1. Susunan Tata Surya.....	16
2. Asal Usul Tata Surya	17
3. Benda-Benda Yang Ada Di Tata Surya	20
4. Sistem Tata Surya Dan Planet - Planet	21
B. Rotasi	34
1. Rotasi Bumi	34
2. Revolusi Bumi.....	38
BAB III GERHANA DAN SISTEM KALENDER	53
A. Gerhana	53
1. Gerhana Matahari	54
2. Gerhana Bulan	58

B. Sistem Kalender.....	60
1. Kalender Hijriah dan Kalender Masehi.....	60
BAB IV PENGERTIAN, JENIS AWAN DAN ANGIN BESERTA DAMPAKNYA	63
A. Awan.....	63
1. Pengertian Awan	63
2. Proses Pembentukan Awan	66
3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Awan.....	69
4. Suhu awan	70
5. Jenis awan Berdasarkan Tinggi Basar Awan	70
6. Jenis-jenis Awan.....	71
7. Manfaat Awan bagi Manusia.....	73
B. Angin	74
1. Angin Darat dan Angin Laut	74
2. Angin Gunung dan Angin Lembah	75
3. Angin Ribut/Puyuh.....	75
4. Angin Monsun	76
5. Angin Topan (Badai Tropis).....	76
C. Dampak Awan dan Angin.....	77
1. Manfaat Awan bagi Manusia.....	77
2. Bahaya dari Awan	77
BAB V CUACA, IKLIM, MUSIM.....	80
A. Cuaca.....	80
1. Pengertian Cuaca	80
2. Unsur-Unsur Cuaca dan Iklim.....	81
3. Klasifikasi Cuaca.....	84
4. Gejala-Gejala Cuaca.....	87
5. Dampak Rumah Kaca	88
B. Iklim	88
1. Pengertian Iklim.....	88

2. Macam-Macam Iklim Di Indonesia	89
3. Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Iklim Di Indonesia	93
4. Faktor-Faktor Yang Dipengaruhi Oleh Iklim Di Indonesia	93
5. Kerugian dan Keuntungan Iklim Di Indonesia	95
6. Kondisi Perubahan Iklim Di Indonesia	96
C. Musim	97
1. Pengertian Musim	97
2. Jenis-Jenis Musim	99
3. Faktor Penyebab Terjadinya Perubahan Musim Di Indonesia	104
D. Rotasi bumi	105
1. Daerah bertekanan rendah dan tinggi	105
2. Laut dan benua	106
BAB VI SEJARAH PERKEMBANGAN ANTARIKSA DAN HASIL PENELITIAN BADAN ANTARIKSA DUNIA (NASA, ESA, ROS COSMOS, CNSA, ISRO)	107
A. Pengertian Antariksa	107
B. Sejarah Perkembangan Teknologi Antariksa	108
1. Nasa	111
2. Roskosmos	111
3. Esa	112
4. Cnsa	112
5. Isro	112
C. Badan Antariksa Dunia Dan Hasil Penelitiannya	112
1. Badan Antariksa Nasa	112
2. Prestasi Badan Antariksa NASA	113
3. Badan Antariksa ESA	118
4. Prestasi Badan Antariksa ESA	118
5. Badan Antariksa Roskosmos	121

6. Prestasi Badan Antariksa Roscosmos	121
7. Badan Antariksa CNSA	124
8. Prestasi Badana Antariksa CNSA.....	124
9. Badan Antariksa ISRO	126
10. Prestasi Badan Antariksa ISRO:.....	127
BAB VII TEORI TERBENTUKNYA BUMI DAN BENTUK	
SUSUNAN BUMI (Atmosfer, Listosfer, Hidrosfer)	
A. Struktur Bumi	129
B. Teori Terbentuknya Bumi	133
1. Teori Hipotesis Kabut	133
2. Teori Planetesimal	133
3. Teori Pasang Surut	134
4. Teori Pergeseran Benua	136
BAB VIII GEMPA BUMI DAN TSUNAMI.....	
A. Gempa Bumi	137
1. Pengertian Gempa Bumi.....	137
2. Macam-Macam Gempa Bumi	137
3. Faktor Penyebab Terjadinya Gempa Bumi	138
4. Dampak yang Ditimbulkan Dari Gempa Bumi.....	139
B. Tsunami	140
1. Pengertian Tsunami	140
2. Penyebab Terjadinya Tsunami	140
3. Dampak Terjadinya Tsunami	142
4. Hal yang Harus Dilakukan Saat & Setelah Terjadi Tsunami	142
BAB IX ASAL USUL BATUAN DAN SIFAT-SIFAT BATUAN ...	
A. Pengertian Batuan	144
B. Jenis batuan Berdasarkan proses terjadinya.....	144
1. Batuan Beku (<i>Igneous Rock</i>).....	144
2. Batuan Sedimen (endapan)	151

3. Batuan Metamorf(malihan).....	176
4. Batuan Metamorf Foliated (Foliasi)	177
BAB X MACAM-MACAM EROSI, PENYEBAB	
EROSI DAN ABRASI SERTA ENERGI	188
A. Erosi	188
1. Pengertian Erosi.....	188
2. Penyebab Erosi	188
3. Tahapan Erosi	189
4. Dampak Terjadinya Erosi.....	189
5. Proses Terjadinya Erosi	190
6. Jenis-Jenis Erosi.....	190
7. Pencegahan Erosi.....	193
B. Abrasi	193
1. Pengertian Abrasi.....	193
2. Penyebab Abrasi.....	194
3. Pencegahan Abrasi.....	195
C. Energi Alternatif.....	196
D. Sejarah Energi Alternatif	198
1. Batu bara sebagai alternatif kayu	198
2. Bahan bakar minyak sebagai alternatif minyak ikan paus	199
3. Alkohol sebagai alternatif bahan bakar fosil	199
4. Gasifikasi batu bara sebagai alternatif bahan bakar minyak yang mahal	200
5. Energi terbarukan sebagai alternatif energi tak terbarukan.....	200
E. Sumber Energi Alternatif	200
F. Macam-macam Energi Alternatif	202
1. Energi Matahari	202
2. Energi Panas Bumi	204
3. Energi Angin.....	205

4. Energi Air.....	206
5. Energi Laut	207
6. Energi Biogas.....	207
7. Energi Biomassa.....	208
BAB XI MENGIDENTIFIKASI DAN MENGELOMPOKKAN SUMBER.....	209
A. Pengertian dan Pengelompokan Sumber Daya Alam.....	209
B. Potensi dan Sebaran Sumber Daya Alam Indonesia	209
1. Potensi Sumber Daya Udara	210
2. Potensi Sumber Daya Tanah	211
3. Potensi Sumber Daya Air	212
4. Potensi Sumber Daya Hutan.....	213
5. Potensi Sumber Daya Tambang	215
6. Potensi dan Persebaran Sumber Daya Laut.....	216
C. Kegiatan Ekonomi dan Pemanfaatan Potensi Sumber Daya Alam.....	217
1. Kegiatan Ekonomi	217
2. Pemanfaatan Sumber Daya Alam	218
BAB XII KLASIFIKASI MATERI (ZAT TUNGGAL DAN ZAT CAMPURAN	220
A. Pengertian Ilmu Kimia	220
B. Pengertian Materi.....	220
C. Unsur, Senyawa, Campuran, dan Larutan	221
1. Pengertian unsur.....	221
2. Tabel Periodik Unsur	222
3. Lambang Unsur	223
D. Senyawa.....	224
1. Pengertian Senyawa	224
2. Lambang Senyawa/Rumus Kimia	225

3. Tatanama Senyawa	226
E. Campuran	231
F. Jenis-Jenis Campuran	231
G. Hukum - Hukum Dasar Kimia.....	233
1. Hukum Kekekalan Massa (Antoine Lavoisier)	233
2. Hukum Perbandingan Tetap (Joseph Proust)	234
3. Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton)	235
H. Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay Lussac).....	236
I. Hipotesis Avogadro.....	237
1. Interaksi atom-atom logam (ikatan metalik/ikatan logam).	238
2. Ikatan kovalen	238
3. Ikatan non-logam dengan logam	240
DAFTAR PUSTAKA	242

BAB I

TEORI TERBENTUKNYA ALAM SEMESTA DAN GALAKSI SERTA TEORI GEOSENTRIS DAN HELIOSENTRIS

A. Alam Semesta

1. Pengertian Alam Semesta, Galaksi, dan Tata Surya

a. Alam Semesta

Pengertian alam semesta mencakup tentang mikrokosmos dan makrokosmos. Mikrokosmos adalah benda-benda yang mempunyai ukuran sangat kecil, misalnya atom, elektron, sel, amuba, dan sebagainya. Sedang makrokosmos adalah benda-benda yang mempunyai ukuran yang sangat besar, misalnya bintang, planet, dan galaksi. Konsep pemikiran manusia tentang pusat universe atau alam semesta sangat radikal. Awalnya para ilmuwan astronom menetapkan bahwa manusialah yang sebagai pusat, yang diberi nama teori egosentris. Setelah itu mereka menetapkan bumi yang menjadi pusat yang ditokohi oleh Cladius Ptolemeus. Teori ini dikenal dengan geosentris. Namun setelah itu Nicolas Copernicus mengungkap teori baru di mana matahari dijadikan pusat alam semesta, heliosentris. Namun saat ini mereka baru menyadari bahwa teori tersebut lebih cocok digelayutkan pada tata surya. Dan tata surya hanyalah sebagian dari galaksi, dan galaksi adalah satu kumpulan bintang dari banyak kumpulan bintang di alam semesta.

b. Galaksi

Langit dihiasi bintang-bintang yang jumlahnya tak terhitung, yang bisa diamati dengan mata telanjang maupun teropong bintang. Bintang-bintang berkumpul dalam suatu gugusan, meskipun antar-bintang berjauhan di angkasa. Dari penjelasan Ismail al-Juwasy tersebut dapat kita katakan bahwa galaksi tak ubahnya bak

sekumpulan anak ayam yang tak mungkin untuk dipisahkan dari induknya. Di mana ada anak ayam di situ pasti ada induknya. Sama halnya bintang-bintang di angkasa sana mereka tak mungkin gemerlap sendirian tanpa disandingi dengan bintang lainnya. Galaksi yang sering kita dengar adalah Bimasakti atau milky way. Kalau kita cermati agak aneh nama milky way tersebut karena dari benda angkasa luar diumpamakan dengan susu. Namun dari keanehan tersebut terdapat keunikan, yakni bintang bertebaran di langit pada malam hari seperti susu yang tercecer di langit. Galaksi kita berbentuk spiral, dapat kita samakan dengan lingkaran obat nyamuk jikadilihat dari atas dan seperti gasing bila dilihat dari samping. Galaksi kita tidak sebandar lingkaran namun berbentuk elips. Hal ini dibuktikan dengan ukannya yang memiliki panjang sekitar 100 tahun cahaya dan lebar 10 tahun cahaya dan tata surya kita berada 30 tahun cahaya dari pusat galaksi. Selain galaksi Bimasakti kita juga dapat melihat beberapa galaksi dengan mata telanjang ataupun dengan alat. Yang diungkap oleh para ilmuwan yakni galaksi Andromeda, Awan Magallanic Besar dan Awan Magallanic Kecil. Galaksi Andromeda lebih besar daripada Milky way.

c. Tata Surya

Tata surya terdiri dari matahari, Sembilan planet dan berbagai benda langit seperti satelit, komet, dan asteroid. Tata surya tak lebih hanyalah gugusan kecil dari benda-benda langit dan satu bintang. Tata surya adalah bagian kecil dari galaksi. Kita kenal dengan sembilan planet mungkin ketika sekolah dasar, dari sembilan planet tersebut terbagi dua bagian yaitu planet dalam dan planet luar. Planet dalam adalah planet yang dekat dengan matahari yang terdiri dari Merkurius, Venus, Bumi, dan Mars. Sedangkan Yupiter, Saturnus,

Uranus, Neptunus, dan Pluto –yang sekarang tereliminasi- termasuk planet luar.

2. Teori Asal Mula Alam Semesta

a. Teori Letusan Hebat

Berbagai teori tentang jagad raya membentuk suatu bidang studi yang dikenal sebagai kosmologi. Einstein adalah ahli kosmologi modern pertama. Tahun 1915 ia menyempurnakan teori umumnya tentang relativitas, yang kemudian diterapkan pada pendistribusian zat di luar angkasa. Pada tahun 1917 secara matematik ditentukan bahwa tampaknya ada massa bahan yang hampir seragam yang keseimbangannya tak tentu antara kekuatan tarik gravitasi dan kekuatan olek atau kekuatan dorong kosmik lain yang tak dikenal. Pada tahun 1922 seorang ahli fisika Rusia muncul dengan pemecahan soal itu secara lain, yang mengatakan bahwa kekuatan tolak tidak berperan bahkan jagad raya terus meluas dan seluruh partikel terbang saling menjauhi dengan kecepatan tinggi. Karena kekuatan tarik gravitasi, perluasan itu terus melambat. Sebelumnya, partikel-partikel itu telah bergerak keluar bahkan lebih cepat lagi. Dalam model jagad raya ini dahulu perluasan mulai pada saat yang unik yang disebut “letusan hebat”.

Teori letusan hebat rupanya begitu berlawanan dengan pengetahuan astronomi zaman sekarang, yang mula-mula sedikit menarik perhatian. Akhirnya sebanyak bintang dalam galaksi Bimasakti bukannya saling menjauhi satu sama lain, tetapi malahan berjalan dalam orbit sirkular mengelilingi wilayah pusatnya yang padat. Akan tetapi, pada tahun 1929 Edwin Hubble, ketika itu ahli astronomi di Observatorium Mount Wilson, mengemukakan bahwa berbagai galaksi yang telah diamatinya sebenarnya menjauhi kita, dan menjauhi yang lain, dengan kecepatan sampai beberapa

ribu kilometer per-detik. Rupanya galaksi-galaksi ini, seperti halnya Bimasakti kita, menjaga keutuhan bentuk internalnya selama waktu yang panjang. Galaksi-galaksi itu secara sendiri-sendiri mengarungi angkasa raya, kira-kira sebagai unit atau partikel yang bergerak mengarungi ruang angkasa. Teori Einstein dapat diterapkan pada berbagai galaksi, sebagai ganti bintang-bintang.

b. Teori Keadaan Tetap

Kalau kita kembali ke tahun 1948, tidaklah ditemukan informasi yang cukup untuk menguji teori letusan hebat itu. Ahli Astronomi Inggris Fred Hoyle dan beberapa ahli astro-fisika Inggris mengajukan teori yang lain, teori keadaan tetap yang menerangkan bahwa jagat raya tidak hanya sama dalam ruang angkasa –asas kosmologi- tetapi juga tak berubah dalam waktu asas kosmologi yang sempurna. Jadi, asas kosmologi diperluas sedemikian rupa sehingga menjadi “sempurna” atau “lengkap” dan tidak bergantung pada peristiwa sejarah tertentu. Teori keadaan tetap berlawanan sekali dengan teori letusan hebat. Dalam teori kedua, ruang angkasa berkembang menjadi lebih kosong sewaktu berbagai galaksi saling menjauh. Dalam teori keadaan tetap, kita harus menerima bahwa zat baru selalu diciptakan dalam ruang angkasa di antara berbagai galaksi, sehingga galaksi baru akan terbentuk guna menggantikan galaksi yang menjauh. Orang sepakat mengatakan bahwa zat baru itu ialah hydrogen, yaitu sumber yang menjadi asal usul bintang dan galaksi. Penciptaan zat berkesinambungan dari ruang angkasa yang tampaknya kosong itu diterima secara skeptis oleh para ahli, sebab hal ini rupanya melanggar salah satu hukum.

3. Teori Terbentuknya Tata Surya

Melihat kenyataan bahwa planet-planet bergerak mengelilingi matahari dengan orbitnya yang berebentuk elips dengan arah peredaran yang sama yaitu berlawanan arah jarum jam jika melihatnya dari kutub utara, ternyata arah revolusi planet-planet dan satelitnya yaitu arah negative. Ini berlawanan dengan yang kita amati di bumi, peredaran harian benda-benda langit seperti matahari, bulan dan bintang berarah positif seperti arah peredaran harian matahari yang terbit di timur lalu naik dan kemudian terbenam di barat. Adanya realitas yang demikian membuat para ahli astronomi berkesimpulan bahwa tata surya terbentuk dari material yang berputar dengan arah negative, hal ini kemudian memunculkan beberapa teori tentang terjadinya tata surya sebagai berikut:

a. Teori Nebule atau teori kabut, yang dikemukakan oleh Immanuel Kant (1749-1827) dan Piere Simon de Laplace (1796).

Matahari dan planet berasal dari sebuah kabut pijar yang berpilin di dalam jagatraya, karena pilinannya itu berupa kabut yang membentuk bulat seperti bola yang besar, makin mengecil bola itu makin cepat putarannya. Akibatnya bentuk bola itu memepat pada kutubnya dan melebar di bagian equatornya bahkan sebagian massa dari kabut gas menjauh dari gumpalan intinya dan membentuk gelang-gelang di sekeliling bagian utama kabut itu, gelang-gelang itu kemudian membentuk gumpalan padat inilah yang disebut planet-planet dan satelitnya. Sedangkan bagian tengah yang berpijar tetap berbentuk gas pijar yang kita lihat sekarang sebagai matahari. Teori kabut ini telah dipercaya orang selama kira-kira 100 tahun, tetapi sekarang telah banyak ditinggalkan karena: (1) tidak mampu memberikan jawaban-jawaban kepada banyak hal atau masalah di dalam tata surya kita dan (2) karena munculnya banyak teori baru yang lebih memuaskan.

b. Teori Planetesimal, Thomas C. Chamberlin (1843-1928) seorang ahli geologi dan Forest R. Moulton (1872-1952) seorang astronom.

Disebut Planetesimal yang berarti planet kecil karena planet terbentuk dari benda padat yang memang telah ada. Matahari telah ada sebagai salah satu dari bintang-bintang yang banyak, pada satu waktu ada sebuah bintang yang berpapasan pada jarak yang tidak terlalu jauh akibatnya terjadi pasang naik antara matahari dan bintang tadi. Pada waktu bintang itu menjauh sebagian massa dari matahari itu jatuh kembali ke permukaan matahari dan sebagian lain berhamburan di sekeliling matahari inilah yang disebut dengan planetesimal yang kelak kemudian menjadi planet-planet yang beredar pada orbitnya dan mengelilingi matahari.

c. Teori Pasang Surut, Sir James Jeans (1877-1946) dan Harold Jeffreys (1891) keduanya dari Inggris, teori ini hampir sama dengan teori Planetesimal.

Setelah bintang itu berlalu dengan gaya tarik bintang yang besar pada permukaan matahari terjadi proses pasang surut seperti peristiwa pasang surutnya air laut di bumi akibat gaya tarik bulan. Sebagian massa matahari itu membentuk cerutu yang menjorok ke arah bintang itu mengakibatkan cerutu itu terputus-putus membentuk gumpalan gas di sekitar matahari dengan ukuran yang berbeda-beda, gumpalan itu membeku dan kemudian membentuk planet-planet. Teori ini menjelaskan mengapa planet-planet di bagian tengah seperti Yupiter, Saturnus, Uranus dan Neptunus merupakan planet raksasa sedangkan di bagian ujungnya merupakan planet-planet kecil. Kelahiran kesembilan planet itu karena pecahan gas dari matahari yang berbentuk cerutu itu maka besarnya planet-planet itu berbeda-beda yang terdekat dan terjauh besar tetapi yang di tengah lebih besar lagi.

d. Teori Awan Debu, dikemukakan oleh Carl von Weizsaeker (1940) kemudian disempurnakan oleh Gerard P Kuiper (1950).

Tata surya terbentuk dari gumpalan awan gas dan debu. Gumpalan awan itu mengalami pemampatan, pada proses pemampatan itu partikel-partikeldebu tertarik ke bagian pusat awan itu membentuk gumpalan bola dan mulai berpilin dan kemudian membentuk cakram yang tebal di bagian tengah dan tipis di bagian tepinya. Partikel-partikel di bagian tengah cakram itu saling menekan dan menimbulkan panas dan berpijar, bagian inilah yang kemudian menjadi matahari. Sementara bagian yang luar berputar sangat cepat sehingga terpecah-pecah menjadi gumpalan yang lebih kecil, gumpalan kecil ini berpilin pula dan membeku kemudian menjadi planet-planet.

e. Teori Bintang Kembar

Teori ini hampir sama dengan teori planetesimal. Dahulu matahari mungkin merupakan bintang kembar, kemudian bintang yang satu meledak menjadi kepingan-kepingan. Karena ada pengaruh gaya gravitasi bintang, maka kepingan-kepingan yang lain bergerak mengitari bintang itu dan menjadi planet-planet. Sedangkan bintang yang tidak meledak menjadi matahari.

f. Teori Ledakan (Big Bang), George Gamow, Alpher dan Herman.

Alam pada saat itu belum merupakan materi tetapi pada suatu ketika berubah menjadi materi yang sangat kecil dan padat, massanya sangat berat dan tekanannya besar, karena adanya reaksi inti kemudian terjadi ledakan hebat. Massa itu kemudian berserak dan mengembang dengan sangat cepat menjauhi pusat ledakan dan membentuk kelompok-kelompok dengan berat jenis yang lebih kecil dan trus bergerak, menjauhi

titik pusatnya. Dentuman besar itu terjadi ketika seluruh materi kosmos keluar dengan kerapatan yang sangat besar dan suhu yang sangat tinggi dari volume yang sangat kecil. Alam semesta lahir dari singularitas fisis dengan keadaan ekstrem. Teori Big Bang ini semakin menguatkan pendapat bahwa alam semesta ini pada awalnya tidak ada tetapi kemudian sekitar 12 milyar tahun yang lalu tercipta dari ketiadaan.

Pada tahun 1948, Gerge Gamov muncul dengan gagasan lain tentang Big Bang. Ia mengatakan bahwa setelah pembentukan alam semesta melalui ledakan raksasa, sisa radiasi yang ditinggalkan oleh ledakan ini haruslah ada di alam. Selain itu, radiasi ini haruslah tersebar merata di segenap penjuru alam semesta. Bukti yang 'seharusnya ada' ini pada akhirnya diketemukan. Pada tahun 1965, dua peneliti bernama Arno Penziaz dan Robert Wilson menemukan gelombang ini tanpa sengaja. Radiasi ini, yang disebut 'radiasi latar kosmis', tidak terlihat memancar dari satu sumber tertentu, akan tetapi meliputi keseluruhan ruang angkasa. Demikianlah, diketahui bahwa radiasi ini adalah sisa radiasi peninggalan dari tahapan awal peristiwa Big Bang. Penzias dan Wilson dianugerahi hadiah Nobel untuk penemuan mereka.

Pada tahun 1989, NASA mengirimkan satelit COBE (Cosmic Background Explorer). COBE ke ruang angkasa untuk melakukan penelitian tentang radiasi latar kosmis. Hanya perlu 8 menit bagi COBE untuk membuktikan perhitungan Penziaz dan Wilson. COBE telah menemukan sisa ledakan raksasa yang telah terjadi di awal pembentukan alam semesta. Dinyatakan sebagai penemuan astronomi terbesar sepanjang masa, penemuan ini dengan jelas membuktikan teori Big Bang. Bukti penting lain bagi Big Bang adalah jumlah hidrogen dan helium di ruang angkasa. Dalam berbagai penelitian, diketahui bahwa konsentrasi hidrogen-helium di alam

semesta bersesuaian dengan perhitungan teoritis konsentrasi hidrogen-helium sisa peninggalan peristiwa Big Bang. Jika alam semesta tak memiliki permulaan dan jika ia telah ada sejak dulu kala, maka unsur hidrogen ini seharusnya telah habis sama sekali dan berubah menjadi helium.

Segala bukti meyakinkan ini menyebabkan teori Big Bang diterima oleh masyarakat ilmiah. Model Big Bang adalah titik terakhir yang dicapai ilmu pengetahuan tentang asal muasal alam semesta. Begitulah, alam semesta ini telah diciptakan oleh Allah Yang Maha Perkasa dengan sempurna tanpa cacat. Yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang. (QS. Al-Mulk, 67:3)

4. Teori Asal Mula Bumi

Lima miliar tahun yang lalu, system tata surya kita tidak ada. Yang ada hanyalah awan debu dan gas yang secara perlahan berubah bentuk. sembilan planet, termasuk Bumi, dibentuk dari materi yang menggumpal, menyerupai gumpalan bola salju, di dalam kabut. Mengenai teori sejarah asal terbentuknya bumi sebagai berikut;

- a. Proses dimulai sekitar 4,6 miliar tahun yang lalu di pusat nebula matahari.
- b. Matahari terbentuk di pusat awan ini. Sementara itu, gas dan bahan lain di bagian luarnya menggumpal.
- c. Bebatun kecil berubah menjadi lebih besar, membentuk cikal bakal planet, atau protoplanet dengan diameter beberapa kilometre.
- d. Protoplanet saling bertumbuhan satu sama lain dan menggumpal hingga mencapai ukuran planet (memiliki diameter beberapa ribu kilometer). Hingga ratusan juta

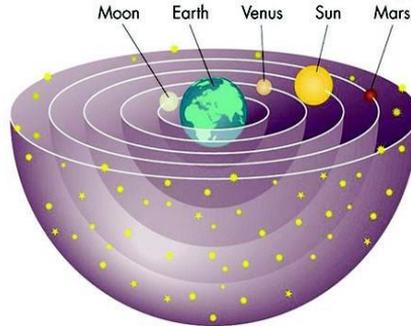
- tahun, planet tersebut dibombardir secara kuat dan terus menerus oleh bebatuan lain.
- e. Sekitar 4,5 miliar tahun yang lalu, bumitelah diselimuti oleh lautan larva yang berasal dari bebatuan yang terbakar dan luasnya mencapai beberapa kilometre.
 - f. Secara perlahan, lautan larva tersebut mendingin membentuk kerak yang dihantam terus menerus oleh berbagai meteor dan komet.
 - g. Planet muda kita juga mengalami aktifitas vulkanik yang melepaskan lapisan udara secara radikal, lapisan udara ini berbeda dengan lapisan udara saat ini. Keberadaan air dimungkinkan berasal dari kedalaman bumi atau dibawa dari angkasa oleh komet dan membentuk laut. Pada saat bersamaan, kerak bumi berupa menjadi benua.
 - h. Kemunculan benua, laut, dan lapisan oksigen rendah menghasilkan proses pembentukan molekul yang lebih kompleks, yang menuntun terciptanya fenomena yang luar biasa, yaitu kehidupan. Bahkan lebih mengejutkan lagi, kehidupan dengan sangat cepat muncul dari laut, kurang dari satu miliar tahun setelah bumi tercipta. Kehidupan memerlukan beberapa miliar tahun lagi ke daratan.

B. Teori Geosentris dan Heliosentris

1. Sejarah Terbentuknya Teori Geosentris

Model geosentris, di mana planet Bumi adalah pusat semesta dan dikelilingi oleh Matahari dan semua planet, telah menjadi model kosmologis yang diterima sejak zaman kuno. Pada akhir zaman kuno, model ini telah diformalkan oleh para astronom Yunani dan Romawi kuno, seperti Aristoteles (384 - 322 SM) dan Ptolemaeus (100 - 170 Masehi).

Geocentric Theory



Gambar 2.1: Teori Geosentris

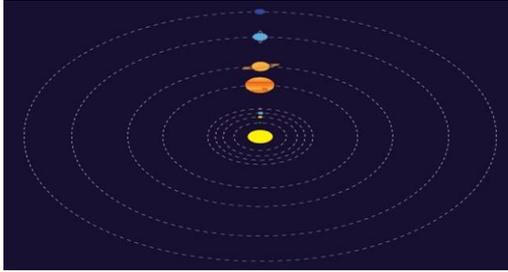
Ada dua pengamatan umum yang mendasari model geosentris:

- a. Bagi para astronom kuno, bintang-bintang, Matahari, dan planet-planet tampaknya berputar mengelilingi Bumi setiap hari.
- b. Dari pandangan pengamat di Bumi, Bumi tampaknya tidak bergerak dan sebagai titik acuan tetap di ruang angkasa.

Teori Geosentris dikemukakan secara terperinci dan disusun kembali oleh astronom Mesir-Yunani Claudius Ptolemaeus (atau. Ptolemy) ketika menulis “Almagest” pada abad ke-2 SM. Sesuai dengan gambaran tradisi astronomi berabad-abad lamanya, mulai dari Babilonia hingga zaman modern, Ptolemeus berpendapat bahwa Bumi berada di pusat alam semesta dan bintang-bintang semuanya berjarak agak jauh dari pusat alam semesta.

2. Sejarah Terbentuknya Teori Heliosentris

Heliosentris adalah model astronomi yang mana bumi mengelilingi matahari yang berada pada pusat tata surya. Kata berasal dari bahasa Yunani (ήλιος Helios = Matahari, dan κέντρον kentron = pusat). Pada abad ke-16, model geosentris secara bertahap digantikan oleh model heliosentris alam semesta, sebagaimana dianut oleh Copernicus, dan kemudian Galileo dan Kepler.



Gambar 2.2 : Teori Heliosentris

Dimulai sejak tahun 1514, Copernicus mulai menyebarkan hasil pengamatan dan penelitiannya. Dalam rentang waktu yang panjang, ia terus mengumpulkan data pengamatannya, dan pada 1532 ia hampir saja menyelesaikan laporan ilmiah yang berjudul “De revolutionibus orbium coelestium (Tentang Revolusi Langit Surgawi)”. Ia khawatir bahwa publikasi teorinya akan menimbulkan kecaman dari pihak gereja serta kemungkinan adanya kelemahan secara ilmiah. Hal ini membuat ia menahan publikasi penelitiannya sampai setahun sebelum ia meninggal. Baru pada tahun 1542, ketika hampir meninggal, Copernicus mengirim seluruh hasil akhir penelitian ke Nuremberg untuk diterbitkan.

Berdasarkan pengamatan yang berkelanjutan dari gerakan planet-planet, serta teori-teori sebelumnya dari zaman Klasik dan dunia Islam, Copernicus mengusulkan model Alam Semesta di mana Bumi, planet-planet dan bintang-bintang semuanya berputar mengelilingi Matahari. Dengan melakukan itu, ia menyelesaikan masalah matematika dan ketidakkonsistenan yang timbul dari model geosentris klasik dan meletakkan dasar bagi astronomi modern.

Model heliosentris Copernicus adalah sistem astronomi pertama yang menawarkan laporan lengkap dan terperinci tentang bagaimana alam semesta bekerja. Modelnya tidak hanya menyelesaikan masalah yang muncul dari sistem Ptolemeus, tetapi juga menawarkan pandangan

yang disederhanakan tentang alam semesta tanpa adanya persoalan matematika rumit yang diperlukan sebagaimana yang terdapat pada model geosentris.

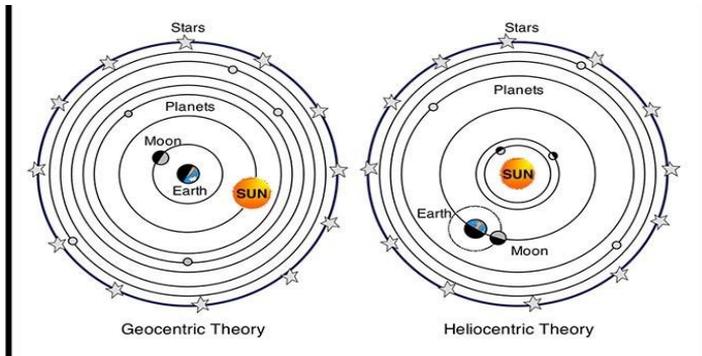
Pada awalnya teori ini memunculkan kontroversi dari banyak cendekiawan dan otoritas agama yang berusaha menentangnya. Tetapi seiring waktu, teori ini makin meluas dan diterima serta banyak didukung oleh para ilmuwan berpengaruh pada saat itu, seperti Galileo dan Kepler.

Galileo Galilei (1564-1642), memperbaiki kekurangan dalam model heliosentris, yaitu menyelidiki langit menggunakan teleskop. Sebagai contoh, Galileo menemukan bulan yang mengorbit Jupiter, bintang matahari, dan ketidaksempurnaan di permukaan Bulan.

Matematikawan dan astronom Jerman Johannes Kepler (1571-1630) juga menambahkan pengenalan orbit elips. Sebelumnya, model heliosentris masih memanfaatkan orbit melingkar. Kepler menunjukkan bagaimana planet mempercepat gerakan pada titik-titik perihelium dalam orbitnya dan melambat di titik-titik aphelium.

Teori Copernicus tentang Bumi yang bergerak akan terus menginspirasi pemikiran di bidang fisika, misalnya konsep gravitasi dan kelembaman (inersia). Ide-ide ini akan disusun oleh Sir Isaac Newton dalam buku Principia yang membentuk dasar fisika dan astronomi modern.

3. Perbedaan Teori Geosentris dan Teori Heliosentris



Gambar 2.3: Perbedaan Teori geosentris dan Heliosentris

Tabel 2.1: Perbedaan Teori Geosentri dan Teori Heliosentris

No	Teori Geosentris	Teori Heliosentris
1.	Bumi ditetapkan sebagai pusat tata surya	Sistem yang menetapkan Matahari sebagai pusat tata surya
2.	Matahari dan berbagai planet bergerak mengelilingi bumi	Semua planet termasuk Bumi bergerak mengelilingi Matahari
3.	Bumi tidak dapat berputar	Bumi berkisar/berputar seperti gasing
4.	Orbitnya nonsirkular (berkeliling)	Orbitnya sirkular
5.	Bumi - Bulan - Merkurius - Venus - Matahari - Mars - Jupiter - Saturnus - Bintang-bintang	Matahari - Merkurius - Venus - Bumi (Bulan) - Mars - Jupiter - Saturnus
6.	Semua benda langit terkurung oleh sebuah bola langit, dimana pada dindingnya melekat bintang-bintang yang beredar mengelilingi bumi sehingga kita seakan-akan ada didalamnya.	Bintang-bintang masih dianggap melekat pada sebuah bola langit dan beredar mengelilingi Matahari
7.	Sebuah planet bergerak dalam lingkaran dan pusat lingkaran ini bergerak sepanjang lingkaran lainnya	Planet-planet beredar mengelilingi Matahari melalui lintasan-lintasan yang masing-masing berbentuk lingkaran
8.	Orbitnya berbentuk bulat	Orbitnya berbentuk elips setelah ada revisi dari astronomi lain

9.	Semua objek bergerak dinamis terhadap bumi	Menyatakan bahwa semua objek bergerak relatif terhadap bumi
10.	Episiclenya lebih sederhana dari Heliosentris	Episiclenya lebih rumit daripada Geosentris

BAB II

TATA SURYA, ROTASI DAN REVOLUSI

A. Tata Surya

1. Susunan Tata Surya

Telah disebutkan bahwa matahari adalah salah satu dari 100 milyar bintang di dalam Galaksi. Matahari sebagai pusat tata surya berada pada jarak 30 tahun cahaya dari pusat Bhima Sakti. Pada zaman Yunani kuno, seorang ahli filsafat bernama Claudius Ptolomeus mengemukakan pendapatnya bahwa Bumi adalah pusat dari alam semesta. Menurut pandangan ini, matahari, bulan, dan planet-planet beredar mengelilingi bumi yang tetap diam sebagai pusatnya. Pandangan Geosentris ini selama 14 abad lamanya dianut orang. Pada waktu itu, pengamatan secara kasar orang-orang Yunani telah dapat mengenal 5 planet, yaitu Merkurius, Venus, Mars, Yupiter, dan Saturnus. Menurut pandangan geosentris ini susunan planet-planet dapat digambarkan pada gambar 16. Merkurius dan Venus disebut planet dalam, sedangkan Mars, Yupiter, dan Saturnus yang berada di luar garis edar Matahari disebut planet luar.

Pada abad ke-16, seorang ilmuwan Polandia bernama Nikolas Kopernikus berhasil mengubah pandangan salah yang telah dianut berabad-abad lamanya. Menurut Kopernikus, Bumi adalah Planet, dan seperti halnya dengan planet yang lain, beredar Di samping planet dan satelit, benda angkasa lain yang juga beredar mengelilingi Matahari adalah komet-komet, meteor-meteor, debu, dan gas antar planet. Suatu sistem di mana benda-benda langit beredar mengelilingi Matahari sebagai pusat disebut sistem tata surya. Peredaran planet mengelilingi Matahari disebut gerak revolusi. Di samping itu, planet-planet

beredar mengelilingi sumbunya yang disebut rotasi. Adanya gerak rotasi pada bumi dan planet menyebabkan timbulnya peredaran siang dan malam pada bumi dan planet-planet. Dilihat dari selatan, gerak revolusi maupun gerak rotasi planet-planet berlawanan arah jarum jam, atau dari Timur ke Barat, ada beberapa yang searah jarum jam. Waktu untuk satu putaran revolusi disebut kala revolusi, sedang waktu satu putaran rotasi disebut kala rotasi. Untuk bumi, kala revolusinya adalah 1 tahun ($365 \frac{1}{4}$ hari), sedangkan kala rotasinya 1 hari (24 jam).

2. Asal Usul Tata Surya

Tentang teori asal tata surya ini banyak dikemukakan orang, tetapi belum ada satupun yang dapat diterima oleh semua pihak. Berikut ini diantara teori - teori tersebut

a. Teori Hipotesis Nebular

Dikemukakan oleh Kant dan Laplace (1796) yang meyakini terbentuknya tata surya merupakan kondensasi awan panas atau kabut gas yang sangat panas, yang sebagian terpisah dan merupakan cicin yang mengelilingi pusat. Pusatnya itu menjadi sebuah bintang atau matahari. Bagian yang mengelilingi pusat tersebut berkondensasi membentuk suatu formula yang serupa dengan terbentuknya matahari tadi, setelah mendingin, benda-benda ini akan menjadi planet-planet seperti bumi dengan benda-benda yang mengelilinginya.

b. Teori Hipotesis planetesimal

Dikemukakan oleh Chamberlain dan Moulton. Hipotesis ini bertitik tolak dari pemikiran yang sama dengan teori Nebular yang menyatakan bahwa system tata surya terbentuk dari kabut gas yang sangat besar, berkondensasi, perbedaannya ialah terletak pada asumsi bahwa terbentuknya planet-planet itu tidak harus dari satu badan, tetapi diasumsikan adanya bintang besar lain yang kebetulan sedang lewat di dekat bintang yang merupakan bagian dari tata surya kita. Kabut gas dari

bintang lain itu sebagian terpengaruh oleh daya tarik matahari kita dan setelah mendingin terbentuklah benda-benda yang disebut Planetesimal. Planetesimal merupakan benda-benda kecil yang padat. Teori ini merupakan jawaban dari pertanyaan mengapa ada satelit-satelit pada Jupiter maupun Saturnus yang orbitnya berlawanan rotasi planet itu.

c. Teori Tidal atau teori pasang surut

Dikemukakan oleh James dan Harold Jeffreys (1919). Menurut mereka planet merupakan pecahan dari matahari yang disebut Tidal. Tidal yang besar akan menjadi planet baru disebabkan karena bergerak mendekatnya dua matahari, hal ini jarang sekali terjadi. Seperti dalam teori di atas bahwa dua bintang yang saling mendekat akan membentuk planet yang baru.

d. Teori Bintang Kembar

Berpendapat bahwa dulu matahari adalah sepasang bintang kembar. Oleh suatu sebab salah satu bintang meledak akibat gaya tarik gravitasi, bintang yang satunya sekarang menjadi matahari, pecahannya tetap beredar mengelilinginya.

e. Teori Creatio Continua

Dikemukakan Fred Hoyle, Bondi dan Gold. Berpendapat bahwa saat diciptakan alam semesta ini tidak ada, alam semesta ada dan selamanya tetap ada setelah diciptakan. Setiap saat ada partikel yang dilahirkan dan ada yang lenyap, yang kemudian mengembun menjadi kabut, bintang dan jasad alam semesta, karena partikel yang lebih besar daripada partikel yang lenyap, maka jumlah materi makin bertambah dan mengakibatkan pemuaiannya alam semesta. Pengembangan tersebut mencapai titik batas 10 milyar tahun, dalam kurun waktu tersebut akan menghasilkan kabut-kabut baru. Teori ini berpendapat bahwa 90 % materi alam semesta ialah hidrogen yang akhirnya membentuk helium dan zat-zat lainnya.

f. Teori G.P. Kuiper (1950)

Teori ini didasari keadaan yang ditemui di luar tata surya yang mengandaikan matahari serta semua planet berasal dari gas purba di ruang angkasa, proses terlahirnya bintang dikarenakan banyaknya kabut gas, yang lambat laun memampatkan diri menjadi massa yang semakin lama semakin padat dikarenakan gaya gravitasi molekul tersebut. Satu atau dua materi memadat di tengah dan gumpalan kecil melesat di sekitarnya. Gumpalan tengah menjadi matahari dan gumpalan kecil menjadi bakal planet. Matahari yang sudah menjadi padat menyala dengan adanya api nuklir dan kemudian mendorong gas yang masih membungkus planet menjadi sirna sehingga tampak telanjang.

3. Benda-Benda Yang Ada Di Tata Surya

Galaksi terdiri atas berjuta-juta bintang, sedangkan matahari kita adalah salah satu bintang yang berada di dalam Bimasakti. Matahari merupakan pusat dari tata surya. Matahari mempunyai sejumlah anggota dan membentuk suatu susunan yang disebut Tata Surya. Jadi, sebuah Tata Surya terdiri dari satu matahari dan semua benda langit yang beredar mengelilinginya. Tata Surya terdiri atas satu Matahari, dan delapan planet termasuk planet Bumi, serta benda langit lain yang mengelilinginya. Untuk membantu pemahaman kita tentang alam semesta, jagad raya, galaksi, dan Tata Surya serta planet-planet kita, cermatilah gambar perbandingan benda-benda langit. Di dalam Tata Surya terdapat dua jenis planet berdasarkan letak lintasannya, yaitu planet dalam dan planet luar. Planet-planet dalam adalah planet-planet yang lintasannya di antara Bumi dan Matahari, yang terdiri atas Merkurius dan Venus. Planet-planet luar adalah planet-planet yang lintasannya mengelilingi Matahari lebih besar daripada jari-jari lintasan Bumi di saat mengelilingi Matahari, yang terdiri atas Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.

Beberapa hal penting mengenai keberadaan planet-planet sebagai berikut.

- a. Cahaya planet merupakan cahaya yang diterima dari Matahari kemudian dipantulkan kembali, artinya planet tidak mempunyai cahaya sendiri
- b. Planet-planet berkilauan dan tidak berkelap-kelip seperti halnya bintang sejati.
- c. Planet-planet terlihat sebagai keping atau cakram jika dilihat dengan teropong.
- d. Bidang lintasan planet-planet berbentuk elips.
- e. Arah peredaran planet-planet mengelilingi matahari antara satu dengan yang lain sama.
- f. Kebanyakan planet-planet mempunyai satelit pengiring seperti bulan pada planet Bumi.

4. Sistem Tata Surya Dan Planet - Planet

Sistem tata surya memiliki banyak benda-benda langit yang mengelilingi tata surya, bagian-bagian dari langit itu berjalan sesuai dengan strukturnya yang secara teratur yang saling melengkapi satu sama lain agar tidak menimbulkan kerusakan pada anggota-anggota planet lainnya. Berikut adalah penjelasan mengenai semua sistem tata surya :

a. Matahari

Matahari merupakan anggota penting dalam tata surya yang merupakan komponen utama dalam tata surya. Matahari juga disebut sebagai induk di dalam tata surya . Matahari memiliki ukuran sebesar 332.830 massa bumi. Dengan memiliki ukuran massa yang besar ini menimbulkan kepadatan inti yang besar agar bisa mendukung kesinambungan fusi nuklir dan menimbulkan sejumlah energi yang dahsyat. Kemudian energi ini di pancarkan ke luar angkasa radisi elektromagnetik dan termasuk spektrum magnetik.

Matahari juga memiliki lapis lapisan-lapisan yaitu

:

1) Bagian Inti

Bagian inti adalah lapisan paling dalam pada matahari yang memiliki suhu 14 juta kelvin, dan inti core ini merupakan tempat terjadinya reaksi nuklir yang akan menghasilkan energi yang sangat besar.

2) Fotosfer

Fotosfer adalah lapisan yang masih memiliki energi panas yang dahsyat yang suhunya sekitar 6000 kelvin yang memiliki ketebalan sekitar 300 km. Dan fotosfer merupakan bagian matahari yang dapat dilihat, namun kita tidak bisa selalu menatap matahari secara langsung karena dapat menimbulkan kerusakan mata.

3) Kromosfer

Kromosfer adalah lapisan bagian atmosfer matahari yang memiliki suhu 4.500 kelvin dan memiliki ketebalan 2.000 kilometer.

4) Korona

Korona adalah lapisan luar matahari yang tidak terlalu memberikan energi panas karena korona memiliki suhu 1 juta kelvin serta memiliki ketebalan 700.000 km. Energi panas yang selalu dipancarkan matahari memungkinkan ada nya kehidupan di bumi. Dan tanpa pemantulan cahaya matahari. Jadi kita tidak bisa melihat anggota-anggota lain dari tata surya hanya yang tampak saja seperti bintang, meteor dan komet.

1) Gangguan-gangguan matahari

a) Gumpalan-gumpalan pada fotosfer (granulasi), ini timbul karena rambatan gas panas dari inti matahari ke permukaan.akibatnya,permukaan matahari tidak rata melainkan bergumpal-gumpal.

- b) Bintik matahari (sun spot), merupakan daerah tempat munculnya medan magnet yang sangat kuat. Bintik-bintik ini bentuknya lubang-lubang di permukaan matahari dimana gas panas menyembur dari dalam inti matahari, sehingga dapat mengganggu telekomunikasi radio di permukaan bumi
- c) Lidah api matahari, merupakan hamburan gas dari tepi kromosfer matahari. Lidah api dapat mencapai ketinggian 10.000 km. Lidah api sering disebut prominensa atau protuberban. Lidah api terdiri atas masa proton dan elektron atom hidrogen yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Masa partikel ini dapat mencapai permukaan bumi. Sebelum masuk ke bumi, pancaran partikel ini tertahan oleh medan magnet bumi (sabuk van allen), sehingga kecepatan partikel ini menurun dan bergerak menuju kutub, kemudian lama-kelamaan partikel berpijar yang disebut aurora. Hamburan partikel ini mengganggu system komunikasi gelombang radio. Aurora di belahan bumi selatan disebut aurora australis, sedangkan di belahan bumi utara disebut aurora borealis.
- d) Letupan (flaret), adalah letupan-letupan gas di atas permukaan matahari. Flare dapat menyebabkan gangguan sistem komunikasi radio. karena letusan terdiri atas partikel-partikel gas bermuatan listrik

b. Planet-Planet

1) Merkurius

Merkurius adalah planet terdekat dari matahari, jaraknya sekitar 58 juta kilometer dari matahari. Merkurius tidak mudah dilihat dengan mata telanjang. Merkurius tetapi sering terlihat di saat fajar dan senja hari, sehingga dianggap sebagai bintang pagi dan bintang malam.

Merkurius merupakan planet terkecil, diameternya sekitar 4.862 km. Permukaan Mercurius sangat panas dan kering. Suhu permukaan Mercurius dapat mencapai 427° C pada tengah hari dan -184° C pada tengah malam. Permukaan Mercurius mempunyai sejumlah kawah atau lubang ledakan yang terjadi akibat tabrakan dengan meteor dan komet. Gravitasi pada permukaan planet Merkurius adalah sekitar sepertiga gravitasi pada permukaan Bumi. Merkurius bergerak mengelilingi matahari sekali putaran dalam waktu 88 hari dan berotasi dengan periode 59 hari. Merkurius tidak memiliki satelit.

2) Venus

Venus merupakan planet terdekat kedua dari matahari dalam tata surya kita. Jaraknya dari matahari sekitar 108 juta kilometer. Permukaan planet ini diselubungi awan tebal karbondioksida sehingga sulit dilihat. Awan tersebut menahan energi matahari yang mengenai permukaan Venus sehingga energi tetap terperangkap. Hal ini menyebabkan suhu permukaan planet Venus luar biasa tingginya, sekitar 480 oC. Suhu ini cukup panas untuk melebur logam, misalnya aluminium. Permukaan planet Venus terdiri dari dataran rendah yang rata dan dataran tinggi yang berbentuk oleh gunung api dan aliran lahar. Dipercaya bahwa gunung berapi terus meletus di planet ini. Venus sering disebut bintang pagi atau bintang senja karena sering terlihat berkilauan dari bumi pada pagi atau senja hari. Ukuran Venus hampir sama dengan bumi, diameternya hanya berselisih sekitar 600 km lebih kecil dari bumi. Venus mengelilingi matahari sekali putaran dalam 225 hari. Periode rotasinya 243 hari dengan arah rotasi berlawanan dengan planet-planet lain. Venus juga tidak memiliki satelit, seperti Merkurius.

3) Bumi

Bumi sebenarnya bukan planet yang terbesar, namun bagi kita adalah terpenting dari seluruh planet, karena inilah tempat tinggal kita. Karena jaraknya dari matahari, adanya atmosfer yang bersifat melindungi, dan suatu campuran bahan kimia organik yang tepat mengakibatkan Bumi adalah satu-satunya planet dalam tata surya yang dapat mendukung kehidupan. Bumi adalah planet ketiga dalam tata surya kita.

Keadaan permukaan planet bumi sangat berbeda dibandingkan permukaan planet Merkurius dan Venus. Suhu dan tekanan di permukaan bumi memungkinkan air berada dalam wujud padat, cair, maupun gas. Bumi adalah suatu planet yang dinamis, yang secara konstan mendaur ulang dirinya sendiri. Bumi berdiameter sekitar 12.700 km. Rata-rata periode revolusinya 365,25 hari dan periode rotasinya sekitar 24 jam. Bumi memiliki satu satelit, yaitu bulan.

Bagian-bagian Bumi. Bumi terdiri atas tiga bagian, yaitu udara, air, dan bagian padat atau seperti yang dikatakan seorang ilmuwan, atmosfer, hidrosfer, dan litosfer. Atmosfer adalah udara yang mengelilingi Bumi, terdiri atas sekitar 78% nitrogen, 21% oksigen, dan 1% gas-gas lain, termasuk uap air, debu, dan karbon dioksida. Lapisan bawah dari selubung udara adalah troposfer. Dalam bahasa Yunani tropos berarti "berubah". Troposfer merupakan daerah tempat perubahan-perubahan besar terjadi yaitu suhu, tekanan, dan kadar uap air. Walaupun sebagian besar perubahan atmosfer relatif terjadi di dekat Bumi, troposfer meluas sampai suatu ketinggian sekitar 10 km. Pada batas luar troposfer terdapat zona pemisah antara troposfer dan lapisan lainnya. Lapisan selanjutnya adalah stratosfer yang

merupakan zona angin aneh yang dikenal sebagai aliran jet.

Pada aliran jet ini aliran udara sangat kuat dan bergerak cepat, dapat mencapai kecepatan 400 km/jam. Suhu di dalam stratosfer naik dari tingkat bawah -60°C pada ketinggian 10 km sampai ke tingkat atas 0°C pada ketinggian 40 km. Lapisan selanjutnya adalah termosfer. Daerah udaranya sangat tipis karena terbuka oleh radiasi dari ruang angkasa dan Matahari. Pada ketinggian 400 km atau lebih terdapat eksosfer yang dipandang sebagai pinggir atmosfer yang paling luar.

4) Mars

Mars merupakan planet keempat dari matahari. Mars berukuran lebih kecil dari bumi, diameternya sekitar 6.800 kilometer. Jaraknya dari matahari sekitar 228 juta kilometer, dengan periode revolusi 687 hari, dan berotasi dengan periode sekitar 24,6 jam. Belahan selatannya adalah suatu permukaan tua yang stabil dengan banyak orang kawah atau lubang ledakan, sedangkan belahan utaranya menjaga arus lahar dari gunung berapi dahsyat yang paling besar dalam sistem tata surya.

Untuk menyelidiki permukaan planet Mars, bukan manusia yang dikirim ke sana melainkan robot kecil Amerika Serikat, yaitu Viking 1 dan Viking 2. Dari hasil penyelidikan terdapat tanda-tanda bahwa pada masa lalu di Mars ada air (cairan). Mars memiliki dua satelit, yaitu Phobos dan Deimos. Planet Mars adalah planet yang paling mirip dengan Bumi, sehingga para ilmuwan terus melakukan serangkaian penelitian apakah memungkinkan bagi manusia untuk hidup di planet ini.

5) Jupiter

Jupiter adalah planet kelima dalam tata surya kita dan merupakan planet terbesar. Garis tengah

Yupiter 142.860 km, volumenya sekitar 1.300 kali volume bumi. Meskipun letaknya jauh, Yupiter lebih mudah dilihat karena dua hal, yaitu ukurannya sangat besar dan memantulkan lebih dari 70% cahaya matahari yang diterimanya. Bandingkan dengan bulan yang hanya memantulkan sekitar 7% cahaya yang diterimanya. Meskipun ukurannya besar, untuk berotasi Yupiter hanya membutuhkan waktu rotasi 9,8 jam; sekitar 2,5 kali lebih cepat dibandingkan bumi. Periode revolusinya sekitar 12 tahun. Atmosfer Jupiter terdiri dari hidrogen dan helium, serta mempunyai awan dari amoniak dan kristal es. Gas berwarna merah berputar lambat mengelilingi tengah-tengah planet Yupiter. Ini membentuk ikat pinggang merah raksasa yang dapat menghasilkan badai besar di permukaan Yupiter. Yupiter memiliki 16 satelit, beberapa di antaranya lebih besar dari Pluto. Empat di antara satelit-satelit Yupiter adalah Io, Eropa, Ganymeda, dan Calisto.

Sistem Jupiter dan satelit-satelitnya menyerupai miniatur tata surya. Planet Jupiter mempunyai hari yang paling pendek dibanding planet-planet lain karena periode rotasi planet Jupiter ini hanya kurang lebih 10 jam. Malam hari pada planet Jupiter adalah jauh dari gelap, langit terlihat terang oleh banyaknya bulan.

6) Saturnus

Saturnus merupakan benda langit yang sangat mempesona karena cincincincinnya. Cincin Saturnus kelihatan lebih lebar dibandingkan cincin planet lain, karena terdiri atas ratusan cincin-cincin kecil. Cincin kecil tersusun dari gas beku dan butiran-butiran debu yang diperkirakan merupakan bekas peninggalan dari suatu satelit terdahulu yang telah hancur oleh suatu benturan dengan satelit yang

lain.Keindahan Saturnus ini tidak begitu menonjol karena letaknya sangat jauh. Saturnus berjarak 1.428 juta kilometer dari matahari, jarak ini hampir 10 kali jarak bumi-matahari.

Saturnus berdiameter sekitar 120.000 kilometer, jadi merupakan planet terbesar kedua setelah Yupiter. Kepadatan planet Saturnus sangat rendah sedemikian hingga planet dahsyat ini bisa mengapung di atas air. Hal ini diperkirakan karena planet Saturnus berisi kebanyakan gas helium dan hidrogen. Planet ini juga dapat menghasilkan panas sendiri akibat sparasi gas.Periode revolusinya 29,5 tahun; sedangkan periode rotasinya sangat cepat yaitu 10,6 jam. Karena kerapatannya rendah dan berotasi cepat menyebabkan Saturnus bentuknya pipih. Saturnus memiliki 21 satelit, yang terbesar yaitu Titan.

7) Uranus

Planet Uranus adalah urutan ketujuh dari Matahari. Yang membedakan planet Uranus dari planet-planet yang lain adalah bahwa salah satu kutubnya menghadap ke Matahari. Uranus berotasi pada sumbu yang sebidang dengan bidang edarnya mengelilingi matahari. Hal ini berbeda dengan planet-planet lain. Satu teori menyatakan bahwa hal ini diakibatkan planet Uranus ditabrak oleh suatu objek besar, sehingga bergeser ke sisinya. Sedangkan objek yang menabraknya hancur dan bekas meninggalannya membentuk awan uap air batu-batu di sekitar Uranus yang membentuk cincin tipis.Uranus berotasi dalam waktu 11 jam dan berevolusi dalam waktu sekitar 84 tahun.

Jarak Uranus dari matahari sekitar 2.870 juta kilometer, karena itu Uranus menjadi planet ketujuh setelah Saturnus dalam tata surya kita. Diameter Uranus sekitar 50.100 kilometer. Uranus memiliki 5

satelit, yaitu Miranda, Ariel, Umbriel, Titania, dan Oberon. Sebagaimana Saturnus, Uranus juga dikelilingi cincin-cincin. Ada teori yang menyatakan bahwa cincin tipis yang menyelubungi planet Uranus terbentuk akibat salah satu satelitnya dihantam oleh meteor. Seperti Neptunus, kebanyakan dari Uranus adalah suatu samudra air yang kotor yang tercampur gas metana dan amoniak. Atmosfernya yang terdiri dari helium dan hidrogen memperlihatkan suatu jejak gas metana yang memberi warna hijau kebiru-biruan pada planet ini.

8) Neptunus

Neptunus merupakan planet kedelapan dalam tata surya kita. Jaraknya dari matahari sekitar 4.500 juta km. Untuk sekali putaran mengelilingi matahari, Neptunus membutuhkan waktu 165 tahun. Periode rotasinya 16 jam. Diameter Neptunus hampir empat kali diameter bumi, yaitu sekitar 48.600 km. Neptunus memiliki delapan satelit, dua diantaranya adalah Triton dan Nereid. Keadaan planet Neptunus hampir sama dengan planet Uranus. Kedua planet ini sering disebut planet kembar. Neptunus adalah planet dalam tata surya yang paling berangin. Pada planet ini dapat terjadi badai sangat besar yang mencapai sepuluh kali kekuatan suatu angin topan di Bumi, hampir cukup untuk memecahkan tembok suara. Apa yang menyebabkan badai besar ini menjadi salah satu misteri yang besar dari planet Neptunus.

Pada planet Neptunus mungkin tidak terdapat batasan-batasan antara lapisan-lapisannya. Planet ini mempunyai suatu inti yang kecil dari batu karang dan dikelilingi oleh suatu samudra bercampur dengan lumpur dan material berbatu. Atmosfernya yang terdiri dari helium dan hidrogen. Seperti pada Uranus, sedikit gas metana memberikan

warna hijau kebiru-biruan pada planet ini. Gerakan planet-planet mengitari Matahari disebabkan oleh adanya gaya gravitasi. Secara umum, hukum gravitasi mengatakan bahwa benda-benda yang memiliki massa akan tarik-menarik yang besarnya berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Semakin besar jaraknya semakin kecil gaya tariknya dan semakin kecil jaraknya semakin besar gaya tariknya. Gaya gravitasi Matahari dirumuskan sebagai berikut.

- a) Gaya gravitasi Matahari mampu membuat lintasan planet berbentuk elips. Perhatikan gambar lintasan-lintasan planet di dalam tata surya. Untuk memahami perbandingan antarplanet, perhatikan tabel berikut.
- b) Tabel data perbandingan planet-planet berdasarkan jari-jari dan jarak rata-rata ke Matahari.

9) Uranus

Planet Uranus adalah urutan ketujuh dari Matahari. Yang membedakan planet Uranus dari planet-planet yang lain adalah bahwa salah satu kutubnya menghadap ke Matahari. Uranus berotasi pada sumbu yang sebidang dengan bidang edarnya mengelilingi matahari. Hal ini berbeda dengan planet-planet lain. Satu teori menyatakan bahwa hal ini diakibatkan planet Uranus ditabrak oleh suatu objek besar, sehingga bergeser ke sisinya. Sedangkan objek yang menabraknya hancur dan bekas meninggalannya membentuk awan uap air batu-batu di sekitar Uranus yang membentuk cincin tipis. Uranus berotasi dalam waktu 11 jam dan berevolusi dalam waktu sekitar 84 tahun. Jarak Uranus dari matahari sekitar 2.870 juta kilometer, karena itu Uranus menjadi planet ketujuh setelah Saturnus dalam tata surya kita. Diameter Uranus

sekitar 50.100 kilometer. Uranus memiliki 5 satelit, yaitu Miranda, Ariel, Umbriel, Titania, dan Oberon. Sebagaimana Saturnus, Uranus juga dikelilingi cincin-cincin. Ada teori yang menyatakan bahwa cincin tipis yang menyelubungi planet Uranus terbentuk akibat salah satu satelitnya dihantam oleh meteor. Seperti Neptunus, kebanyakan dari Uranus adalah suatu samudra air yang kotor yang tecampur gas metana dan amoniak. Atmosfernya yang terdiri dari helium dan hidrogen memperlihatkan suatu jejak gas metana yang memberi warna hijau kebiru-biruan pada planet ini.

10) Neptunus

Neptunus merupakan planet kedelapan dalam tata surya kita. Jaraknya dari matahari sekitar 4.500 juta km. Untuk sekali putaran mengelilingi matahari, Neptunus membutuhkan waktu 165 tahun. Periode rotasinya 16 jam. Diameter Neptunus hampir empat kali diameter bumi, yaitu sekitar 48.600 km. Neptunus memiliki delapan satelit, dua diantaranya adalah Triton dan Nereid. Keadaan planet Neptunus hampir sama dengan planet Uranus. Kedua planet ini sering disebut planet kembar. Neptunus adalah planet dalam tata surya yang paling berangin. Pada planet ini dapat terjadi badai sangat besar yang mencapai sepuluh kali kekuatan suatu angin topan di Bumi, hampir cukup untuk memecahkan tembok suara. Apa yang menyebabkan badai besar ini menjadi salah satu misteri yang besar dari planet Neptunus.

Pada planet Neptunus mungkin tidak terdapat batasan-batasan antara lapisan-lapisannya. Planet ini mempunyai suatu inti yang kecil dari batu karang dan dikelilingi oleh suatu samudra bercampur dengan lumpur dan material berbatu. Atmosfernya yang terdiri dari helium dan hidrogen.

Seperti pada Uranus, sedikit gas metana memberikan warna hijau kebiru-biruan pada planet ini. Gerakan planet-planet mengitari Matahari disebabkan oleh adanya gaya gravitasi. Secara umum, hukum gravitasi mengatakan bahwa benda-benda yang memiliki massa akan tarik-menarik yang besarnya berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Semakin besar jaraknya semakin kecil gaya tariknya dan semakin kecil jaraknya semakin besar gaya tariknya. Gaya gravitasi Matahari dirumuskan sebagai berikut.

- a) Gaya gravitasi Matahari mampu membuat lintasan planet berbentuk elips. Perhatikan gambar lintasan-lintasan planet di dalam tata surya. Untuk memahami perbandingan antarplanet, perhatikan tabel berikut.
- b) Tabel data perbandingan planet-planet berdasarkan jari-jari dan jarak rata-rata ke Matahari.

Planet	Diameter Rata-rata (km)	Jarak Rata-Rata dari Matahari (km)	Massa (kg)	Periode Rotasi	Periode Revolusi
Merkurius	4.862	58 juta	$3,29 \times 10^{23}$	59 hari	88 hari
Venus	12.190	108 juta	$4,90 \times 10^{24}$	-243 hari	225 hari
Bumi	12.725	149,6 juta	$5,98 \times 10^{24}$	23,9 jam	365 hari
Mars	6.780	228 juta	$6,58 \times 10^{23}$	24,6 jam	687 hari
Jupiter	142.860	779 juta	$1,90 \times 10^{27}$	9,8 jam	11,9 tahun

Saturnus	120.000	1.428 juta	$5,68 \times 10^{26}$	10,2 jam	29,5 tahun
Uranus	50.100	2.875 juta	$8,97 \times 10^{25}$	-10,8 jam	84 tahun
Neptunus	48.600	4.500 juta	$1,02 \times 10^{26}$	15,8 jam	164,8 tahun

- c) Setiap planet mengitari Matahari dalam sebuah lintasan elips yang disebut orbit planet. Orbit segenap planet hampir pada bidang yang sama
- d) Johannes Kepler (1571–1630) telah meneliti gerak planetplanet dalam mengelilingi Matahari, kemudian merumuskannya dalam Hukum Kepler.
- e) Hukum I Kepler Lintasan setiap planet berbentuk elips dan Matahari terletak di salah satu fokus elips.
- f) Hukum II Kepler Dalam waktu yang sama, planet menempuh bidang yang luasnya sama.
- g) Hukum III Kepler Kuadrat periode revolusi planet berbanding lurus dengan pangkat tiga jarak planet terhadap Matahari.

c. Banda Langit Lain

1) Asteroid

Menurut Titus Bode, ada daerah kosong antara Mars dan Jupiter. Para ahli astronomi pada masa Bode yakin bahwa ada sebuah planet yang belum diketahui di antara kedua benda itu. Untuk menelitinya, pada tanggal 1 Januari 1801, seorang ahli astronomi Italia, Giuseppi Piazzi menemukan sebuah benda langit dalam ruang angkasa di antara orbit Mars dan Jupiter. Kemudian, benda ini dinamakan Ceres yang diketahui mempunyai diameter sekitar 1.000 km. Lambat laun daerah kosong di antara Mars dan Jupiter ditemukan benda-benda kecil lain yang mirip planet. Di dalam asteroid, sekarang telah ditemukan lebih dari 50.000

benda kecil semacam Ceres. Seandainya tidak dekat

2) Komet

Tersusun dari debu dan gas beku seperti es. Komet memiliki inti kecil yang kadang kadang terang seperti bintang saat melintas dekat dengan matahari.

3) Meteor

Di ruang angkasa banyak terdapat benda padat yang bergerak beterbangan tidak beraturan. Benda - benda tersebut mungkin berasal dari serpihan asteroid, serpihan ekor komet, atau pecahan benda-benda langit lain. Karena mendapat pengaruh gaya gravitasi bumi. Contoh meteorit yang jatuh di Greenland dan Arizona Amerika.

B. Rotasi

1. Rotasi Bumi

a. Pengertian Rotasi Bumi

Pepatan bumi besarnya $1/300$ hingga dianggap bumi memiliki bentuk bola. Titik pusatnya berimpit dengan titik pusat bola langit. Sumbunya menembus permukaan bumi di kutub utara dan selatan. Orang menganggap bahwa bola langit tetap tinggal diam, sedang bumi berputar pada sumbunya dari barat ke timur. Anggapan tersebut telah dikemukakan oleh ilmuwan Yunani seperti Pythagoras, Philolaus, Herakleitos, dan Kopernikus dari Polandia. Gerak bumi berputar pada porosnya disebut rotasi bumi. Arah rotasi bumi sama dengan arah revolusinya yaitu dari barat ke timur. Inilah sebabnya mengapa matahari terbit lebih dulu di Irian Jaya daripada di Jawa. Satu kali rotasi bumi menjalankan 360° yang ditempuh selama 24 jam. Jadi setiap derajat ditempuh dalam 4 menit. Rotasi bumi tidak dapat disaksikan. Gerak dari timur ke barat matahari serta benda-benda langit lainnya disebut gerak semu harian matahari.



Rotasi bumi adalah gerakan planet bumi berputar pada sumbunya. Waktu perputarannya membutuhkan waktu 24 jam. Dengan adanya rotasi bumi, maka matahari terbit dari sebelah timur dan tenggelam di sebelah barat, sehingga terjadi pergantian waktu siang dan malam. Ada pembiasan arah angin dan arus laut (hukum Buys Ballot) serta ada perbedaan waktu antara tempat-tempat yang berbeda garis bujurnya. Gerak rotasi bumi dapat dibuktikan dengan percobaan bandul Foucault.

b. Akibat gerak rotasi bumi

1) Peredaran semu harian benda langit.

Setiap hari kita mengamati peredaran Matahari dan benda-benda langit melintas dari timur ke barat. Pergerakan Matahari dan benda-benda langit dari timur ke barat disebut sebagai peredaran semu harian benda langit. Ini karena pergerakan yang kita amati bukan semata-mata disebabkan oleh pergerakan Matahari dan benda-benda langit tersebut, melainkan disebabkan oleh rotasi Bumi dari arah barat ke timur.

2) Pergantian siang dan malam.

Belahan Bumi yang terkena sinar Matahari mengalami siang, sebaliknya yang tidak terkena sinar Matahari mengalami malam. Karena Bumi berotasi terus menerus dari barat ke timur, maka setengah bagian Bumi yang terkena sinar Matahari selalu

bergiliran. Dengan kata lain, pada suatu tempat dalam sehari selalu terjadi pergantian siang dan malam.

3) Perbedaan waktu.

Garis bujur adalah garis khayal yang sejajar dengan garis tengah kutub. Perbedaan waktu bergantung pada derajat garis bujurnya. Tempat-tempat yang berbeda bujur 1° akan berbeda 4 menit ($360^\circ : 1440$ menit) atau berbeda 1 jam dalam 15° garis bujur ($360^\circ : 24$ jam). Pembagian waktu berdasarkan garis bujur ditetapkan pada acuan garis bujur 0° yang berada di kota Greenwich. Setiap garis bujur yang jauhnya 15° , di sebelah barat akan lebih lambat 1 jam sedangkan di sebelah timur akan lebih cepat 1 jam. Waktu pada bujur standar dinamakan waktu standar atau waktu lokal. Waktu yang ditunjukkan oleh bujur standar yang lebih ke barat lebih kecil daripada waktu yang ditunjukkan oleh bujur standar yang lebih ke timur. Batas penanggalan internasional ialah tempat-tempat yang terletak pada bujur 180° , di mana tempat di timur dan di barat bujur ini akan berbeda waktu satu hari.

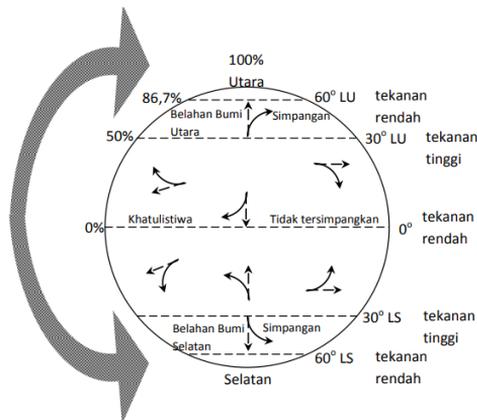
4) Perbedaan percepatan gravitasi di permukaan Bumi.

Akibat rotasi Bumi, garis tengah khatulistiwa lebih besar daripada garis tengah kutub. Ini menyebabkan percepatan gravitasi di permukaan Bumi berbeda-beda. Karena percepatan gravitasi $2 R$ GM/g atau g berbanding terbalik dengan radius R^2 , maka percepatan gravitasi di ekuator (khatulistiwa) akan lebih kecil daripada percepatan gravitasi di kutub. Jadi, jika kita bergerak dari khatulistiwa menuju kutub, maka percepatan gravitasi akan semakin besar.

5) Pembelokan arah angin.

Arah angin tidak persis searah dengan arah gradien tekanan, yaitu dari daerah isobar tekanan

tinggi ke isobar tekanan rendah (garis patah-patah pada gambar 2.6.). Ini disebabkan oleh adanya efek gaya Coriolis pada angin. Gaya Coriolis bukanlah gaya sebenarnya melainkan gaya semu yang timbul akibat efek dua gerakan, yaitu: (i) gerakan rotasi Bumi dan (ii) gerakan benda relatif terhadap permukaan Bumi. 100% Utara 86,7% 50% 0% Belahan Bumi Utara Simpangan ke kanan Khatulistiwa Tidak tersimpangkan Belahan Bumi Selatan Simpangan ke kiri 0° 30° LU tekanan tinggi 60° LU tekanan rendah 30° LS tekanan tinggi 60° LS tekanan rendah tekanan rendah Selatan.



Gambar 1. Efek Coriolis yang timbul karena rotasi Bumi mengakibatkan pembelokan arah angin.

Pada gambar 1. terlihat bahwa gaya Coriolis makin besar dengan bertambahnya lintang tempat, dan di ekuator (lintang 0°), gaya Coriolis tidak ada (menuju nol). Karena itu angin yang bergerak sepanjang ekuator (garis khatulistiwa) tidak dibelokkan. Perubahan lintasan angin disimpulkan oleh Buys Ballot, disebut hukum Buys Ballot yang berbunyi sebagai berikut:

- a) Udara (angin) bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah.

- b) Di belahan Bumi utara, angin berbelok ke kanan dan di belahan Bumi selatan angin berbelok ke kiri.

6) Pembelokan arus laut.

Karena arus-arus permukaan laut disebabkan oleh angin, maka seperti halnya angin, arus laut juga disimpangkan oleh rotasi Bumi. Arus laut dipaksa membelok searah jarum jam (ke kanan) di laut-laut belahan Bumi utara dan berlawanan arah jarum jam (ke kiri) di laut-laut belahan Bumi selatan.

2. Revolusi Bumi

a. Sejarah Teori Revolusi Bumi

Lahir pada tanggal 19 Februari 1473 di Toruń, yang pada waktu itu di bawah kekuasaan suatu ordo Kristen bernama Ordo Teutonicum, nama aslinya ialah Niklas Koppernigk (Mikołaj Kopernik, dalam bahasa Polandia yang merupakan bahasa sehari-hari pada waktu itu). Baru belakangan, sewaktu ia mulai menulis karya akademinya, ia menggunakan nama Latin, Nicolaus Copernicus. Ayahnya, seorang saudagar yang berdagang di Toruń, mempunyai empat anak; Nicolaus adalah si bungsu. Sewaktu Nicolaus berusia 11 tahun, ayahnya meninggal. Seorang paman, bernama Lucas Waczenrode, mengasuh Nicolaus dan saudara-saudara kandungnya. Ia membantu Nicolaus memperoleh pendidikan yang baik, menganjurkannya untuk menjadi imam. Pendidikan Nicolaus dimulai di kampung halamannya, tetapi belakangan dilanjutkan di Chełmno yang tidak jauh dari situ. Di sana ia belajar bahasa Latin dan mempelajari karya para penulis kuno. Pada usia 18 tahun, ia pindah ke Kraków, ibukota Polandia saat itu.

Di kota ini ia kuliah di universitas dan mengejar dan mengejar hasratnya akan astronomi. Setelah ia menyelesaikan pendidikannya di Kraków, paman dari Nikolaus yang pada waktu itu telah menjadi uskup di

Warmia memintanya untuk pindah ke Frombork, sebuah kota di Laut Baltik. Waczenrode ingin kemenakannya menduduki jabatan staf katedral. Akan tetapi, Nicolaus yang berusia 23 tahun ingin memuaskannya akan pengetahuan dan berhasil membujuk pamannya untuk mengizinkan dia mempelajari hukum gereja, kedokteran, dan matematika di berbagai universitas di Bologna dan Padua, Italia. Di sana, Nicolaus bergabung dengan astronom Domenico Maria Novara dan filsuf Pietro Pomponazzi. Sejarawan Stanislaw Brzostkiewicz mengatakan bahwa ajaran Pomponazzi telah "membebaskan pikiran astronom muda ini dari cengkraman ideologi abad pertengahan". Di waktu senggangnya, Copernicus mempelajari karya para astronom zaman dahulu, menjadi begitu larut dalam karya tersebut sampai-sampai ketika ia mengetahui karya Latin itu tidak lengkap, ia mempelajari bahasa Yunani agar dapat meneliti naskah aslinya. Pada akhir pendidikannya, Nicolaus telah menjadi doktor hukum gereja, matematikawan, dan dokter. Ia juga pakar bahasa Yunani, menjadi orang pertama yang menerjemahkan sebuah dokumen dari bahasa Yunani langsung ke bahasa Polandia.

Sepulangnya ke Polandia, pamannya melantik dia sebagai sekretaris, penasihat, dan dokter pribadinya suatu kedudukan yang bergengsi. Selama puluhan tahun berikutnya, Nicolaus menjabat berbagai kedudukan administratif, baik di bidang agama maupun sipil. Meski sangat sibuk, ia melanjutkan penelitiannya tentang bintang dan planet, mengumpulkan bukti untuk mendukung suatu teori yang revolusioner bahwa bumi bukan pusat yang tidak bergerak dari alam semesta tetapi, sebenarnya, bergerak mengitari matahari.

Teori ini bertentangan dengan ajaran filsuf yang terpandang, Aristoteles, dan tidak sejalan dengan kesimpulan matematikawan Yunani, Ptolemeus. Selain itu, teori Copernicus menyangkal apa yang dianggap sebagai "fakta" bahwa Matahari terbit di timur dan bergerak melintasi angkasa untuk terbenam di barat, sedangkan bumi tetap tidak bergerak.

Copernicus bukanlah orang yang pertama yang menyimpulkan bahwa bumi berputar mengitari Matahari. Astronom Yunani Aristarkhus dari Samos telah mengemukakan teori ini pada abad ketiga Sebelum Masehi. Para pengikut Pythagoras telah mengajarkan bahwa bumi serta Matahari bergerak mengitari suatu api pusat. Akan tetapi, Ptolemeus menulis bahwa jika bumi bergerak, "binatang dan benda lainnya akan bergelantungan di udara, dan bumi akan jatuh dari langit dengan sangat cepat". Ia menambahkan, "sekadar memikirkan hal-hal itu saja terlihat konyol".

Ptolemeus mendukung gagasan Aristoteles bahwa bumi tidak bergerak di pusat alam semesta dan dikelilingi oleh serangkaian bola bening yang saling bertumpukan, dan bola-bola itu tertancap Matahari, planet-planet, dan bintang-bintang. Ia menganggap bahwa pergerakan bola-bola bening inilah yang menggerakkan planet dan bintang. Rumus matematika Ptolemeus menjelaskan, dengan akurasi hingga taraf tertentu, pergerakan planet-planet di langit malam.

Namun, kelemahan teori Ptolemeus itulah yang mendorong Copernicus untuk mencari penjelasan alternatif atas pergerakan yang aneh dari planet-planet. Untuk menopang teorinya, Kopernikus merekonstruksi peralatan yang digunakan oleh para astronom zaman dahulu. Walaupun sederhana dibandingkan dengan standar modern, peralatan ini memungkinkan dia menghitung jarak relatif antara planet-planet dan Matahari. Selama bertahun-tahun, ia berupaya

menentukan secara persis tanggal-tanggal manakala para pendahulunya telah membuat beberapa pengamatan penting di bidang astronomi. Diperlengkapi dengan data ini, Copernicus mulai mengerjakan dokumen kontroversial yang menyatakan bahwa bumi dan manusia di dalamnya bukanlah pusat alam semesta.

Copernicus menggunakan tahun-tahun terakhir kehidupannya untuk memperbaiki dan melengkapi berbagai argumen dan rumus matematika yang menopang teorinya. Lebih dari 95 persen dokumen akhir itu memuat perincian teknis yang mendukung kesimpulannya. Dokumen tulisan tangan orisinal ini masih ada dan disimpan di Universitas Jagiellonian di Kraków, Polandia. Dokumen ini tidak berjudul. Oleh karena itu, astronom Fred Hoyle menulis, "Kita benar-benar tidak tahu bagaimana Copernicus ingin menamai bukunya itu".

Bahkan sebelum karya itu diterbitkan, isinya telah membangkitkan minat. Copernicus telah menerbitkan sebuah rangkuman singkat tentang gagasannya dalam sebuah karya yang disebut *Commentariolus*. Alhasil, laporan tentang penelitiannya sampai ke Jerman dan Roma. Pada awal tahun 1533, Paus Klemens VII mendengar tentang teori Copernicus. Dan, pada tahun 1536, Kardinal Schönberg menyurati Copernicus, mendesak dia untuk menerbitkan catatan lengkap gagasannya. Georg Joachim Rhäticus, seorang profesor di Universitas Wittenberg di Jerman, begitu penasaran oleh karya Copernicus sampai-sampai ia mengunjungi Copernicus dan akhirnya menghabiskan waktu bersamanya selama dua tahun. Pada tahun 1542, Rhäticus membawa pulang sebuah salinan manuskrip itu ke Jerman dan menyerahkannya kepada seorang tukang cetak bernama Petraeus dan seorang juru tulis sekaligus korektor tipografi bernama Andreas Osiander.

Osiander menjuduli karya itu *De revolutionibus orbium coelestium* (Mengenai Perputaran Bola-Bola Langit). Dengan mencantumkan frasa "bola-bola langit", Osiander menyiratkan bahwa karya itu dipengaruhi oleh gagasan Aristoteles. Osiander juga menulis kata pengantar anonim, yang menyatakan bahwa hipotesis dalam buku itu bukanlah artikel tentang iman dan belum tentu benar. Copernicus tidak menerima salinan dari buku yang dicetak itu, yang diubah dan dikompromikan tanpa seizinnya, sampai hanya beberapa jam sebelum kematiannya pada tahun 1543.

Perubahan yang dibuat Osiander pada mulanya meluputkan buku itu dari kecaman. Astronom dan fisikawan Italia, Galileo, belakangan menulis, "Sewaktu dicetak, buku itu diterima oleh Gereja suci dan telah dibaca dan dipelajari oleh setiap orang tanpa sedikit pun kecurigaan bahwa gagasan ini bertentangan dengan doktrin-doktrin gereja. Namun, mengingat sekarang ada berbagai pengalaman dan bukti penting yang memperlihatkan bahwa gagasan itu memiliki bukti yang kuat, muncullah orang-orang yang hendak mendiskreditkan pengarangnya tanpa membaca bukunya sedikit pun".

Kaum Lutheran merupakan yang pertama-tama menyebut buku itu "tidak masuk akal". Gereja Katolik, meski pada mulanya tidak menyatakan kecaman, memutuskan bahwa buku itu bertentangan dengan doktrin resminya dan pada tahun 1616 mencantumkan karya Copernicus ke dalam buku-buku terlarang. Buku itu baru dicabut dari daftar ini pada tahun 1828. Dalam kata pengantarnya untuk terjemahan bahasa Inggris dari buku itu, Charles Glenn Wallis menjelaskan, "Pertikaian antara Katolik dan Protestan membuat kedua sekte itu takut pada skandal apa pun yang tampaknya dapat merongrong respek terhadap Kegerejaan Alkitab, dan akibatnya mereka menjadi terlalu harfiah dalam

membaca ayat Alkitab dan cenderung mengutuki setiap pernyataan yang dapat dianggap sebagai penyangkalan atas setiap penafsiran harfiah dari setiap ayat dalam Alkitab". Sebagai contoh, kisah yang dicatat di Yosua 10:13, yang menceritakan tentang Matahari yang dibuat tidak bergerak, digunakan untuk menegaskan bahwa Matahari, bukan bumi, yang biasanya bergerak. Mengenai anggapan bahwa teori Kopernikus bertentangan dengan ajaran Alkitab, Galileo menulis, "Copernicus tidak mengabaikan Alkitab, tetapi ia tahu betul bahwa jika doktrinnya terbukti, hal itu tidak akan bertentangan dengan Alkitab apabila ayat-ayatnya dipahami dengan benar".

Dewasa ini, Copernicus disanjung oleh banyak orang sebagai Bapak Astronomi Modern. Memangnya, uraiannya tentang alam semesta telah dimurnikan dan diperbaiki oleh ilmuwan yang tekemudian, seperti Galileo, Kepler, dan Newton. Akan tetapi, astofisikawan Owen Gingerich mengomentari, "Copernicuslah yang dengan karyanya memperlihatkan kepada kita bagaimana rapuhnya konsep ilmiah yang sudah diterima untuk waktu yang lama". Melalui penelitian, pengamatan, dan matematika, Kopernikus menjungkirbalikkan konsep ilmiah dan agama yang berurat berakar tetapi keliru. Dalam pemikiran manusia, ia juga "menghentikan Matahari dan menggerakkan bumi".

Kewarganegaraan Copernicus mulai abad ke-19 menjadi bahan perdebatan sengit. Namun sebenarnya ia bisa dikategorisasikan baik sebagai warga Jerman maupun Polandia. Dalam bahasa Jerman namanya secara umum dieja sebagai Kopernikus dan merupakan versi Latin dari nama Jerman Koppernigk. Dalam bahasa Polandia namanya dieja sebagai Mikołaj Kopernik. Ibu Kopernikus yang bernama Barbara Watzenrode merupakan seorang warga Jerman. Sedangkan

kewarganegaraan ayahnya tidak diketahui. Kota kelahirannya Toruń tidak lama sebelum ia lahir dikuasai raja-raja Polandia, sehingga ia bisa dianggap sebagai warga Polandia.

b. Pengertian Revolusi

Revolusi bumi adalah peredaran bumi mengelilingi matahari. Revolusi bumi merupakan akibat tarik menarik antara gaya gravitasi matahari dengan gaya gravitasi bumi, selain perputaran bumi pada porosnya atau disebut rotasi bumi. Kala revolusi bumi dalam satu kali mengelilingi matahari adalah $365\frac{1}{4}$ hari. Bumi berevolusi tidak tegak lurus terhadap bidang ekliptika melainkan miring dengan arah yang sama membentuk sudut 23,50 terhadap matahari, sudut ini diukur dari garis imajiner yang menghubungkan kutub utara dan kutub selatan yang disebut dengan sumbu rotasi. Copernicus yaitu orang pertama yang mengemukakan bahwa:

- a) bumi berputar melingkari sumbunya sekali putaran didalam 1 hari
- b) bumi bergerak melingkari matahari sekali didalam 1 tahun.

Cocok dengan pendapat Copernicus, jadi bumi di samping berputar melingkari sumbunya sekali 1 hari, juga berputar melingkari matahari atau yang disebut dengan revolusi. Bumi beredar mengelilingi matahari dengan kala revolusi 365,25 hari (1 tahun) kearah anti clockwise (berlawanan arah jarum jam) dan dengan kecepatan edar rata-rata 18,5 mil/detik. Oleh karena ekliptika berbentuk elips, maka matahari merupakan salah satu titik pusatnya, jadi jarak bumi matahari tidak selalu tetap melainkan berubah-ubah. *Titik Perihelium* ialah dimana bumi beredar terdekat dengan matahari, terjadi pada tanggal 21 Desember. *Titik Aphelium* ialah titik dimana bumi berada terjauh dengan matahari, terjadi pada tanggal 21 juni. Karena revolusi

bumi dan miringnya sumbu bumi terhadap ekliptika sebesar 66,50 mengakibatkan terjadinya perubahan musim didaerah yang terletak antara 23,50 Utara s/d Kutub Utara dan 23,50 Selatan s/d daerah Kutub Selatan.

Lingkar Tropik dan Kutub adalah lingkaran lintang 23,50 Utara atau jajar yang melalui lintang 23,50 Utara, dan *Tropic of Capricorn* adalah lingkaran lintang 23,50 Selatan atau jajar yang melalui lintang 23,50 Selatan. Jika matahari bersinar berada tepat di lintang 23,50 Utara maka bagian belahan bumi yang lain dari lintang $90 - 23,50 = 66,50$ ke kutub tidak mendapatkan sinar matahari.

Jajar yang melalui lintang 66,50 Utara disebut *Arctic Circle* dan Jajar yang melalui lintang 66,50 Selatan disebut *Antarctic Circle* atau lingkaran kutub Utara dan kutub Selatan. Setiap titik yang terletak pada lintang 66,50 minimum mengalami gelap 1 hari dalam 1 tahun dan setiap titik dikutub mengalami gelap 6 bulan dalam 1 tahun.

c. Bukti Terjadinya Revolusi Bumi

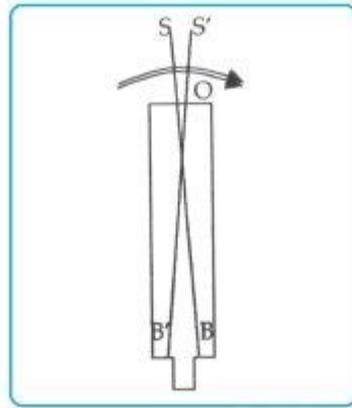
Bumi berevolusi dapat dibuktikan dengan percobaan-percobaan yang dilakukan oleh para ahli, sebagai berikut.

1) Aberasi (Sesatan Cahaya)

Orang melihat sebuah bintang S melalui sebuah teropong O, jika teropong diam maka bintang S akan tampak gambarnya di titik B, tetapi kenyataannya tidak demikian. Orang yang melihat dengan arah OS, bintang tersebut tidak terlihat di B (dengan arah SOB), melainkan melenceng ke sampingnya yaitu di titik B'. Hal ini menunjukkan bahwa teropong tersebut tidak diam, tetapi bergerak mengikuti bumi. Bersamaan dengan berjalannya cahaya dari titik O sampai B, teropong berpindah tempat atau berubah arahnya, berakibat cahaya tidak lagi jatuh di titik B, melainkan

di samping titik B' . Dapat dilihat bintang tidak lagi dalam arah OS , tetapi dalam arah OS' . Bintang seolah-olah bergeser dengan arah yang sama dengan gerakan itu. Gejala ini disebut sesatan cahaya, atau aberasi cahaya.

Ilustrasi Aberasi dapat diamati pada gambar berikut:



Ilustrasi : Haryana, 2006

2) Parallaxis (Beda Lihat)

Parallaxis adalah sudut dengan seluruh jari-jari lintasan bumi dilihat dari sebuah bintang. Sudut akan semakin kecil jika jarak bintang semakin jauh dari matahari. Bintang-bintang di langit mempunyai jarak yang sangat jauh dari bumi, menyebabkan sudut parallaxis bintang-bintang pun sangat kecil.

d. Pengaruh Revolusi Bumi

1) Perbedaan Lama Siang dan Malam

Kombinasi antara revolusi bumi serta kemiringan sumbu bumi terhadap bidang ekuatorial menimbulkan beberapa gejala alam yang diamati berulang setiap tahunnya.

Antara tanggal 21 Maret s.d 23 September

- a) Kutub utara mendekati matahari, sedangkan kutub selatan menjauhi matahari.

- b) Belahan bumi utara menerima sinar matahari lebih banyak daripada belahan bumi selatan.
- c) Panjang siang dibelahan bumi utara lebih lama daripada dibelahan bumi selatan.
- d) Ada daerah disekitar kutub utara yang mengalami siang 24 jam dan ada daerah disekitar kutub selatan yang mengalami malam 24 jam.
- e) Diamati dari khatulistiwa, matahari tampak bergeser ke utara.
- f) Kutub utara paling dekat ke matahari pada tanggal 21 juni. Pada saat ini pengamat di khatulistiwa melihat matahari bergeser $23,5^\circ$ ke utara.

Antara tanggal 23 September s.d 21 Maret

- a) Kutub selatan lebih dekat mendekati matahari, sedangkan kutub utara lebih menjauhi matahari.
- b) Belahan bumi selatan menerima sinar matahari lebih banyak daripada belahan bumi utara.
- c) Panjang siang dibelahan bumi selatan lebih lama daripada belahan bumi utara
- d) Ada daerah di sekitar kutub utara yang mengalami malam 24 jam dan ada daerah di sekitar kutub selatan mengalami siang 24 jam.
- e) Diamati dari khatulistiwa, matahari tampak bergeser ke selatan.
- f) Kutub selatan berada pada posisi paling dekat dengan matahari pada tanggal 22 Desember. Pada saat ini pengamat di khatulistiwa melihat matahari bergeser $23,5^\circ$ ke selatan.

Pada tanggal 21 Maret dan 23 Desember

- a) Kutub utara dan kutub selatan berjarak sama ke matahari.
- b) Belahan bumi utara dan belahan bumi selatan menerima sinar matahari sama banyaknya.
- c) Panjang siang dan malam sama diseluruh belahan bumi.

d) Di daerah khatulistiwa matahari tampak melintas tepat di atas kepala.

2) Gerak Semu Tahunan Matahari

Pergeseran posisi matahari ke arah belahan bumi utara (22 Desember – 21 Juni) dan pergeseran posisi matahari dari belahan bumi utara ke belahan bumi selatan (21 Juni – 21 Desember) disebut gerak semu harian matahari. Disebut demikian karena sebenarnya matahari tidak bergerak. Gerak itu akibat revolusi bumi dengan sumbu rotasi yang miring.

3) Perubahan Musim

Belahan bumi utara dan selatan mengalami empat musim. Empat musim itu adalah musim semi, musim panas, musim gugur,, dan musim dingin. Berikut ini adalah tabel musim pad waktu dan daerah tertentu di belahan bumi

Musim-musim dibelah bumi utara

- a) Musim semi : 21 Maret – 21 Juni
- b) Musim panas : 21 Juni – 23 September
- c) Musim gugur : 23 September – 22 Desember
- d) Musim Dingin : 22 Desember – 21 Maret

Musim-musim dibelah bumi selatan

- a) Musim semi : 23 September – 22 Desember
- b) Musim panas : 22 Desember – 21 Maret
- c) Musim gugur : 21 Maret – 22 Juni
- d) Musim Dingin : 21 Juni – 23 September

4) Perubahan Kenampakan Rasi Bintang

Rasi bintang adalah susunan bintang-bintang yang tampak dari bumi membentuk pola-pola tertentu. Bintang-bintang membentuk sebuah rasi sebenarnya tidak berada pada lokasi yang berdekatan. Karena letak bintang-bintang itu sangat jauh, maka ketika diamati dari bumi seolah-olah tampak berdekatan. Rasi bintang yang kita kenal antara lain Aquarius, Pisces, Gemini, Scorpio, Leo, dan lain-lain

Ketika bumi berada disebelah timur matahari, kita hanya dapat melihat bintang-bintang yang berada di sebelah timur matahari. Ketika bumi berada di sebelah utara matahari, kita hanya dapat melihat bintang-bintang yang berada di sebelah utara matahari. Akibat adanya revolusi bumi, bintang-bintang yang nampak dari bumi selalu berubah.

5) Kalender Masehi

Berdasarkan pembagian bujur, yaitu bujur barat dan bujur timur, maka batas penanggalan internasional ialah bujur 180° , akibatnya apabila dibelahan timur bujur 180° tanggal 15 maka di belahan barat bujur 180° masih tanggal 14, seolah-olah melompat satu hari. Hitungan kalender masehi berdasarkan pada kala revolusi bumi, dimana satu tahun sama dengan $365 \frac{1}{4}$ hari. Kalender masehi yang mula-mula digunakan adalah kalender Julius Caesar atau kalender Julian. Kalender julian berdasarkan pada selang waktu antara satu musim semi dengan musim semi berikutnya dibelahan bumi utara. Selang waktu ini tepatnya adalah 365,242 hari atau 365 hari 5 jam 48 menit 46 sekon. Julius Caesar menetapkan perhitungan kalender sebagai berikut.

- a) Lama waktu dalam setahun adalah 365 hari
- b) Untuk menampung kelebihan $\frac{1}{4}$ hari pada tiap tahun maka lamanya satu tahun diperpanjang 1 hari menjadi 366 hari pada setiap empat tahun. Satu hari tersebut ditambahkan pada bulan februari. Tahun yang lebih panjang sehari ini disebut tahun kabisat
- c) Untuk mempermudah mengingat, maka dipilih sebagai tahun kabisat adalah tahun yang habis di bagi empat. Contohnya adalah 1984,2000, dan lain-lain.

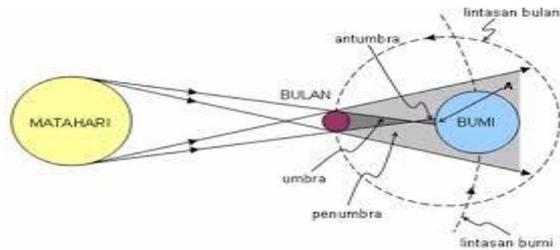
6) Terjadinya Gerhana Matahari

Gerhana merupakan proses tertutupnya bulan atau matahari secara tiba-tiba, terdapat dua jenis gerhana yaitu gerhana bulan dan gerhana matahari. Gerhana disebabkan oleh bayangan yang dibentuk oleh bumi atau bulan terletak dalam satu garis. Bayangan tersebut mempunyai dua bagian yaitu :

a) Bayangan Umbra atau bayangan inti

Umbra berbentuk kerucut yang semakin mengecil begitu menjauh dari bumi atau bulan. Umbra bulan panjangnya kira-kira 370.000 km, sedangkan umbra bumi panjangnya kira-kira 1.376.000 km.

b) Daerah bayangan kabur (sebagian) dinamakan penumbra



Gerhana matahari terjadi ketika bulan melintas di antara bumi dan matahari. Jika posisi bumi-bulan-matahari tepat segaris, bayangan bulan dapat menutup sebagian daerah di bumi. Tempat di bumi yang tertutup penumbra mengamati gerhana matahari sebagian (parsial). Hanya sebagian permukaan matahari yang ditutupi bulan. Tempat yang ditutupi umbra mengalami gerhana matahari total. Seluruh permukaan matahari tertutup bulan.

Ukuran bulan sangat kecil sehingga bayangannya pun kecil. Oleh karena itu, daerah di bumi yang tertutup bayangan bulan hanya sebagian. Luas daerah yang tertutup penumbra

memiliki garis tengah sekitar 3.000 km. Daerah yang tertutup umbra memiliki garis tengah sekitar 269 km. Lama gerhana matahari total hanya beberapa menit karena gerakan bayangan bulan yang cepat. Gerhana matahari total yang tergolong lama terjadi di Samudra Atlantik dan Afrika pada tanggal 30 Juni 1937 yang berlangsung selama 7,2 menit. Apabila Gerhana posisi Bulan terletak berada pada satu garis lurus, di antara Bumi dan Matahari maka akan tertutup sebagian atau seluruh cahaya Matahari. Walaupun Bulan lebih kecil, bayangan Bulan mampu melindungi cahaya matahari sepenuhnya karena Bulan yang berjarak rata-rata jarak 384.400 kilometer dari Bumi. Penyebab lain adalah letak Bulan yang lebih dekat dibandingkan Matahari yang mempunyai jarak rata-rata 149.680.000 kilometer.

Gerhana matahari dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

1) Gerhana total

Sebuah gerhana matahari dikatakan sebagai gerhana total apabila saat puncak gerhana, piringan Matahari ditutup sepenuhnya oleh piringan Bulan. Saat itu, piringan Bulan sama besar atau lebih besar dari piringan Matahari. Ukuran piringan Matahari dan piringan Bulan sendiri berubah-ubah tergantung pada masing-masing jarak Bumi-Bulan dan Bumi-Matahari.

2) Gerhana sebagian

Gerhana sebagian terjadi apabila piringan Bulan (saat puncak gerhana) hanya menutup sebagian dari piringan Matahari. Pada gerhana ini, selalu ada bagian dari

piringan Matahari yang tidak tertutup oleh piringan Bulan.

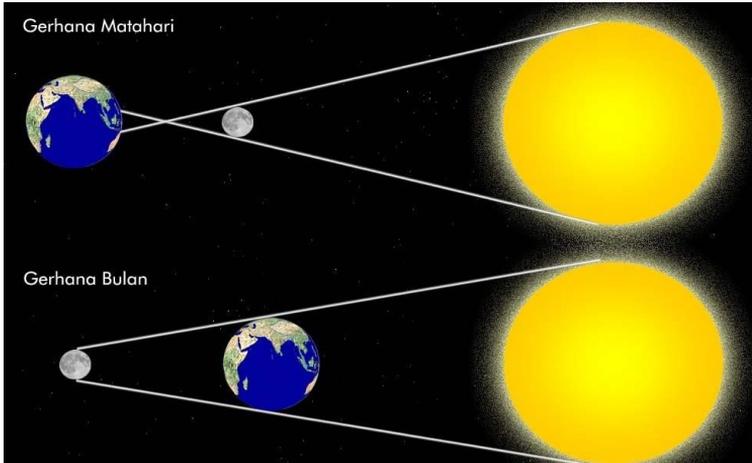
3) Gerhana cincin.

Gerhana cincin terjadi apabila piringan Bulan (saat puncak gerhana) hanya menutup sebagian dari piringan Matahari. Gerhana jenis ini terjadi bila ukuran piringan Bulan lebih kecil dari piringan Matahari. Sehingga ketika piringan Bulan berada di depan piringan Matahari, tidak seluruh piringan Matahari akan tertutup oleh piringan Bulan. Bagian piringan Matahari yang tidak tertutup oleh piringan Bulan, berada di sekeliling piringan Bulan dan terlihat seperti cincin yang bercahaya. Gerhana matahari tidak dapat berlangsung melebihi 7 menit 40 detik. Pada saat terjadi gerhana Matahari orang dilarang melihat langsung dengan mata telanjang ke arah Matahari. Jika dilakukan maka mata dapat mengalami kerusakan permanent dan mengakibatkan kebutaan.

BAB III

GERHANA DAN SISTEM KALENDER

A. Gerhana



KBBI mendefinisikan gerhana sebagai berkurangnya ketampakan benda atau hilangnya benda dari pandangan sebagai akibat masuknya benda itu ke dalam bayangan yang dibentuk oleh benda lain. Adapun kata „eclipse“ (gerhana) berasal dari bahasa Yunani yaitu ekleipsis yang berarti peninggalan atau pelalaian. Gerhana merupakan kejadian astronomi yang berlaku apabila satu objek astronomi bergerak kedalam bayang-bayang objek astronomi yang lain. Kemungkinan gerhana terjadi, yaitu pada bulan baru (new moon) dan bulan purnama (full moon). Pada bulan baru, bulan terletak diantara matahari dan bumi, sedangkan pada bulan purnama, bumi terletak diantara bulan dan matahari.

Kejadian gerhana disebabkan oleh bayangan bumi dan bulan yang besar sekali. Kedua benda langit itu gelap. Oleh karena itu, ketika kedua benda ini diterangi oleh matahari, masing-masing mempunyai bayangan yang menjulur kedalam

ruang angkasa jauh dari matahari. Bayangan yang terbentuk oleh bumi atau bulan mempunyai beberapa bagian. Terdapat suatu daerah bayangan sempurna yang dikenal sebagai umbra (dari bahasa latin yang artinya bayangan). Karena bumi maupun bulan lebih kecil dari matahari, umbra masing-masing berbentuk kerucut. Umbra ini berkurang diameternya semakin bayangan ini menjulur lebih jauh kedalam ruang angkasa sampai akhirnya bayangan ini tiba pada suatu titik.

Sekeliling kerucut bayangan sempurna terdapat suatu daerah bayangan sebagian yang disebut penumbra (bahasa latin untuk „hampir suatu bayangan“). Setiap objek dalam penumbra ini menerima cahaya dari suatu bagian sisi matahari. Jika garis-garis yang membatasi daerah kerucut bayangan sempurna diperpanjang ke arah luar, akan terbentuk suatu kerucut terbalik. Kerucut terbalik ini disebut umbra negative.

Panjang kerucut bayangan sempurna tergantung pada tiga faktor yaitu diameter matahari (sumber cahaya), diameter bumi ataupun diameter bulan dan jarak antara matahari dan bumi ataupun bulan. Perlu diingat bahwa diameter matahari, bumi, bulan adalah faktor-faktor yang tetap. Sedangkan jarak antara bumi dan matahari serta jarak bulan dengan matahari selalu berubah, oleh karena itu panjang umbra bumi atau umbra bulan berubah-ubah. Panjang rata-rata umbra bumi kira-kira 1.400.000 km, sedangkan panjang rata-rata umbra bulan kira-kira 375.000 km.

1. Gerhana Matahari

Gerhana matahari adalah suatu keadaan dimana bulan berada di tengah-tengah matahari dan bumi, sehingga menyebabkan sinar matahari ke bumi menjadi terhalang. Ini terjadi pada saat bulan mati, bayangannya yang berbentuk kerucut ini menutupi permukaan bumi dan menyebabkan sisi bumi yang tertutup bayangan bulan menjadi gelap atau gerhana. Itulah alasan mengapa ketika terjadi gerhana, bumi menjadi gelap seperti saat malam hari.

Bulan juga memiliki beberapa jenis bayangan yang disebut umbra dan penumbra. Umbra adalah sebutan untuk

titik tergelap yang membentuk kerucut dengan ujungnya menuju ke bumi. Sedangkan penumbra adalah daerah samar yang sedikit terang dan bentuknya makin jauh makin melebar. Permukaan yang berada di daerah umbra akan mengalami gerhana matahari total. Sedangkan daerah yang berada di titik penumbra akan mengalami gerhana matahari sebagian.

Gerhana matahari terjadi apabila kedudukan bulan terletak di antara bumi dan matahari. Oleh karena itu cahaya matahari yang menyinari bumi akan terhalang oleh bulan. Meskipun ukuran bulan jauh lebih kecil di dibandingkan dengan matahari, namun bayangan bulan mampu melindungi cahaya matahari sepenuhnya. Pada saat terjadi gerhana matahari, bulan berada pada fase baru dan berada dekat dengan bidang ekliptika. Apabila peristiwa ini terjadi secara bersamaan, maka posisi matahari, bulan dan bumi terletak pada suatu garis lurus. Pada keadaan semacam ini bayang-bayang bulan akan jatuh pada permukaan bumi dan cahaya matahari akan tertutup oleh bayang-bayang itu.

Waktu yang dibutuhkan selama terjadi gerhana matahari ini ditentukan oleh beberapa faktor. Jarak bulan dengan bumi berada di jarak terdekat sehingga piringan bulan tampak lebih besar. Sedangkan jarak matahari dengan bumi berada di posisi terjauh sehingga piringan matahari terlihat lebih kecil. Titik pusat gerhana terjadi di dekat zona khatulistiwa sehingga kecepatan bumi yang berotasi lebih cepat daripada rotasi bulan. Jalur bayangan gerhana tegak lurus ke arah timur yang searah dengan rotasi bumi. Pada umumnya dalam kondisi tersebut gerhana matahari dapat berlangsung setidaknya 7 menit 40 detik.

Fenomena gerhana matahari ini termasuk sesuatu yang menarik karena jarang terjadi. Gerhana matahari yang pernah terjadi dalam beberapa tahun terakhir yaitu pada 22 Juli 2009 terjadi gerhana matahari total (GMT) yang tampak di sekitar negara India, Bangladesh, China dan Nepal dengan durasi 6 menit 39 detik. Belum lama ini juga terjadi

gerhana matahari pada 10 Juni 2021 yang terlihat di negara Kanada, Greenland dan Rusia. Gerhana tersebut adalah gerhana matahari cincin yang berlangsung selama 3 menit. Mereka yang berada di wilayah Greenland dapat menyaksikan gerhana matahari cincin api secara utuh.

Gerhana matahari dibagi menjadi 4 macam yaitu sebagai berikut:

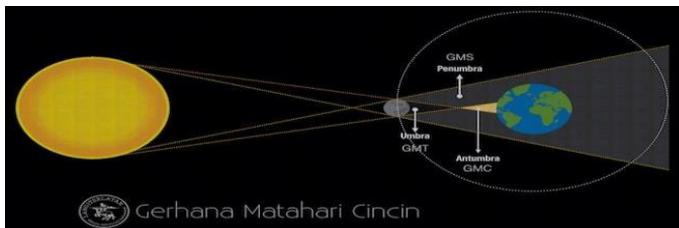
a. Gerhana Matahari Total

Gerhana matahari



Gerhana matahari total adalah kondisi dimana piringan matahari tertutup total oleh piringan bulan sehingga tidak ada sedikitpun cahaya matahari yang lolos dari piringan bulan. Fenomena ini terjadi karena matahari, bulan dan bumi berada dalam satu garis lurus dengan jarak bulan ke bumi lebih dekat dibandingkan jarak matahari ke bumi. Seolah piringan bulan tampak lebih besar hingga mampu menutupi matahari.

b. Gerhana Matahari Cincin



Gerhana matahari cincin terjadi apabila posisi matahari, bulan dan bumi berada pada satu garis lurus dengan piringan bulan lebih kecil dari piringan matahari. Hal ini disebabkan jarak bulan ke bumi berada pada

jarak terjauhnya sehingga meskipun bulan berada tepat di depan matahari, tidak seluruh bagian piringan matahari yang tertutup. Masih ada sebagian sinar matahari yang lolos dan membentuk lingkaran di bagian luar piringan bulan. Sehingga tampak seperti cincin.

Ketika gerhana matahari cincin sedang berlangsung, ada beberapa efek yang ditimbulkan sebagai berikut:

- 1) terjadi pasang dan surut gelombang air laut
- 2) terjadi penurunan suhu secara merata
- 3) kelembaban udara meningkat saat gerhana matahari cincin berakhir
- 4) terhalangnya cahaya
- 5) kerusakan mata

c. Gerhana Matahari Hibrid



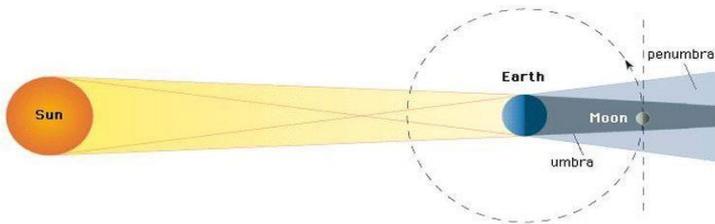
Gerhana matahari hybrid merupakan pergerakan dari gerhana matahari total dan gerhana matahari cincin. Kondisi ini disebabkan karena perbedaan wilayah di suatu permukaan bumi. Pada daerah tertentu gerhana ini muncul sebagai gerhana matahari cincin dan pada lokasi tertentu muncul sebagai gerhana matahari total.

d. Gerhana Matahari Sebagian



Gerhana matahari sebagian terjadi ketika puncak gerhana piringan bulan hanya dapat menutup setengah atau sebagian dari piringan matahari. Daerah yang mengalami gerhana matahari sebagian adalah daerah yang dilewati jalur bayangan penumbra. Pada jalur ini bayangan bulan memang tidak terlalu gelap sehingga sinar matahari masih dapat tertembus sedikit.

2. Gerhana Bulan

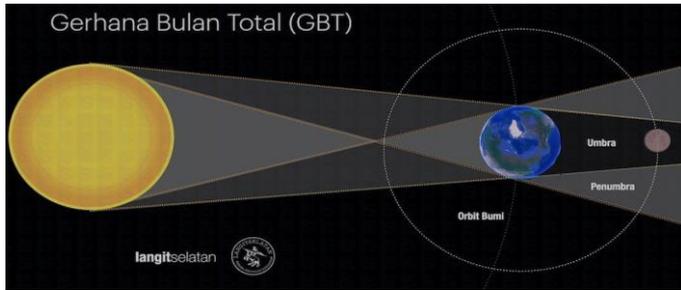


©1994 Encyclopaedia Britannica, Inc.

Gerhana bulan merupakan sebuah fenomena alam yang terjadi saat sebagian atau keseluruhan penampang bulan tertutup oleh bayangan bumi. Gerhana bulan ini dibagi menjadi 3 jenis yaitu gerhana bulan total, gerhana bulan sebagian dan gerhana bulan penumbra. Gerhana bulan terjadi apabila matahari, bumi, dan bulan berada dalam satu garis simpul, dengan posisi bulan membelakangi bumi (oposisi). Gerhana bulan terjadi karena bulan memasuki umbra bumi.

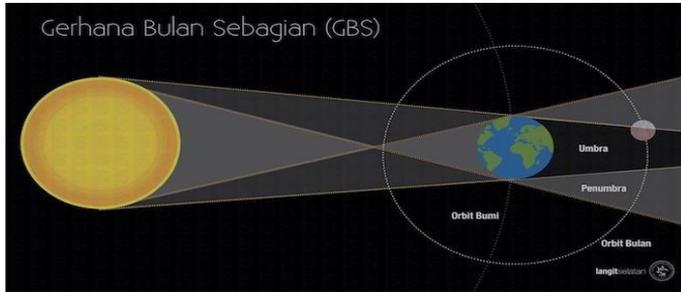
Karena pengaruh inklinasi bulan terhadap ekliptika, maka gerhana total tidak selalu terjadi pada saat bulan purnama. Jika bulan hanya dekat simpul, maka hanya akan terjadi gerhana penumbra. Jika bulan sangat jauh dari simpul maka tidak terjadi gerhana bulan pada saat bulan purnama.

a. Gerhana Bulan Total



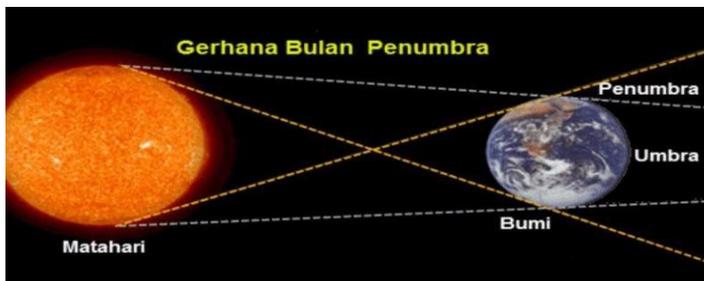
Gerhana bulan total terjadi ketika seluruh bayangan umbra bumi jatuh menutupi bulan, sehingga matahari, bumi dan bulan berada tepat di satu garis yang sama.

b. Gerhana Bulan Sebagian



Gerhana bulan sebagian disebut juga sebagai gerhana bulan parsial. Gerhana bulan sebagian terjadi ketika bumi tidak seluruhnya menghalangi bulan dari sinar matahari. Sebagian permukaan bulan berada di daerah penumbra, sehingga masih ada sebagian sinar matahari yang sampai ke permukaan bulan.

c. Gerhana Bulan Penumbra



Gerhana bulan penumbra terjadi ketika seluruh bagian bulan berada di bagian penumbra. Sehingga bulan masih dapat terlihat dengan warna yang suram.

B. Sistem Kalender

Kalender atau penanggalan (juga disebut sebagai almanak, tarikh, atau takwim) adalah sebuah sistem untuk memberi nama pada sebuah periode waktu (seperti hari sebagai contohnya). Nama-nama ini dikenal sebagai tanggal kalender. Tanggal ini bisa didasarkan dari gerakangerakan benda angkasa seperti matahari dan bulan. Kalender juga dapat mengacu kepada alat yang mengilustrasikan sistem tersebut (sebagai contoh, sebuah kalender dinding). Di dalam kalender terdapat hari, minggu dan tahun. Bahkan, ada di beberapa kalender terdapat hari besar.

Kalender yang digunakan secara umum ialah kalender surya, kalender candra, kalender suryacandra, dan kalender persetujuan. Kalender candra atau kalender lunar adalah kalender yang disesuaikan dengan pergerakan Bulan (fase bulan). Contohnya ialah Hijriah. Kalender surya atau kalender solar adalah kalender yang didasarkan dari musim dan pergerakan Matahari. Contohnya ialah Kalender Persia, Kalender Gregorian, Kalender Julian dan Kalender Romawi.

Kalender suryacandra atau kalender lunisolar adalah kalender yang disesuaikan dengan pergerakan bulan dan matahari, seperti Kalender Bali, Kalender Yahudi, dan Kalender Tionghoa. Sementara itu, kalender persetujuan adalah kalender yang tidak disesuaikan dengan Bulan dan Matahari, contohnya adalah hari dan minggu Julian yang digunakan oleh pakar bintang.

1. Kalender Hijriah dan Kalender Masehi

Perputaran bumi mengelilingi matahari (revolusi bumi) dan peredaran bulan mengelilingi bumi (revolusi bulan) berpengaruh kepada penentuan kalender hijriyah dan kalender masehi. Pada saat bulan mengelilingi bumi sebanyak satu kali, maka bulan juga melakukan perputaran

pada porosnya sebanyak satu kali. Sehingga, dari penjelasan ini dapat disimpulkan bahwa rotasi bulan sama dengan waktu revolusi bulan. Sedangkan revolusi bulan adalah periode atau waktu yang diperlukan oleh bulan mengitari bumi. Sekali berevolusi bulan memerlukan waktu selama 29 hari 12 jam 44 menit dan 3 detik.

Pergerakan rotasi dan revolusi Bulan, maka di Bumi dapat dilihat beberapa peristiwa yang dapat diamati dengan mata telanjang. Peristiwa akibat rotasi dan revolusi bulan diantaranya:

- a. Kalender hijriah memiliki sistem penghitungan yang berbeda dari kalendarmasehi.
- b. Jumlah hari dalam setahun pun tak sama.

Secara sederhana, bila kalender masehi mendasarkan penghitungan pada peredaran bumi mengitari matahari, kalender hijriah mengacu pada peredaran bulan mengitari bumi. Revolusi Bulan digunakan oleh umat Islam dalam menentukan perhitungan atau permulaan kalender Hijriah atau disebut juga kalender Komariah. Jumlah haripada kalender Hijriah adalah 30 dan 29 hari. Maka, dalam satu bulan pada kalender Hijriah memiliki lama sekitar 29,5 hari yang hal ini menyebabkan dalam kalender Hijriah ditemukan adanya tahun Kabisat. Berbeda dengan kalender Masehi, kalender Hijriah lebih cepat 11 hari dan menyebabkan beberapa hari besar keagamaan umat Islam setiap tahunnya berubah lebih cepat 11 hari dari tahun sebelumnya pada kalender Masehi.

Penjelasan mengenai rotasi dan revolusi Bulan tersebut di atas sangat mempengaruhi kehidupan yang ada di Planet Bumi. Ada banyak manfaat yang dapat diambil dan dipergunakan dari akibat rotasi dan revolusi Bulan ini. Bagi para akademisi dan peneliti, rotasi dan revolusi Bulan sangat bermanfaat dalam, yaitu:

- 1) Menentukan pergerakan gravitasi Bulan terhadap Bumi dalam mengetahui dan memprediksikan arus aliran laut beserta pasang surutnya ;
- 2) Memperkirakan dan menentukan permulaan Tahun Hijriah bagi umat Islam terlebih lagi sangat bermanfaat saat akan menentukan awal puasa Ramadhan dan datangnya Hari Raya Idul Fitri dan Idul Adha ;
- 3) Memprediksikan munculnya gerhana Bulan dan Matahari di beberapa tahun ke depan.

BAB IV

PENGERTIAN, JENIS AWAN DAN ANGIN BESERTA DAMPAKNYA

A. Awan

1. Pengertian Awan

Awan adalah gumpalan uap air dan kristal es yang terapung di atmosfer yang sangat kecil atau campuran keduanya dengan konsentrasi berorde 100 per centimeter kubik dan mempunyai radius sekitar 10 mikrometer. Ia kelihatan seperti asap berwarna putih atau kelabu di langit.

Awan merupakan massa yang dapat dilihat dari tetesan air atau kristal beku tergantung di atmosfer di atas permukaan bumi atau permukaan planet lain. Awan juga massa terlihat yang tertarik oleh gravitasi, seperti massa materi dalam ruang yang disebut awan antar bintang dan nebula. Masalah awan biasanya dipelajari pada nephologi atau fisika awan yang merupakan cabang dari meteorologi.

Di *troposferada* empat macam istilah, yaitu :

- a. *Fotometeor*, merupakan partikel cahaya atau yang memancarkan cahaya.
- b. *Litometeor*, merupakan partikel-partikel kering yang mengambang di udara.
- c. *Elektrometeor*, merupakan partikel yang mengandung muatan listrik, banyak terdapat di awan Cb.
- d. *Hydrometeor*. Merupakan partikel-partikel basah (air atau padat) yang ada di atmosfer atau di udara maupun di permukaan.
- e. Dalam kaitannya dengan awan yang kita pelajari lebih cenderung pada Hydrometeor. Hydrometeor merupakan salah satu fenomena cuaca yang berada di atmosfer yang berhubungan dengan awan. Keberadaannya bisa melayang di udara, turun bebas, naik, atau mengendap di permukaan bumi. Contoh :

- f. Yang jauh dari permukaan berupa awan
- g. Yang dekat dengan permukaan berupa kabut dan mist
- h. Dan yang berada di permukaan berupa embun, salju, dan gletser.

Dari berbagai sudut pandang, kita dapat mendefinisikan awan sebagai berikut :

- a. Awan adalah Hydrometeor yang jauh dari permukaan bumi.
- b. Awan adalah kumpulan dari partikel cair atau butir-butir salju atau campuran keduanya yang mengambang di atmosfer pada tempat dan waktu tertentu.
- c. Pada saat-saat tertentu , kabut yaitu uap air yang berada di suatu tempat dapat naik dan akan menyebabkan atau membentuk awan stratus yang disebabkan oleh pemanasan matahari sehingga arus naik menjadi cepat.
- d. Jadi secara umum, pengertian awan adalah kumpulan tetes-tetes air atau butir-butir es atau kedua-duanya yang mengambang di atmosfer pada suatu tempat dan waktu tertentu. Di Bumi substansi biasanya presipitasi uap air.

Dengan bantuan partikel higroskopis udara seperti debu dan garam dari laut, tetesan air kecil terbentuk pada ketinggian rendah dan kristal es pada ketinggian tinggi bila udara didinginkan jadi jenuh oleh konvektif lokal atau lebih besar mengangkat non-konvektif skala. Pada beberapa soal, awan tinggi mungkin sebagian terdiri dari tetesan air superdingin. Tetesan dan kristal biasanya sekitar 0,01 mm (0,00039 in) diameter. Paling umum dari pemanasan matahari di siang hari dari udara pada tingkat permukaan, angkat frontal yang memaksa massa udara lebih hangat akan naik lebih keatas dan mengangkat orografik udara di atas gunung. Ketika udara naik , mengembang sehingga tekanan berkurang.

Proses ini mengeluarkan energi yang menyebabkan udara dingin. Ketika dikelilingi oleh milyaran tetesan lain

atau kristal mereka menjadi terlihat sebagai awan. Dengan tidak adanya inti kondensasi, udara menjadi jenuh dan pembentukan awan terhambat. Proses ini mengeluarkan energi yang menyebabkan udara dingin. Ketika dikelilingi oleh milyaran tetesan lain atau kristal mereka menjadi terlihat sebagai awan. Dengan tidak adanya inti kondensasi, udara menjadi jenuh dan pembentukan awan terhambat. dalam awan padat memperlihatkan pantulan tinggi (70% sampai 95%) di seluruh awan terlihat berbagai panjang gelombang, sehingga tampak putih di atas.

Tetesan embun (titi-titik air) cenderung efisien menyebarkan cahaya, sehingga intensitas radiasi matahari berkurang dengan kedalaman arah ke gas, maka warna abu-abu atau bahkan gelap kadang-kadang tampak di dasar awan. Awan tipis mungkin tampak telah memperoleh warna dari lingkungan mereka atau latar belakang dan awan diterangi oleh cahaya non-putih, seperti saat matahari terbit atau terbenam, mungkin tampak berwarna sesuai. Awan terlihat lebih gelap di dekat-inframerah karena air menyerap radiasi matahari pada saat- panjang gelombang .Awan memberikan pengaruh yang sangat besar pada cuaca dan iklim kita. Mereka adalah elemen kunci siklus hidrologis bumi, yang membawa air dari udara ke tanah dan dari satu wilayah dunia ke yang lainnya. Awan juga mendominasi anggaran energi bumi melalui pengaruh mereka pada pertukaran energi panas matahari dalam atmosfer dan antara atmosfer, hidrosfer, permukaan tanah, biosfer dan ruang karena awan memiliki dampak besar pada anggaran radiasi bumi, bahkan perubahan kecil dalam kelimpahan atau distribusi awan bisa mengubah iklim lebih dari perubahan yang diantisipasi dalam gas rumah kaca, anthropogenic aerosol, atau faktor-faktor lain yang terkait dengan perubahan global.

Perubahan iklim yang disebabkan oleh awan pada gilirannya menimbulkan perubahan dalam awan karena iklim : *cloud-climate feedback*. Masukan ini dapat bernilai

positif (memperkuat perubahan) atau negatif (cenderung untuk mengurangi perubahan total), tergantung pada proses yang terlibat. Pertimbangan ini menyebabkan para ilmuwan untuk percaya bahwa ketidakpastian utama dalam simulasi model iklim yang disebabkan oleh kesulitan dalam awan dan cukup mewakili sifat radiasi awan.

2. Proses Pembentukan Awan

Jika langit sedang cerah, kita bisa melihat awan di langit. Awan tersebut terlihat seperti kapas-kapas yang sedang terbang di langit. Jika langit sedang cerah, maka awan akan terlihat berwarna putih. Sering kali kita lihat awan putih dengan berbagai bentuk. Kadang-kadang bergumpal-gumpal, kadang tersebar tipis, berbentuk seperti sisik ikan, atau bergaris-garis seperti serat. Sebentar terlihat bergumpal, tak lama kemudian berubah bentuk, bertebaran dibawa angin. Diawali dari turunnya hujan, kemudian sinar/cahaya Matahari yang sampai di permukaan bumi, lantas diserap bumi, tumbuhan, tanah, sungai, danau dan laut, sehingga menyebabkan air menguap. Uap air naik ke udara atau atmosfer. Uap air naik semakin lama semakin tinggi karena tekanan udara di dekat permukaan bumi lebih besar dibandingkan di atmosfer bagian atas.

Semakin ke atas, suhu atmosfer juga semakin dingin, maka uap air mengembun pada debu-debu atmosfer, membentuk titik air yang sangat halus berukuran 2 - 100 μm ($1 \text{ mm} = 1 / 1.000.000 \text{ meter}$). Tanpa adanya debu atmosfer, yang disebut aerosol, pengembunan tidak mudah terjadi. Miliaran titik-titik air tersebut kemudian berkumpul membentuk awan. Awan dapat terbentuk jika terjadi kondensasi uap air di atas permukaan bumi. Udara yang mengalami kenaikan akan mengembang secara adiabatik karena tekanan udara di atas lebih kecil daripada tekanan di bawah. Partikel-partikel yang disebut dengan aerosol inilah yang berfungsi sebagai perangkap air dan selanjutnya akan membentuk titik-titik air. Selanjutnya aerosol ini terangkat

ke atmosfer, dan bila sejumlah besar udara terangkat ke lapisan yang lebih tinggi, maka ia akan mengalami pendinginan dan selanjutnya mengembun. Kumpulan titik-titik air hasil dari uap air dalam udara yang mengembun inilah yang terlihat sebagai awan. Makin banyak udara yang mengembun, makin besar awan yang terbentuk.

Awan terbentuk jika volume udara lembab mengalami pendinginan sampai dibawah temperatur titik embunnya. Udara selalu mengandung uap air. Apabila uap air ini meluap menjadi titik-titik air, maka terbentuklah awan. Peluapan ini bisa terjadi dengan dua cara :

- a. Apabila udara panas, lebih banyak uap terkandung di dalam udara karena air lebih cepat menyejat. Udara panas yang sarat dengan air ini akan naik tinggi, hingga tiba di satu lapisan dengan suhu yang lebih rendah, uap itu akan mencair dan terbentuklah awan, molekul-molekul titik air yang tak terhingga banyaknya.
- b. Suhu udara tidak berubah, tetapi keadaan atmosfer lembap. Udara makin lama akan menjadi semakin penuh dengan uap air.
- c. Suhu udara tidak berubah, tetapi keadaan atmosfer lembap. Udara makin lama akan menjadi semakin tepu dengan uap air.
- d. Apabila awan telah terbentuk, titik-titik air dalam awan akan menjadi semakin besar dan awan itu akan menjadi semakin berat, dan perlahan-lahan daya tarik bumi menariknya ke bawah. Hingga sampai satu titik dimana titik-titik air itu akan terus jatuh ke bawah dan turunlah hujan.
- e. Jika titik-titik air tersebut bertemu udara panas, titik-titik itu akan menguap dan awan menghilang. Inilah yang menyebabkan awan selalu berubah-ubah bentuknya. Air yang terkandung di dalam awan silih berganti menguap dan mencair. Inilah juga yang menyebabkan kadang-kadang ada awan yang tidak membawa hujan.

Awan berwujud gumpalan berisi butir-butir air yang diameternya lebih besar daripada butir-butir air yang terdapat dalam kabut, tetapi lebih kecil dari 200 mikrometer.

a. Pembentukan Awan

Awan terbentuk ketika udara didinginkan di bawah titik embunnya, yaitu temperatur dimana udara menjadi jenuh (kelembaban relatif 100%). Awan, merupakan bukti yang terlihat akan adanya air atau uap air didalam atmosfer. Campuran udara kering dan uap air disebut udara basah dan kebanyakan awan terbentuk dalam proses pendinginan udara basah. Oleh karena itu, maka proses-proses didalam atmosfer yang menghasilkan pendinginan udara dapat juga menghasilkan pembentukan awan.

b. Penyebab Umum Pembentukan Awan

Kebanyak awan terbentuk apabila udara basah bergerak vertikal ke atas dan kemudian mengalami pendinginan karena udara mengembang yang selanjutnya sebagian uap air berkondensasi dan membentuk awan. Beberapa gerakan vertikal yang menyebabkan pembentukan awan adalah :

- 1) Turbulensi mekanis (turbulensi hambat)
- 2) Konveksi (turbulensi termis)
- 3) Kenaikan karena Orografi
- 4) Kenaikan lambat yang luas

c. Pembentukan Awan Konvektif

Apabila udara mengalami pemanasan dekat permukaan bumi, maka berkembanglah arus konveksi. Bersamaan dengan turbulensi mekanis akan mengakibatkan percampuran udara pada lapisan bawah atmosfer.

d. Pembentukan Awan Karena Orografi

Jika arus udara mencapai kaki gunung atau barisan pegunungan, maka udara dipaksa naik melalui lereng-lereng pegunungan tersebut. Pengaruh dari

naiknya arus udara tersebut dapat mencapai kedalaman lapisan atmosfer yang tinggi, sehingga dapat merubah keadaan suhu dalam lapisan tersebut. Udara yang telah dipaksa naik akan mengalami pendinginan yang selanjutnya memungkinkan terbentuknya awan.

e. Pembentukan Awan Kenaikan Lambat dan Luas

Awan juga terjadi oleh gerakan udara vertikal pada suatu daerah yang luas karena pengaruh suatu sistem arus udara yang sangat luas. Sistem tersebut adalah sistem tekanan rendah (depresi) dan sistem tekanan tinggi (antisiklon).

f. Pembentukan Awan di Daerah Front

Jika massa udara dingin bergerak menggantikan tempat massa udara panas disebut sebagai front dingin. Awan yang terbentuk di daerah front dingin berubah-ubah tergantung dari stabilitas dan kelembaban udara massa udara panas, demikian juga kecondongan permukaan front. Umumnya permukaan front dingin lebih terjal dari pada front panas.

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Awan

- a. Angin. Angin yang tinggi, terjadi evaporasi yang besar sehingga mempercepat terbentuknya awan.
- b. Tekanan udara. Dengan adanya pergerakan tekanan udara yang ditimbulkan maka akan mempengaruhi pergerakan awan.
- c. Kelembaban udara. Semakin tinggi kelembaban udara, awan akan terlihat semakin mendung.
- d. Wujud Awan. Wujud atau bentuk awan sangat tergantung dari hal-hal berikut ini :
- e. Massa udara. Massa udara adalah sekelompok udara yang menghuni suatu daerah yang luas yang memiliki suhu, kelembaban, dan kerapatan yang sama. Massa udara dibagi menjadi 2 yaitu :

- 1) Massa udara labil: akan membentuk awan yang bertimbun-timbun, bergulung-gulung, dilihat seperti menara atau bunga kol. Misalnya awan Cumulus.
- 2) Massa udara yang stabilakan menyebabkan awan rata / datar, lembaran misalnya awan Stratus.

4. Suhu awan

- a. Awan panas dengan suhu lebih besar dari 0C contohnya awan Cumulus.
- b. Awan dingin dengan suhu lebih kecil dari 0C contohnya awan Stratus.
 - 1) Gerak udara
 - a) Jika di atas angin lemah dan di bawah kuat.
 - b) Jika di atas angin kuat dan di bawah lemah.
 - c) Jika angin pada umumnya lemah, baik di atas maupun di bawah dan kalau anginnya kuat, awan akan terberai atau hilang.

5. Jenis awan Berdasarkan Tinggi Basar Awan

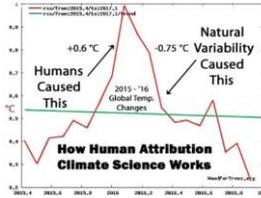
Awan dikaji berdasarkan ketinggiannya, ada juga awan yang tumbuh vertikal ke atas, dan awan-awan tambahan, baik dari sebab yang lain maupun yang menempel pada awan tertentu.

a. High level cloud (Ch)

Ketinggiannya lebih besar dari 6000m atau lebih dari 20.000 feet. Suhu awan ini cukup dingin, kurang dari -80 C. Komposisi utamanya terdiri dari kristal-kristal es atau butir-butir salju, tipis dan berwarna putih. Pada saat matahari di bawah horizon akan tampak berwarna-warni yang sangat indah.

b. Medium level cloud (Cm)

Ketinggian jenis awan ini antara 2.000-8.000 meter atau 6.500-20.000 feet. Awan ini lebih rendah dibandingkan high level cloud. Komposisi utamanya terdiri dari tetes-tetes air dan jika suhunya cukup dingin maka bias bercampur dengan butir-butir es dan hujan.



c. Low level cloud (Cl)

Ketinggiannya kurang dari atau sama dengan 2000 meter atau kurang dari atau sama dengan 6500 feet. Komposisi utamanya terdiri dari tetes-tetes air apabila suhunya tinggi.

d. Vertically Development cloud

Yang termasuk jenis ini adalah awan cumulus dan cumulus nimbus yang pembentukannya melalui arus konveksi atau pengangkatan secara frontal. Ketinggian puncak awan mendekati 12000 meter Atau lebih besar dari 39000 feet. Untuk awan Cb ketinggian bisa mencapai 15000 meter.

Kumpulan Awan yang tidak termasuk kelompok 1 dan 2

- 1) Awanyang terbentuk karena pengaruh keadaan benda-benda tersebut, misalnya : pesawat contrail, dataran tinggi atau gunung : awan orografik
- 2) Awan tambahan,yang menempel pada induknya, contoh : awan *mamatus (mamma), arkus,inkus*, dan lain-lain.

6. Jenis-jenis Awan

a. Kelompok Awan Tinggi

Kelompok awan tinggi yaitu yang berada di atas ketinggian 8.000 meter. Ada beberapa jenis awan yang berada pada kelompok ini salah satunya Cirrus, Cirrocumulus, Cirrostratus. Sering berbentuk seperti bulu dan kapas sehingga sangat mudah dikenali. Awan Cirrus (Ci) merupakan awan tertinggi dari kelompok ini yang berada pada ketinggian diatas 9.000 meter dpl, berbentuk sangat halus seperti benang sutra dan

mengandung kristal es sering terlihat apabila saat cuaca cerah. Awan Cirrocumulus (Ci-Cu) merupakan awan yang berada pada ketinggian antara 7.500 dpl hingga 9.000 meter, bentuk umum dari jenis ini seperti gumpalan bulu domba dan berwarna putih serta dapat terhimpun menjadi globuler. Awan Cirrostratus (Ci-St) merupakan jenis awan yang berada di ketinggian antara 6.000 hingga 7.500 meter dpl. Ciri-cirinya tipis dan putih seperti susu. Awan ini juga yang sering menghasilkan sebuah lingkaran (Halo) yang diyakini oleh sebagian orang sebagai tanda akan terjadinya angin topan atau badai.

b. Kelompok Awan Menengah

Kelompok awan ini terdiri dari 2 jenis awan yaitu Alto cumulus dan Altostratus. Jenis awan ini sering berada pada ketinggian antara 3.000 hingga 6.000 meter dari permukaan laut. Awan Alto cumulus (A-Cu) terletak pada ketinggian 4.000 meter hingga 6.000 meter. Awan jenis ini biasanya ciri-cirinya sering berbentuk seperti gumpalan bulu domba namun lebih tebal jika dibandingkan dengan awan Cirrocumulus. Berwarna kelabu hingga kebiru biruan. Awan Altostratus (A-St) adalah kelompok awan yang tingginya 3.000 hingga 4.000 meter, ciri-cirinya seperti lembaran kain rapat yang berwarna kelabu yang merupakan globuler horizontal dan awan Altostratus ini sering membentuk bayangan.

c. Kelompok Awan Rendah

Kelompok awan rendah sering berada pada ketinggian di bawah 3.000 meter. Jenis awan ini terbentuk dekat dengan permukaan bumi dan terdiri atas awan Stratocumulus, Nimbostratus dan Stratus. Stratocumulus (St-Cu) ciri-ciri awan ini bertumpuk dan berlapis sehingga sering terlihat berbentuk seperti gumpalan. Nimbostratus (Ni-St) adalah awan yang berada di ketinggian antara 1.000 hingga 1.500 meter dpl. Berbentuk globuler tebal dan

meluas kearah horizontal. Stratus (St) ciri-cirinya berwarna cenderung sama dan tebal dengan posisi paling rendah yakni dibawah 1.000 meter.

d. Awan yang Terjadi Karena Udara Naik

Kelompok awan ini merupakan awan yang terbentuk akibat proses pendinginan adiabatik uap air. Sering disebut sebagai awan hujan yang dapat menjulang tegas hingga kebatas lapisan Troposfer. Cumulus (Cu) adalah awan yang berada pada ketinggian 450 hingga 900 meter dan terbentuk dari masaa uap air yang menguap secara vertikal dan mengalami kodensasi. Cumulonimbus (Cu-Ni) adalah awan yang penyebab badai, jenis awan ini dapat berkembang dan menjulang tinggi dan padat seperti menara hingga menyentuh batas troposfer pada ketinggian 15.000 meter. Awan inilah yang paling banyak mengandung petir dan angin. Selain macam-macam awan di atas, kehadiran awan ternyata memiliki kegunaan bagi kehidupan manusia. Banyak sekali manfaat dan kegunaan yang dapat dinikmati oleh semua makhluk hidup.

7. Manfaat Awan bagi Manusia

a. Awan sebagai Indikator Cuaca dan Iklim

Keberadaan awan yang pertama sangatlah penting bagi manusia karena berguna untuk mengukur kondisi cuaca dan iklim di bumi. Tanpa awan, Badan Metreologi dan Geofisika (BMKG) akan kesulitan memetakan cuaca, sehingga tidak adan ada perkiraan cuaca. Selain itu, berguna untuk petunjuk arah angin, karena dengan melihat pergerakan awan, dapat mengetahui pasti ke mana arah angin bergerak dan seberapa kecepatannya.

b. Sebagai Pengatur Cuaca

Kandungan air yang banyak pada awan, juga bisa menjadi pengatur suhu dan cuaca melalui proses hujan.

c. Sumber Air Bagi Bumi

Adanya hujan, maka air akan segera terserap kembali ke bumi dan akan dikembalikan dalam bentuk mata air.

d. Pemantul Radiasi Matahari

Tidak semua radiasi surya dapat terpantul oleh atmosfer, terkadang radiasi sinar ultraviolet masuk ke bumi. Nah, dengan adanya awan, radiasi yang sempat lolos tersebut langsung dipantulkan kembali ke luar angkasa.

B. Angin

Angin adalah udara yang bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan rendah atau dari suhu udara yang rendah ke suhu udara yang tinggi. Pada suatu wilayah yang menerima energi panas matahari lebih besar akan mempunyai suhu udara yang lebih panas dan tekanan udara yang cenderung lebih rendah. Kondisi tersebut mengakibatkan perbedaan suhu dan tekanan udara, antara daerah yang menerima energi panas lebih besar dengan daerah lain yang lebih sedikit menerima energi panas. Akibatnya akan terjadi aliran udara pada wilayah tersebut. Udara yang mengalir inilah yang dinamakan angin. Besarnya kecepatan angin dapat diukur dengan alat yang disebut anemometer. Kecepatan angin dapat dibaca pada skala, arah, dan kecepataannya pada suatu saat, juga dapat diketahui melalui anemometer dan hasil catatannya disebut dengan anemogram. Angin yang berembus di sekitar terbagi menjadi beberapa jenis. Secara umum, angin dapat dibagi menjadi angin lokal dan angin musim.

1. Angin Darat dan Angin Laut

Angin darat dan angin laut terjadi akibat adanya perbedaan sifat antara daratan dan lautan dalam menyerap dan melepaskan energi panas matahari. Adanya angin darat terjadi karena energi panas yang diserap permukaan bumi sepanjang hari akan dilepaskan lebih cepat oleh daratan. Sementara itu, di lautan, energi panas sedang dalam proses

dilepaskan ke udara. Gerakan konvektif tersebut menyebabkan udara dingin dari daratan bergerak menggantikan udara yang naik di lautan sehingga terjadi aliran udara dari darat ke laut. Angin darat terjadi pada tengah malam dan dini hari.

Sedangkan angin laut terjadi saat daratan menyerap energi panas lebih cepat dari lautan sehingga suhu udara di darat lebih panas daripada di laut. Akibatnya, udara panas di daratan akan naik dan digantikan udara dingin dari lautan. Maka terjadilah aliran udara dari laut ke darat. Angin laut terjadi pada sore dan malam hari.

2. Angin Gunung dan Angin Lembah

Angin lembah terjadi ketika matahari terbit. Puncak gunung adalah daerah yang pertama kali mendapat panas dan selama proses tersebut, lereng gunung mendapat energi panas lebih banyak daripada lembah. Kondisi tersebut menyebabkan perbedaan suhu antara keduanya. Udara panas dari lereng gunung naik dan digantikan dengan udara dingin dari lembah. Akibatnya terjadi aliran udara dari lembah menuju gunung. Sedangkan pada sore hari lembah akan melepaskan energi panas dan puncak gunung yang telah mendingin akan mengalirkan udara ke lembah. Aliran udara tersebut dinamakan angin gunung.

3. Angin Ribut/Puyuh

Angin ribut/puyuh biasa juga dikenal dengan puting beliung, yaitu angin kencang yang datang secara tiba-tiba, mempunyai pusat, bergerak melingkar seperti spiral hingga menyentuh permukaan bumi dan punah dalam waktu singkat (3-5 menit). Kecepatan angin rata-ratanya berkisar antara 30-40 knots. Angin ini berasal dari awan Cumulonimbus (Cb), yaitu awan yang bergumpal berwarna abu-abu gelap dan menjulang tinggi. Puting beliung dapat terjadi di mana saja, baik di darat maupun di laut. Jika terjadi di laut, durasinya lebih lama daripada di darat.

Angin ini umumnya terjadi pada siang atau sore hari, terkadang pada malam hari dan lebih sering terjadi pada peralihan musim (pancaroba).

4. Angin Monsun

Angin monsun adalah angin yang berembus secara periodik (minimal tiga bulan) dan antara periode yang satu dengan yang lain polanya akan berlawanan. Angin monsun di Indonesia ada dua macam, yaitu:

- a. Angin Monsun Asia. Angin ini berhubungan dengan angin baratan, yaitu angin yang berasal dari daratan Asia menuju wilayah Indonesia, dengan membawa uap air lebih banyak dari biasanya. Ketika matahari berada di sebelah utara Katulistiwa, daerah di belahan bumi utara mempunyai suhu udara yang panas dengan tekanan udara cenderung rendah. Maka itu, arah pergerakan angin dari belahan bumi utara (daratan Asia) menuju belahan bumi selatan (daratan Australia).
- b. Angin Monsum Australia. Angin ini berhubungan dengan angin timur, yaitu angin yang berasal dari daratan Australia. Ketika matahari berada di belahan bumi selatan maka belahan Bumi selatan mempunyai suhu yang panas dan tekanan udara yang tinggi. Hal tersebut mengakibatkan pergerakan angin dari belahan bumi selatan (daratan Australia) menuju belahan bumi utara (daratan Asia).

5. Angin Topan (Badai Tropis)

Angin topan adalah angin yang berputar dengan skala yang lebih lama sekitar 3-7 hari. Angin tersebut selalu terjadi di laut dengan daya rusak mencapai ribuan km, Indonesia termasuk negara yang tidak akan pernah dilintasi angin tersebut. Kendati demikian, untuk wilayah yang dekat dengan angin topan akan merasakan dampak secara tidak langsungnya. Beberapa dampaknya, antara lain:

- a. Peningkatan kecepatan angin > 20 knots atau 37 km/jam.

- b. Gelombang tinggi > 2.5 m.
- c. Hujan lebat dan angin kencang pada radius 1000 km dari pusat badai.

C. Dampak Awan dan Angin

1. Manfaat Awan bagi Manusia

- a. Awan sebagai Indikator Cuaca dan Iklim

Keberadaan awan yang pertama sangatlah penting bagi manusia karena berguna untuk mengukur kondisi cuaca dan iklim di bumi. Tanpa awan, Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) akan kesulitan memetakan cuaca, sehingga tidak ada ada perkiraan cuaca. Selain itu, berguna untuk petunjuk arah angin, karena dengan melihat pergerakan awan, dapat mengetahui pasti ke mana arah angin bergerak dan seberapa kecepatannya.

- b. Sebagai Pengatur Cuaca

Kandungan air yang banyak pada awan, juga bisa menjadi pengatur suhu dan cuaca melalui proses hujan.

- c. Sumber Air Bagi Bumi

Adanya hujan, maka air akan segera terserap kembali ke bumi dan akan dikembalikan dalam bentuk mata air.

- d. Pemantul Radiasi Matahari

Tidak semua radiasi surya dapat terpantul oleh atmosfer, terkadang radiasi sinar ultraviolet masuk ke bumi. Nah, dengan adanya awan, radiasi yang sempat lolos tersebut langsung dipantulkan kembali ke luar angkasa.

2. Bahaya dari Awan

Beberapa manfaat awan tadi adalah bisa menjadi indikator penentu jadwal penerbangan. Kalau lapisan atmosfer dipenuhi dengan awan badai, maka biasanya terjadi penundaan, karena sebenarnya awan dapat mempengaruhi kinerja mesin pesawat, terlebih pada awan yang mengandung butiran-butiran es ukuran besar. Selain

itu, beberapa jenis awan terdapat banyak petir dan angin, sehingga hal ini sangat berbahaya.

Selain itu, longSORan angin pada awan badai juga sangat mengganggu keseimbangan pada pesawat. Oleh karena itu, ada beberapa macam-macam awan dan hujan yang dihindari oleh pilot. Biasanya pilot lebih memilih membelokkan arah pesawat atau menaikkan ketinggian, daripada berhadapan langsung dan menerobos gumpalan awan badai tersebut. Makanya, tidak sedikit kecelakaan udara sering terjadi karena disebabkan oleh gangguan awan badai.

a. Manfaat Angin :

- 1) Angin untuk menggerakkan perahu layar menelusuri nusantara, bahkan untuk menembus batas lintas negara, misalnya seperti Orang Buton.
- 2) Angin sebagai tenaga listrik pengganti bahan bakar diesel atau batubara, di negara Australia angin digunakan sebagai tenaga listrik pengganti bahan bakar diesel atau batubara.
- 3) Angin sangat untuk perjalanan para nelayan pulang dan pergi.
- 4) Angin berfungsi sebagai instrument untuk membantu take-off atau landing pesawat di landasan pacu bandara.
- 5) Angin juga bermanfaat untuk menghilangkan rasa panas dan gerah. seperti pada alat kipas angin.
- 6) Selain bermanfaat angin juga dapat menimbulkan masalah. Angin yang sering menimbulkan

b. kerusakan menurut kriteria kecepatan antara lain :

- 1) Angin Puting Beliung adalah angin yang berputar dalam waktu yang sangat singkat sekitar 3 sampai 5 menit, sering terjadi di darat dengan radius sekitar 5 - 10 km. Angin puting beliung dapat membuat atap - atap rumah semi permanen berterbangan dan dapat membuat pohon tumbang. Agar terhindar dari

terjangan angin puting beliung perlu di ambil langkah antisipatif berikut :

- a) Menebang dahan - dahan dari pohon yang rimbun dan tinggi untuk mengurangi beban berat pada pohon tersebut.
 - b) Memperkuat atap rumah yang sudah rapuh
 - c) Cepat berlindung atau menjauh dari tempat kejadian, bila mengetahui adanya indikasi akan terjadi puting beliung.
- 2) Angin Topan (Badai Tropis) adalah angin yang berputar dengan skala yang lebih lama sekitar 3 - 7 hari, selalu terjadi di laut dengan daya rusak mencapai ribuan km, Indonesia termasuk negara yang tidak akan pernah dilintasi angin tersebut, namun demikian untuk wilayah yang dekat dengan angin topan akan merasakan dampak tidak langsungnya, antara lain:
- a) Peningkatan kecepatan angin > 20 knots atau 37 km/jam
 - b) Gelombang tinggi > 2.5 m
 - c) Hujan lebat dan angin kencang pada radius 1000 km dari pusat badai

BAB V

CUACA, IKLIM, MUSIM

A. Cuaca

1. Pengertian Cuaca

Cuaca dan iklim adalah dua istilah yang cukup umum dipakai dalam perbincangan sehari-hari. Cuaca mengacu pada lapisan udara (atmosfer) disuatu daerah/wilayah dalam jangka waktu relatif pendek. Hal ini sedikit berbeda dengan iklim yang meliputi wilayah lebih lama. Kondisi atmosfer yang merupakan unsur cuaca terutama adalah komponen gejala alam yang dapat memengaruhi aktivitas manusia, seperti sinar matahari, awan, angin, hujan, kelembapan, tekanan dan suhu. Beberapa definisi cuaca adalah :

- a. Keadaan atmosfer secara keseluruhan pada suatu saat termasuk perubahan, perkembangan dan menghilangnya suatu fenomena (World Climate Conference, 1979).
- b. Keadaan variable atmosfer secara keseluruhan disuatu tempat dalam selang waktu yang pendek (Glen T. Trewartha, 1980).
- c. Keadaan atmosfer yang dinyatakan dengan nilai berbagai parameter, antara lain suhu, tekanan, angin, kelembapan dan berbagai fenomena hujan, disuatu tempat atau wilayah selama kurun waktu yang pendek (menit, jam, hari, bulan, musim, tahun) (Gibbs, 1987).

Cuaca adalah keadaan udara di suatu wilayah tertentu dalam jangka waktu yang relatif sempit. Cuaca juga dapat diartikan sebagai keadaan udara harian pada tempat tertentu, dan bisa berubah setiap harinya. Cuaca dipengaruhi oleh seluruh fenomena dan unsur-unsur yang terjadi di atmosfer bumi. Banyak yang menyamakan cuaca

dengan iklim, tetapi sebenarnya mereka berbeda, iklim adalah merupakan kondisi rata-rata cuaca (waktunya lebih lama dan wilayahnya lebih luas). Cuaca adalah keadaan dinamika udara di atmosfer pada waktu dan tempat tertentu. Cuaca umumnya dapat diungkapkan atau dinyatakan dengan kondisi hujan, suhu udara, jumlah tutupan awan, penguapan, kelembaban, dan kecepatan angin di suatu tempat dari hari ke hari. Kurun waktu yang sering digunakan dalam analisa cuaca adalah satu hari sampai satu minggu

2. Unsur-Unsur Cuaca dan Iklim

a. Sinar matahari

Sinar matahari yang dipancarkan ke bumi hanya sedikit diserap oleh lapisan atmosfer. Sebagian besar sinar matahari langsung diterima permukaan bumi, baru kemudian dipantulkan kembali sebagian ke atmosfer. Hal ini yang menyebabkan suhu di lapisan atmosfer bawah (troposfer) paling tinggi dibagian yang dekat dengan permukaan bumi dan semakin rendah seiring dengan naiknya ketinggian.

b. Awan

Awan adalah uap air yang terkondensasi dan di dalam atmosfer membentuk titik-titik air atau kristal es. Berdasarkan bentuknya awan dikelompokkan menjadi:

- 1) Cumulus, berbentuk gumpalan berukuran besar sampai beriak kecil.
- 2) Stratus, berbentuk tabir berlapis-lapis ratamenutupi langit.
- 3) Cirrus, berbentuk garis-garis.

Berdasarkan ketinggiannya, awan dapat dikelompokkan sesuai dengan yang berlaku internasional, yaitu:

- 1) Awan tinggi (>6000 m)

- 2) Awan sedang (2000-6000 m)
- 3) Awan rendah(0-2000 m)
- 4) Awan dengan susunan vertikal (batas bawahnya 500-2000 m dan puncaknya sampai 10000 m)

c. Hujan

Hujan merupakan hasil kondensasi uap air yang terus berlangsung di udara. Titiktitik air yang membentuk awan akan bergabung membentuk partikel yang lebih besar kemudian jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan. Titik air hujan pada umumnya berjari-jari antara 0,3-3mm, sedangkan pada hujan rintik-rintik berjari-jari antara 0,04-0,3mm. Selain hujan yang berupa cairan, ada pula hujan yang berupa padatan yaitu hujan salju dan hujan es. Hal ini terjadi karena uap air langsung menjadi padat berbentuk kristal, apabila terjadi pada suhu -15°C sampai -20°C . Proses itu dinamakan sublimasi. Curah hujan dapat diukur. Jika semua angka pengukuran dijumlahkan selama satu bulan distasiun meteorologi, maka diperoleh curah hujan bulanan. Jika dilanjutkan sampai setahun maka diperoleh data curah hujan tahunan.

d. Angin

Angin adalah gerakan udara yang terjaddiatas permukaan bumi. Pada umumnya angin bergerak horizontal, namun dalam meteorologi ditemukan juga angin yang bergerak vertikal atau miring mengikuti lereng. Penyebab terjadinya angin adalah perbedaan tekanan udara di dua wilayah yang berdekatan. Angin bersifat meratakan/menyeimbangkan tekanan udara. Semakin besar perbedaan tekanan udara, semakin kencang aliran angin. Rotasi bumi menyebabkan timbulnya gaya yang memengaruhi arah pergerakan angin. Angin sangat bermanfaat bagi kelangsungan hidup makhluk hidup,dari manusia hingga tumbuhan.

e. Kelembapan udara

Kelembapan udara dinamakan juga kelengasan atau kebasahan udara, yaitu kandungan uap air dalam udara. Semakin rendah kandungan uap air, udara akan semakin rendah. Daerah tropis seperti Indonesia memiliki kandungan uap air yang tinggi sehingga udara terasa lembab. Daerah gurun atau padang pasir yang sangat kering memiliki kandungan uap air yang sangat rendah. Uap air di udara merupakan hasil penguapan air di permukaan bumi, air tanah, atau air yang ada pada tumbuhan. Kandungan uap air di udara berubah-ubah. Uap air yang ada di atmosfer berasal dari siklus hidrologi sehingga jumlah air di suatu daerah akan memengaruhi jumlah uap air di daerah tersebut. Tekanan dan suhu juga dapat memengaruhi kandungan uap air udara.

f. Suhu udara

Suhu udara dipengaruhi oleh penyinaran matahari. Suhu udara memengaruhi kemampuan udara menahan uap air. Semakin rendah suhu udara, kemampuan menahan uap air juga menurun. Misalnya, jika pada suhu 30°C udara di suatu area mengandung 25 g uap air/m³, kemudian suhu udara turun sampai 20°C, uap air yang 25 g/m³ itu telah melebihi batas maksimum. Hal ini menyebabkan udara menjadi jenuh uap air. Pada saat udara mencapai batas maksimum uap air, pengembunan mulai terjadi. Mula-mula terbentuk awan atau kabut, kemudian turun hujan. Oleh karena itu, penurunan suhu udara dapat menyebabkan turun hujan. g. Tekanan udara Udara memberikan tekanan yang cukup besar pada permukaan bumi, yaitu sekitar 1 kg untuk setiap luas bidang 1 cm². Tekanan ini berasal dari berat partikel-partikel udara yang menyusun atmosfer sampai ketinggian beratus-ratus kilometer dari permukaan bumi. Tekanan udara standar besarnya adalah

1 atm atau sama dengan 1,013 bar. Alat pengukur tekanan udara adalah barometer yang terdiri atas dua jenis, yaitu barometer raksa dan barometer raksa.

Udara cenderung bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah untuk mencapai keseimbangan. Tekanan udara yang sangat rendah dapat menghasilkan badai dan topan. Sebaliknya, daerah yang bertekanan udara tinggi cenderung menghasilkan cuaca yang kering dan tidak berawan. Hal ini disebabkan udara di daerah bertekanan tinggi bergerak turun sehingga menghangat, mengakibatkan titik air di udara mengalami penguapan sehingga tidak membentuk awan.

3. Klasifikasi Cuaca

Cuaca dapat di klasifikasikan menjadi beberapa macam jenis, antara lain sebagai berikut

a. Cuaca Cerah



Cuaca dikatakan cerah ketika langit dalam kondisi terang, sinar matahari jernih dan terang tetapi tidak begitu panas, biasanya tampak awan berlapis tipis seperti bulu domba. Angin bertiup tidak kencang. Pada saat siang hari awan ini terlihat putih bersih namun ketika menjelang malam awan akan terlihat kemerahan atau kuning. Saat malam hari dapat terlihat banyak bintang di langit.

b. Cuaca Panas



Udara terasa kering karena tidak terdapat banyak uap air di dalamnya. Sinar matahari terasa sangat panas dan menusuk ketika tengah hari.

c. Cuaca Berawan



Cuaca berawan identik dengan jumlah awan yang terlihat lebih banyak di langit. Beberapa awan dapat mengggerombol menjadi satu, membentuk awan yang besar dan tebal. Cahaya matahari tidak terasa terlalu panas karena terjadi penyerapan yang lebih banyak oleh awan.

d. Cuaca Hujan

Sesuai dengan namanya, cuaca hujan ditandai dengan adanya hujan (jatuhnya air dari atmosfer ke permukaan bumi).



Pada cuaca hujan tentu saja udara akan menjadi lebih lembab karena udara akan mengandung lebih banyak uap air. Hujan yang lebat biasanya disertai dengan angin kencang dan kilat.

e. Cuaca Sejuk (Dingin)



Cuaca sejuk ditandai dengan temperatur yang terasa lebih dingin, angin bertiup lumayan kencang dan humiditas udara tinggi.

f. Cuaca Berangin



Cuaca berangin identik dengan pergerakan udara dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah secara cepat. Pada keadaan ini biasanya langit tampak agak berawan, suhu lumayan rendah dan angin bertiup kencang sehingga menerbangkan benda-benda ringan yang dilaluinya. Jika angin yang bertiup sangat kencang maka bisa saja terjadi badai

4. Gejala-Gejala Cuaca

a. Kabut

Dalam hal ini kabut dapat diartikan sebagai lapisan awan yang tipis dan berdekatan dengan permukaan tanah atau laut. Kabut dapat dibedakan atas kabut adveksi dan kabut radiasi.

- 1) Kabut adveksi; terjadi apabila udara panas dari tanah dilepaskan melalui lapisan udara yang bertemperatur di bawah titik embun. Jadi, merupakan pergerakan udara panas di atas udara dengan salju.
- 2) Kabut radiasi; terjadi pada malam hari ketika temperatur udara turun dan cuaca menjadi dingin sampai di bawah titik embun.

b. Petir

Petir adalah kilatan listrik di udara disertai bunyi gemuruh karena bertemunya awan bermuatan listrik positif dengan awan bermuatan listrik negatif. Petir ini biasanya terjadi apabila akan turun hujan atau pada waktu malam.

c. Fatamorgana

Fatamorgana, yaitu jenis ilusi optik yang disebabkan pantulan cahaya oleh lapisan udara dengan temperatur yang berlainan dekat permukaan tanah. Fatamorgana sering terjadi di gurun atau di jalan beraspal, yang tampak seperti ada bayangan air. 4. Pelangi. Pelangi adalah spektrum sinar matahari yang diuraikan oleh titik-titik air di udara. Pelangi dapat dilihat jika kita membelakangi matahari dan di hadapan kita terjadi hujan. Terjadinya apabila seberkas sinar matahari mengenai titik air, kemudian mengalami pemantulan dan pembiasan maka diuraikan atas warna spektrum matahari.

5. Dampak Rumah Kaca

- a. Peningkatan selimut gas (terutama CO₂) menyebabkan suhu permukaan bumi bertambah panas yang disebut efek rumah kaca.
- b. Hal ini disebabkan karena gas-gas tersebut terkonsentrasi dan tertahan di atmosfer dan menahan sinar matahari dalam lapisan selimut gas tersebut.

B. Iklim

1. Pengertian Iklim

Iklim adalah Keadaan rata-rata cuaca yang terjadi pada suatu wilayah yang luas dan dalam kurun waktu yang lama (25- 30 tahun). Iklim adalah berubahnya kondisi fisik atmosfer bumi antara lain suhu dan distribusi curah hujan yang membawa dampak luas terhadap berbagai sektor kehidupan manusia. Perubahan fisik ini tidak terjadi secara sesaan tetapi dalam kurun waktu yang panjang (Kementerian Lingkungan Hidup, 2001).

Iklim adalah sintesis kejadian cuaca selama kurun waktu yang panjang, yang secara statistik cukup dapat dipakai untuk menunjukkan nilai statistik yang berbeda dengan keadaan pada setiap saatnya (World Climate

Conference, 1979). Iklim adalah konsep abstrak yang menyatakan kebiasaan cuaca dan unsur-unsur atmosfer disuatu daerah selama kurun waktu yang panjang (Glenn T. Trewartha, 1980).

2. Macam-Macam Iklim Di Indonesia

Iklim di Indonesia hampir seluruhnya tropis. Seragam air hangat yang membentuk 81% dari daerah di Indonesia memastikan bahwa suhu di darat tetap cukup konstan, dengan dataran pantai rata-rata 28 °C, daerah pedalaman dan gunung rata-rata 26 °C, dan daerah pegunungan yang lebih tinggi, 23 °C. Suhu bervariasi sedikit dari musim ke musim, dan Indonesia relatif mengalami sedikit perubahan pada panjang siang hari dari satu musim ke musim berikutnya, perbedaan antara hari terpanjang dan terpendek hari tahun ini hanya empat puluh delapan menit. Hal ini memungkinkan tanaman dapat tumbuh sepanjang tahun.

Variabel utama iklim di Indonesia tidak suhu atau tekanan udara, namun curah hujan. Daerah itu kelembaban relatif berkisar antara 70 dan 90%. Angin yang moderat dan umumnya dapat diprediksi, dengan musim hujan biasanya bertiup dari selatan dan timur pada bulan Juni hingga September dan dari barat laut pada bulan Desember sampai Maret. Topan dan badai skala besar menimbulkan bahaya sedikit untuk pelaut di perairan Indonesia; bahaya besar berasal dari arus deras di saluran.

Iklim yang di kenal di Indonesia ada tiga iklim antara lain terdiri dari iklim musim (muson), iklim panas (iklim tropika), dan iklim laut.

a. Iklim Musim (Iklim Muson)

Iklim Muson terjadi karena pengaruh angin musim yang bertiup berganti arah tiap-tiap setengah tahun sekali. Angin musim di Indonesia terdiri atas Musim Barat Daya dan Angin Musim Timur Laut.

1) Angin Musim Barat Daya.

Angin Musim Barat Daya adalah angin yang bertiup antara bulan Oktober sampai April sifatnya basah. Pada bulan-bulan tersebut, Indonesia mengalami musim penghujan.

2) Angin Musim Timur Laut.

Angin Musim Timur Laut adalah angin yang bertiup antara bulan April sampai Oktober, sifatnya kering. Akibatnya, pada bulan-bulan tersebut, Indonesia mengalami musim kemarau.

b. Iklim Panas (Iklim Tropika)



Indonesia terletak di sekitar garis khatulistiwa. Akibatnya, Indonesia termasuk daerah tropika (panas). Keadaan cuaca di Indonesia rata-rata panas mengakibatkan negara Indonesia beriklim tropika (panas), iklim ini berakibat banyak hujan yang disebut Hujan Naik Tropika. Sebuah iklim tropis adalah iklim yang tropis. Dalam klasifikasi iklim Köppen itu adalah non- kering iklim di mana semua dua belas bulan memiliki temperatur rata-rata di atas 18°C (64°F). Berbeda dengan ekstratropis, dimana terdapat variasi kuat dalam panjang hari, dan karenanya suhu, dengan musim, suhu tropis tetap relatif konstan sepanjang tahun dan variasi musiman yang didominasi oleh presipitasi. Iklim tropis terletak antara 0° - 23¹/₂° LU/LS dan hampir 40 % dari permukaan bumi. Ciri-ciri iklim tropis adalah sebagai berikut:

- 1) Suhu udara rata-rata tinggi, karena matahari selalu vertikal. Umumnya suhu udara antara 20 - 23°C.

Bahkan di beberapa tempat rata-rata suhu tahunannya mencapai 30°C.

- 2) Amplitudo suhu rata-rata tahunan kecil. Di kwatulistiwa antara 1 - 5°C, sedangkan ampitudo hariannya lebih besar.
- 3) Tekanan udaranya rendah dan perubahannya secara perlahan dan beraturan.
- 4) Hujan banyak dan lebih banyak dari daerah-daerah lain di dunia .

c. Iklim Laut.



Negara Indonesia adalah negara kepulauan. Sebagian besar tanah daratan Indonesia dikelilingi oleh laut atau samudra. Itulah sebabnya di Indonesia terdapat Iklim Laut. Sifat iklim ini lembab dan banyak mendatangkan hujan. Iklim laut berada di daerah Tropis dan Sub Tropis. Ciri-ciri iklim Laut di daerah Tropis dan Sub Tropis sampai garis lintang 40°, yaitu:

- 1) Suhu rata-rata tahunan rendah
- 2) Amplitudo suhu harian rendah/kecil
- 3) Banyak awan
- 4) Sering hujan lebat disertai badai
- 5) Ciri-ciri iklim Laut di daerah Sedang, yaitu:
- 6) Amplituda suhu harian dan tahunan kecil
- 7) Banyak awan
- 8) Banyak hujan di musim dingin dan umumnya hujan rintik-rintik
- 9) Pergantian antara musim panas dan dingin terjadi tidak mendadak dan tiba-tiba

Wilayah Indonesia terletak di daerah tropis yang dilintasi oleh garis Khatulistiwa, sehingga dalam setahun matahari melintasi ekuator sebanyak dua kali. Matahari tepat berada di ekuator setiap tanggal 23 Maret dan 22 September. Sekitar April-September, matahari berada di utara ekuator dan pada Oktober-Maret matahari berada di selatan. Pergeseran posisi matahari setiap tahunnya menyebabkan sebagian besar wilayah Indonesia mempunyai dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada saat matahari berada di utara ekuator, sebagian wilayah Indonesia mengalami musim kemarau, sedangkan saat matahari ada di selatan, sebagian besar wilayah Indonesia mengalami musim penghujan.

Unsur iklim yang sering dan menarik untuk dikaji di Indonesia adalah curah hujan, karena tidak semua wilayah Indonesia mempunyai pola hujan yang sama. Diantaranya ada yang mempunyai pola musonal, ekuatorial dan lokal. Pola hujan tersebut dapat diuraikan berdasarkan pola masing-masing. Distribusi hujan bulanan dengan pola monsun adalah adanya satu kali hujan minimum. Hujan minimum terjadi saat monsun timur sedangkan saat monsun barat terjadi hujan yang berlimpah. Monsun timur terjadi pada bulan Juni, Juli dan Agustus yaitu saat matahari berada di garis balik utara. Oleh karena matahari berada di garis balik utara maka udara di atas benua Asia mengalami pemanasan yang intensif sehingga Asia mengalami tekanan rendah. Berkebalikan dengan kondisi tersebut di belahan selatan tidak mengalami pemanasan intensif sehingga udara di atas benua Australia mengalami tekanan tinggi. Akibat perbedaan tekanan di kedua benua tersebut maka angin bertiup dari tekanan tinggi (Australia) ke tekanan rendah (Asia) yaitu udara bergerak di atas laut yang jaraknya pendek sehingga uap air yang dibawanya pun sedikit.

3. Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Iklim Di Indonesia

a. Faktor Alami

1) Pada Skala Global (bumi secara keseluruhan)

Kepulauan Indonesia dikelilingi oleh dua samudra yaitu samudera hindia dan samudera pasifik dan berbatasan dengan dua benua yaitu benua austrialia dan benua asia.

2) Pada Skala Regional

Kepulauan Indonesia terdiri atas lima pulau besar dan ribuan pulau kecil, dikelilingi dan diantairai oleh laut-laut dan selat-selat.

3) Pada Skala Lokal

Gunung-gunung yang menjulang tinggi besar pengaruhnya atas penyebaran curah hujan dan suhu. Iklim dapat dipengaruhi oleh pegunungan. Pegunungan menerima curah hujan lebih dari daerah dataran rendah karena suhu di atas gunung lebih rendah daripada suhu di permukaan laut.

b. Faktor Buatan

Pohon-pohon ditebang untuk menyediakan kayu untuk api. Pohon mengambil karbondioksida dan menghasilkan oksigen. Penurunan pohon karena itu akan telah meningkatkan jumlah karbon dioksida di atmosfer. Revolusi Industri, mulai pada akhir abad 19, telah memiliki pengaruh yang besar pada iklim.. Penemuan motor mesin dan meningkatkan pembakaran bahan bakar fosil telah meningkatkan jumlah karbon dioksida di atmosfer Jumlah pohon yang ditebang juga meningkat, yang berarti bahwa karbondioksida dihasilkan ekstra tidak dapat diubah menjadi oksigen.

4. Faktor-Faktor Yang Dipengaruhi Oleh Iklim Di Indonesia

a. Suhu Udara

Karena posisi Indonesia terletak pada lintang yang rendah, maka Indonesia memiliki suhu rata-rata tahunan

yang tinggi yaitu kurang lebih 26 °C. suhu udara di pengaruhi oleh iklim karena suhu yang tinggi akan mengakibatkan banyak penguapan apalagi dilihat dari letak geografis Indonesia, memungkinkan adanya penguapan yang besar, oleh karena itu pada musim kemarau kadang-kadang juga masih banyak hujan. Dengan demikian tidak ada batas yang jelas antara musim kemarau dan musim penghujan.

b. Kelembaban Udara

Kelembaban udara ialah keadaan fisik atmosfer dalam hubungannya dengan uap air. Dalam kaitannya dengan air yang selalu terdapat dalam atmosfer, berupa uap (gas), butir-butir air atau es yang melayang-layang (awan, kabut). Jumlahnya sekitar 2% dari massa seluruh atmosfer. Tetapi jumlah ini tidak tetap dan berkisar antara hampir 0% - 5%. Sebagai Negara kepulauan yang memiliki laut yang luas, iklim tropis dan suhu yang tinggi, maka penguapan di Indonesia sangat banyak sehingga kelembaban udara selalu tinggi.

c. Curah Hujan

Sebagai Negara kepulauan yang memiliki laut yang luas, iklim tropis dan suhu yang tinggi, maka penguapan di Indonesia sangat banyak sehingga kelembaban udara selalu tinggi. Kelembaban udara yang tinggi inilah yang akan menyebabkan curah hujan yang tinggi pula. Meskipun demikian, banyaknya curah hujan di Indonesia juga dipengaruhi oleh beberapa factor. Diantaranya yaitu:

- 1) Letak daerah konvergensi antartropis
- 2) Bentuk medan dan arah lereng medan
- 3) Arah angin yang sejajar dengan pantai • Jarak perjalanan angin di atas medan datar
- 4) Posisi geografis daerahnya.

Rata-rata curah hujan di Indonesia tergolong tinggi, yaitu lebih dari 2000 mm/tahun. Daerah yang paling tinggi curah hujannya yaitu daerah baturaden di lereng gunung slamet dengan rata-rata curah hujan kurang lebih 589 mm/bulan. Daerah yang paling kering adalah daerah palu, Sulawesi tengah dengan curah hujan rata-rata kurang lebih 45,5 mm/bulan.

5. Kerugian dan Keuntungan Iklim Di Indonesia

a. Kerugian Iklim di Indonesia:

Terjadinya bencana yang sering terjadi di Indonesia akibat perubahan iklim. Contohnya seperti musim hujan tanpa henti mengakibatkan banjir pada perkotaan dan tanah lonsor pada lereng yang gundul. Bila terjadi musim kemarau berkepanjangan maka terjadi kekeringan pada suatu daerah. Yang lebih penting tentang perubahan iklim yang mengakibatkan pemanasan global dan mencairnya es di kutub yang mengakibatkan pulau-pulau kecil tenggelam.

b. Keuntungan Iklim di Indonesia:

Indonesia sangat diuntungkan dengan iklim tropisnya. Bagai permata dunia, banyak negara yang iri dengan apa yang kita miliki. Matahari menyinari selama kurang lebih 12 jam per harinya. Ribuan jenis flora dan fauna dapat tumbuh dan berkembang dengan baik di negara tercinta ini. Berbagai macam jenis kayu yang dapat kita manfaatkan dengan bijak, salah satunya untuk material bangun rumah. Selain itu jenis material lain juga sangat beragam, sehingga memudahkan kita untuk menciptakan hunian yang nyaman, sesuai keinginan, dan tentunya menarik dari segi fasanya. Dengan adanya sinar matahari yang cukup banyak dapat kita terima, sebenarnya dapat kita manfaatkan secara maksimal untuk sumber pencahayaan alami dalam bangunan sehingga kita dapat menghemat pemakaian listrik. Tetapi

apabila tidak di rencanakan dengan baik, bukan tidak mungkin sumber pencahayaan alami yang paling utama ini dapat merepotkan anda. Salah satu yang merepotkan dalam rumah adalah silau. Silau ini dapat diakibatkan oleh pantulan sinar matahari yang menimpa material bangunan yang memiliki tingkat reflektifitas cukup tinggi, misalnya keramik, marmer, air.

6. Kondisi Perubahan Iklim Di Indonesia

Pada saat yang sama, Indonesia beresiko mengalami kerugian yang signifikan karena perubahan iklim. Karena keberadaannya sebagai negara kepulauan, Indonesia sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim. Kekeringan yang semakin panjang, frekuensi peristiwa cuaca ekstrem yang semakin sering, dan curah hujan tinggi yang berujung pada bahaya banjir besar, semuanya merupakan contoh dari dampak perubahan iklim. Terendamnya sebagian daratan negara, seperti yang terjadi di Teluk Jakarta, telah mulai terjadi. Pada gilirannya, hal ini akan membawa efek yang merugikan bagi sektor pertanian, perikanan dan kehutanan, sehingga berujung kepada terciptanya ancaman atas ketersediaan pangan dan penghidupan di Indonesia.

Pemanasan global akan meningkatkan temperatur, mempendek musim hujan, dan meningkatkan intensitas curah hujan. Kondisi ini dapat mengubah kondisi air dan kelembaban tanah yang akhirnya akan memengaruhi sektor pertanian dan ketersediaan pangan. Perubahan iklim dapat menurunkan tingkat kesuburan tanah sebesar 2-8 %, sehingga menurunkan hasil panen beras.

Pemanasan global juga akan menaikkan level permukaan air laut, sehingga menggenangi daerah pesisir produktif yang sekarang digunakan sebagai lahan pertanian. Tak hanya itu, perubahan iklim juga akan meningkatkan dampak buruk dari wabah penyakit yang ditularkan melalui air atau vektor lain seperti nyamuk. Pada akhir dekade 1990an, El Nino dan La Nina diasosiasikan

dengan wabah malaria dan DBD. Akibat dari meningkatnya temperatur, malaria kini juga mengancam daerah yang sebelumnya tak tersentuh karena suhu dingin, seperti dataran tinggi Irian Jaya (2013m di atas permukaan laut) pada tahun 1997 (Climate Hotmap).

Problem kesehatan lainnya juga dapat diperparah karena perubahan iklim. Contohnya, manusia dengan penurunan fungsi jantung sangat mungkin menjadi lebih rentan dalam cuaca yang panas karena mereka membutuhkan energi lebih untuk mendinginkan tubuh mereka. Suhu panas juga dapat mencetuskan masalah pernapasan. Konsentrasi zat ozon di level permukaan tanah akan meningkat karena pemanasan suhu. Ini akan menyebabkan kerusakan pada jaringan paru-paru manusia.

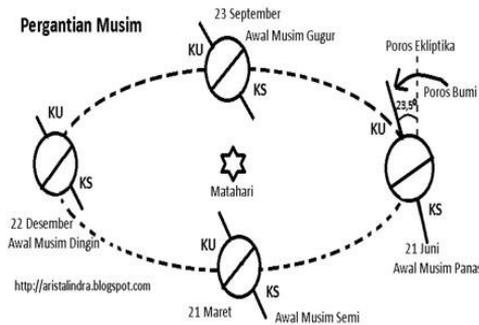
C. Musim

1. Pengertian Musim

.Menurut kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) musim adalah waktu tertentu yang bertalian dengan keadaan iklim. Di Indonesia sendiri terdapat dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Dalam pengertian yang lain musim dapat di jelaskan sebagai bilangan waktu tertentu bisa 3 bulan, 4 bulan, dan sebagainya ketika terjadi suatu ciri-ciri alam.

Musim adalah pembagian waktu dalam setahun yang ditentukan oleh adanya perubahan cuaca, ekologi, dan durasi penyinaran Matahari. Penyebab terbentuknya musim adalah karena Bumi mengelilingi Matahari dan melakukan rotasi pada porosnya. Kemiringan rotasi Bumi ini mencapai 23,5 derajat dari sumbu tegak lurusnya Negara-negara yang terletak jauh dari garis khatulistiwa mempunyai empat musim yaitu musim panas, musim gugur, musim dingin, dan musim semi. Sedangkan negaranegara yang berada dekat dengan garis khatulistiwa memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Ciri khas dari musim ialah adanya kondisi cuaca yang paling sering terjadi dalam

rentang waktu tertentu. Tiap musim dikenali melalui kondisi cuaca yang terjadi. Penamaan musim sesuai keadaannya dapat diamati pada musim hujan, musim kemarau, musim dingin, dan musim panas. Rentang waktu pada musim hujan diisi oleh cuaca hujan. Musim kemarau memiliki rentang waktu yang dilalui dengan kemarau. Musim dingin memiliki rentang waktu dengan suhu udara yang selalu rendah. Sedangkan musim panas memiliki rentang waktu dengan suhu udara yang selalu tinggi.



Dari bulan Oktober sampai Maret, wilayah Indonesia bagian utara khatulistiwa mengalami musim hujan dan bagian selatan musim kering, dan sebaliknya dari bulan April sampai September. (Garis khatulistiwa adalah garis khayal yang membagi Bumi sama bagian antara utara dan selatan. Garis khatulistiwa berbeda dengan garis edar Matahari.)

Daerah di sekitar khatulistiwa (23,5 LU - 23,5 LS) disebut daerah tropis, iklimnya disebut iklim tropis yaitu memiliki dua musim dengan kelembapan udara paling cocok untuk banyak jenis makhluk hidup. Wilayah yang jauh dari garis khatulistiwa memiliki musim lebih banyak. Benua Eropa, Amerika Utara, dan Selatan, dan Australia misalnya memiliki empat musim, yakni panas (summer), gugur (autumn), dingin (winter), dan semi (spring). Banyak yang menduga bahwa musim-musim terjadi karena orbit Bumi mengelilingi Matahari yang berbentuk elips: saat

posisi terjauh, maka Bumi dingin, dan sebaliknya.

Walau Bumi sudah berotasi penuh (24 jam), kutub utara tidak akan menerima sinar Matahari sehingga selalu malam, sedangkan kutub selatan menerima sinar Matahari terus sehingga selalu siang. Kondisi ini akan berlaku sampai enam bulan, saat posisi Bumi di sebelah kanan Matahari. Inilah penjelasan kenapa di kutub pergantian siang dan malam adalah sekali dalam enam bulan.

Ini juga menjelaskan bagaimana pada musim panas siang hari lebih lama daripada malam hari (atau sebaliknya pada musim dingin). Lebih detail lagi, pada tanggal 21 Juni bagian utara mengalami siang hari terpanjang (sebaliknya bagian selatan siang hari terpendek); 21 Maret dan 22 September Matahari tepat berada di garis khatulistiwa sehingga lama siang hari benar-benar sama dengan lama malam hari di semua wilayah Bumi; dan 21 Desember bagian utara mengalami siang hari terpendek (sebaliknya bagian selatan siang hari terpanjang). Keempat hari itu adalah terkait dengan empat musim yang ada di Bumi.

2. Jenis-Jenis Musim

a. Musim Semi



Di belahan utara bumi, musim semi dimulai sekitar tanggal 21 Maret hingga 21 Juni, sementara di belahan selatan bumi musim semi dimulai sekitar tanggal 23 September hingga 21 Desember. Ciri-Ciri musim semi:

- 1) Suhu saat musim semi berkisar 40% dingin dan 60% panas.

- 2) Adanya tunas-tunas baru pada tumbuh-tumbuhan.
- 3) Hewan-hewan mulai keluar karena sudah selesai melakukan hibernasi.
- 4) Setelah musim dingin berakhir, burung-burung akan kembali ke habitat asalnya.
- 5) Akan ada banyak sekali bunga yang bermekaran.

Cuaca musim semi dapat sangat bervariasi. Ada saat dimana hari menjadi sangat dingin untuk turun salju dan saat dimana hari menjadi cukup hangat untuk duduk di luar menikmati sinar matahari. Musim semi juga dapat menjadi sangat berangin.

b. Musim Panas



Di belahan utara bumi, musim panas dimulai sekitar tanggal 21 Juni hingga 23 September, sementara di belahan selatan bumi musim panas dimulai sekitar tanggal 21 Desember hingga 21 Maret. Ciri-ciri terjadinya musim Panas ialah:

- 1) Daun-daun pada tumbuhan mulai layu dan kering
- 2) Suhu musim panas terdiri dari 80% suhu panas dan 20% suhu dingin
- 3) Cocok untuk berjemur
- 4) Hewan-hewan sibuk mencari makan atau berburu.

Musim panas adalah salah satu musim di negara berhawa sedang. Tergantung letak sebuah negara, musim panas dapat terjadi pada waktu yang berbeda-beda.

c. Musim Gugur:



Di belahan utara bumi, musim gugur dimulai sekitar tanggal 23 September hingga 21 Desember, sementara di belahan selatan bumi musim gugur dimulai sekitar tanggal 21 Maret hingga 21 Juni. Ciri-ciri terjadinya musim Gugur ialah:

- 1) Tumbuhan-tumbuhan mulai merontokkan daunnya.
- 2) Suhu pada musim gugur berkisar 40% panas dan 60% dingin.
- 3) Hewan-hewan menyimpan cadangan makanan untuk menghadapi musim dingin yang akan datang.
- 4) Burung-burung akan bermigrasi ke daerah yang lebih hangat.
- 5) Daun-daun pada musim gugur akan berubah menjadi warna kuning.

Musim gugur adalah salah satu dari empat musim di daerah beriklim sedang, masa peralihan dari musim panas ke musim dingin. Dalam zona beriklim sedang, musim gugur adalah musim di mana kebanyakan tumbuhan dipanen atau ditunai, dan pohon deciduous

melepas daun-daun mereka. Dia juga merupakan musim di mana hari-hari bertambah pendek dan dingin (terutama di latituda utara), dan peningkatan presipitasi di beberapa bagian dunia.

d. Musim Dingin



Di belahan utara bumi, musim dingin dimulai sekitar tanggal 21 Desember hingga 21 Maret, sementara di belahan selatan bumi musim dingin dimulai sekitar tanggal 21 Juni hingga 23 September. Ciri-ciri terjadinya musim dingin ialah:

- 1) Adanya salju yang turun membuat tumbuhan mulai mengalami kerontokan.
- 2) Banyak hewan-hewan akan berlindung di sarangnya untuk melakukan hibernasi.
- 3) Adanya badai salju.
- 4) Turunnya salju.
- 5) Suhu saat musim dingin terdiri dari 20% panas dan 80% dingin.

Fenomena yang terkadang terjadi dimusim dingin ialah terjadinya Aurora di langit-langit. Musim dingin atau musim salju ialah saat paling dingin di bumi. Merupakan salah satu dari 4 musim di negeri-negeri yang beriklim subtropis dan sedang.

e. Musim Kemarau



Musim kemarau atau musim kering adalah musim di daerah tropis yang dipengaruhi oleh sistem muson. Wilayah tropika di Asia Tenggara dan Asia Selatan, Australia bagian timur laut, Afrika, dan sebagian Amerika Selatan mengalami musim ini.

Ciri-ciri musim kemarau:

- 1) Sinar matahari pada siang hari terasa terik dan panas karena tidak adanya awan yang menutupi.
- 2) Turunnya curah hujan di bawah dari 60 mm perbulan atau 20 mm per dasarian secara berkala. Bahkan, lebih parahnya, musim kemarau bisa membuat suatu daerah sama sekali tidak turun hujan.
- 3) Adanya retakan pada tanah karena terus menerus mengering.
- 4) Sulit menemukan tumbuhan yang tumbuh subur.
- 5) Sumber air bersih banyak yang sudah mengering.

f. Musim Hujan



Musim hujan atau musim basah adalah musim dengan ciri meningkatnya curah hujan di suatu wilayah dibandingkan biasanya dalam jangka waktu tertentu secara tetap. Musim hujan hanya dikenal di wilayah dengan iklim tropis. Secara teknis meteorologi, musim hujan dianggap mulai terjadi apabila curah hujan dalam tigadasarian berturut-turut telah melebihi 100 mm per meter persegi per dasarian dan berlanjut terus. Apabila hal ini belum terpenuhi namun curah hujan telah tinggi kondisinya dianggap sebagai peralihan musim (pancaroba). Ciri-ciri musim hujan:

- 1) Intensitas hujan yang turun menjadi lebih sering.
- 2) Matahari lebih sering bersembunyi dibalik awan.
- 3) Langit yang mendung akan berlangsung lebih lama.
- 4) Permukaan tanah akan basah dan cenderung becek.
- 5) Sering terdengar suara halilintar.

3. Faktor Penyebab Terjadinya Perubahan Musim Di Indonesia

Perubahan musim di Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: a. Pergeseran semu matahari tahunan. Pada saat bumi berevolusi, sumbu bumi tidak tegak lurus terhadap bidang ekliptika, tetapi condong ke 66.5° , hal ini mengakibatkan posisi bumi terhadap matahari mengalami perbedaan. Pada 23 September sampai dengan 21 Maret kedudukan matahari berada di belahan bumi selatan dan kedudukan bumi posisinya lebih dekat ke matahari. Sehingga menyebabkan di belahan bumi bagian selatan mengalami musim panas dan siang hari lebih lama

daripada malam hari. Sedangkan, pada tanggal yang sama di belahan bumi bagian utara, seolah-olah berada pada posisi jauh dari matahari sehingga dengan sendirinya di utara mengalami musim dingin dan malam hari lebih panjang daripada siang hari. b. Letak lintang

Secara astronomis, Indonesia berada pada posisi garis lintang 6° LU - 11° LS. Karena berada pada posisi derajat seperti itu Indonesia berada di daerah tropis yang dilalui oleh garis khatulistiwa. Akibatnya, sudut datang sinar matahari selalu tinggi dengan titik kulminasi matahari terendah $54,5^{\circ}$, hal ini berakibat suhu udara rata-rata tinggi dengan tekanan udara rendah. Sehingga berhembuslah angin pasat dari daerah subtropika menuju daerah minimum ekuator. Di wilayah Indonesia bagian selatan ekuator berhembus angin pasat tenggara, sedangkan utara ekuator berhembus angin pasat timur laut yang bersifat basah karena banyak mengandung uap air.

D. Rotasi bumi

Bumi dari arah barat ke timur dengan cepat sehingga ber-pengaruh pada udara yang membelok ke kiri di belahan bumi bagian selatan dan ke kanan di belahan bumi bagian utara. Karena Indonesia berada di belahan bumi bagian utara dan di selatan gerakan angin yang diterima berbeda, angin yang berasal dari tenggara belahan bumi selatan akan berubah menjadi angin barat daya di belahan bumi utara, sedangkan yang berasal dari timur laut belahan bumi utara akan berubah menjadi angin pasat laut di belahan bumi selatan. Angin tenggara bersifat basah, dan angin barat bersifat kering.

1. Daerah bertekanan rendah dan tinggi

Secara geografis Indonesia terletak antara dua benua dan dua samudera. Terjadinya perbedaan tekanan udara di kedua benua, yaitu Benua Australia dan Asia yang terjadi setiap enam bulan sekali menyebabkan terjadinya gerakan udara bolak-balik yang berlawanan arah antara kedua benua tersebut.

Karena terjadinya enam bulan sekali, maka angin tersebut disebut dengan angin muson.

2. Laut dan benua

Wilayah Indonesia terdiri atas daratan dan lautan. Apabila kita membandingkan wilayah Indonesia antara daratan dan lautan, ternyata lautan lebih luas daripada daratan, dengan perbandingan 1 daratan 3 lautan (1 : 3). Hal ini akan berpengaruh langsung terhadap kondisi udara di Indonesia, yaitu kondisi udara yang lembap. Kelembapan udara tersebut akan berpengaruh terhadap amplitudo (perbedaan suhu udara) bulanan dan tahunan sangat kecil, yaitu antara 2° C sampai dengan 3° C, serta sebagian besar wilayah Indonesia memiliki banyak curah hujan dalam setiap tahunnya.

BAB VI

SEJARAH PERKEMBANGAN ANTARIKSA DAN HASIL PENELITIAN BADAN ANTARIKSA DUNIA (NASA, ESA, ROS COSMOS, CNSA, ISRO)

A. Pengertian Antariksa



Dalam ajaran agama Hindu, Antariksa adalah salah satu delapan Wasu. Antariksa merupakan personifikasi dari langit yang tinggi atau atmosfer. Dalam kosakata bahasa Indonesia, kata Antariksa merujuk kepada luar angkasa. Menurut KBBI antariksa [*an ta rik sa*] adalah bagian alam semesta yang berada di luar atmosfer bumi. Adapun menurut UUD Antariksa adalah ruang beserta isinya yang terdapat di luar Ruang Udara yang mengelilingi dan melingkupi Ruang Udara. Luar angkasa atau angkasa luar atau antariksa (juga disebut sebagai angkasa), merujuk pada bagian yang relatif kosong dari Jagad Raya, di luar atmosfer dari benda "*celestial*". Istilah *luar angkasa* digunakan untuk membedakannya dengan ruang udara dan lokasi "*terrestrial*".

Karena atmosfer Bumi tidak memiliki batas yang jelas, namun terdiri dari lapisan yang secara bertahap semakin menipis dengan naiknya ketinggian, tidak ada batasan yang

jelas antara atmosfer dan angkasa. Ketinggian 100 kilometer atau 62 mil ditetapkan oleh Fédération Aéronautique Internationale merupakan definisi yang paling banyak diterima sebagai batasan antara atmosfer dan angkasa. Di Amerika Serikat, seseorang yang berada di atas ketinggian 80 km ditetapkan sebagai astronaut. 120 km (75 mil atau 400.000 kaki) menandai batasan di mana efek atmosfer menjadi jelas sewaktu proses memasuki kembali atmosfer (*re-entry*).

Antariksa merupakan suatu tempat atau mungkin lebih tepatnya suatu "kekosongan" yang terhampar di antara asteroid, planet, dan benda-benda kosmis lainnya. Dilansir dari *Popular Science*, definisi "batasan antariksa" yang paling banyak diterima adalah 100 km di atas permukaan Bumi. Ketinggian itu dikenal sebagai Garis Kármán. Garis Kármán merupakan batas ketinggian di mulainya antariksa yang dicetuskan oleh seorang fisikawan Hungaria, Theodore von Kármán.

Penetapan Garis Kármán juga didukung oleh seorang peneliti NASA, Paul Newman yang menambahkan bahwa di atas ketinggian lebih dari 100 km dari permukaan Bumi, unsur-unsur gas seperti nitrogen dan oksigen mengalami pemisahan molekul sehingga menandakan ruang yang hampa udara. NASA kemudian menyebut fenomena pemisahan molekul ini sebagai "*homopause*".

B. Sejarah Perkembangan Teknologi Antariksa

Perkembangan teknologi luar angkasa mulai muncul pada masa Perang Dingin tahun 1947-1991. Dalam buku *Sejarah Eropa: Dari Eropa Kuno hingga Eropa Modern* (2012) karya Wahdjudi Djaja, pada masa Perang Dingin muncul politik Balance of Power atau keseimbangan kekuatan. Dalam politik Balance of Power, Amerika Serikat dan Uni Soviet saling bersaing dalam bidang teknologi militer dan ruang angkasa untuk menunjukkan kekuatannya pada dunia. Dalam politik Balance of Power, dikenal pula istilah "space race" atau perlombaan kecanggihan teknologi luar angkasa. Pada perkembangannya, perlombaan teknologi luar angkasa antara

Amerika Serikat dan Uni Soviet merupakan titik awal dalam sejarah perkembangan teknologi luar angkasa di dunia. Istilah ini muncul pertama kali pada tahun 1957 tepatnya tanggal 4 Oktober, ketika Uni Soviet berhasil meluncurkan sebuah satelit tanpa awak bernama Sputnik I. Peluncuran itu sangat mengejutkan Amerika Serikat. Sputnik I juga menjadi awal gimana teknologi luar angkasa bisa berkembang seperti hingga saat ini.

Uni Soviet cukup ambisius. Sebulan setelah Sputnik I, mereka kembali meluncurkan satelit bernama Sputnik II, yang kala itu diawaki seekor anjing bernama Laika. Namun, misi kedua Soviet itu gagal. Sputnik II meledak dan Laika tewas. Kematian anjing betina yang menjadi kelinci percobaan itu dikecam habis-habisan oleh pencinta binatang yang kebanyakan dari dunia barat. Melihat Soviet yang sudah dua kali meluncurkan satelit,

Amerika Serikat pun tidak tinggal diam. Dalam bayang-bayang Soviet, Amerika Serikat ingin bergegas membalas. Awal Desember di tahun yang sama, Amerika Serikat mencoba meluncurkan satelit pertama buatan dalam negeri mereka yang bernama Vanguard. Sayangnya, misi itu gagal. Kegagalannya disebabkan oleh sesaat sebelum meluncur, roket beserta satelitnya meledak di landasan peluncuran. Amerika Serikat pun kembali melakukan riset dan pengembangan satelit berikutnya setelah insiden memalukan itu. Setelah itu, tepatnya pada 31 Januari 1958, Amerika Serikat akhirnya bisa menandingi Soviet dengan meluncurkan satelit pertamanya, Explorer 1. Satelit dengan bobot seberat 13 kilogram itu aktif mengitari bumi sebelum akhirnya hilang kontak pada 23 Mei 1958.

Balas membalas misi luar angkasa itu terus berlangsung hingga puncaknya, yaitu meluncurkan manusia ke luar angkasa. Namun, lagi-lagi Soviet lebih dulu dalam melakukan hal itu. Terpilihlah Yuri Gagarin, manusia pertama yang ke luar angkasa pada 12 April 1961 dalam misi bernama Vostok 1 untuk mengorbit bumi pada ketinggian sekitar 327 kilometer

selama sekitar 108 menit, sebelum akhirnya kembali lagi mendarat dengan aman.

Pada tahun 1961 setelah Soviet meluncurkan Yuri Gagarin. Bagi mereka, mendaratkan manusia di bulan merupakan sebuah prestasi paling tinggi dalam bidang teknologi. Dalam rentang tahun 1961 hingga 1969, Amerika Serikat mempersiapkan segala teknologi yang dibutuhkan. Hingga pada tanggal 20 Juli 1969, astronaut Neil Armstrong dan kawan-kawannya mendarat di bulan dalam misi Apollo 11. Ada enam misi Apollo lainnya yang berhasil mendarat di benda langit terdekat bumi pada rentang tahun 1969-1972. Dengan begitu, total manusia yang pernah mendarat di bulan sejauh ini ada kurang lebih 12 orang.



Sumber. Ruang guru

Pada akhir dekade 70-an, Amerika Serikat juga meluncurkan wahana antariksa Voyager 1 dan Voyager 2, yang memiliki misi untuk memotret Jupiter dan Saturnus, bersama dengan cincin dan satelit mereka dari dekat. Pada 1980-an, teknologi luar angkasa semakin berkembang pesat lagi. Sudah banyak kala itu satelit komunikasi yang diluncurkan untuk mendukung berjalannya program-program televisi, telepon komunikasi, hingga internet.

Teknologi luar angkasa Indonesia sendiri dimulai sejak tahun 1976 dengan peluncuran satelit Palapa A1 dan tahun 1987 dengan peluncuran satelit Palapa B1, keduanya merupakan sebuah satelit komunikasi. Dari tahun-tahun tersebut perkembangan teknologi antariksa semakin berkembang hingga saat ini, dan masih terus dikembangkan oleh badan badan peneliti antariksa dunia. Pada tahun 2015, tercatat ada 70 badan antariksa di berbagai negara. Lima di antaranya telah berhasil menjalankan misi-misi ke ruang angkasa. Ada yang menjalankan misi wahana ruang angkasa saja, ada pula yang sudah bisa mengirim astronaut ke ruang angkasa. 5 badan antariksa tersebut adalah :

1. Nasa

NASA singkatan dari National Aeronautics and Space Administration. Badan antariksa ini adalah milik Amerika Serikat. Presiden Dwight D. Eisenhower meresmikannya pada tahun 1958. NASA telah menjalankan berbagai misi ke ruang angkasa. Di antaranya, misi Apollo yang membawa astronaut ke Bulan, misi-misi dengan pesawat ulang alik Space Shuttle, misi-misi wahana ruang angkasa misalnya mengirim wahana ruang angkasa Cassini ke Saturnus, dan masih banyak lainnya.

2. Roskosmos

Awalnya, Rusia memiliki badan antariksa Soviet Space Program yang berdiri pada tahun 1930. Badan antariksa itu telah menjalankan berbagai misi ke antariksa yang bersejarah. Salah satunya adalah mengirim manusia pertama yang ruang ke angkasa, yaitu astronaut Yuri Gagarin dengan pesawat Vostok 1 pada tahun 1961. Soviet Space Program lalu diganti menjadi Roscosmos. Presiden Boris Yeltsin meresmikannya pada tahun 1992. Roscosmos telah melakukan berbagai misi dan penelitian ruang angkasa. Salah satu misinya adalah menjalankan Stasiun Ruang Angkasa Internasional.

3. Esa

European Space Agency atau ESA, berdiri pada tahun 1975. Pendirinya adalah 22 negara Uni Eropa. Markasnya terletak di Paris, Prancis. ESA juga memiliki pusatpusat penelitian antariksa yang memiliki fungsi yang berbeda-beda di berbagai kota di Eropa. Misalnya, Pusat Astronaut Eropa terletak di Cologne, Jerman. Ada sekitar 2.200 orang yang bekerja di ESA.

4. Cnsa

China National Space Administration atau CNSA adalah badan antariksa milik Tiongkok. CNSA berdiri pada tahun 1993. Markasnya di Beijing, Tiongkok. CNSA adalah badan antariksa ketiga di dunia yang dapat memberangkatkan sendiri astronoutnya ke ruang angkasa. CNSA pertama kalinya membawa astronout ke ruang angkasa dengan pesawat antariksa Shenzhou 5 pada tahun 2003. Pada tahun 2016, sudah ada 10 astronout dari Tiongkok yang menjalankan misi ke ruang angkasa. Salah satunya perempuan, lo. Namanya Ibu Liu Yang.

5. Isro

ISRO adalah singkatan dari Indian Space Research Organisation. Berdiri pada tahun 1969. Markasnya di Bengaluru, India. ISRO telah menjalankan 87 misi wahana ruang angkasa. Salah satunya adalah Mars Orbiter Mission. Wahana ini mulai masuk ke orbit Planet Mars pada tahun 2014. Inilah pertama kalinya badan antariksa dari Asia berhasil mendekati Mars. ISRO merupakan badan antariksa keempat yang berhasil meneliti Mars dari dekat, selain NASA, Soviet Space Program, dan ESA.

C. Badan Antariksa Dunia Dan Hasil Penelitiannya

1. Badan Antariksa Nasa

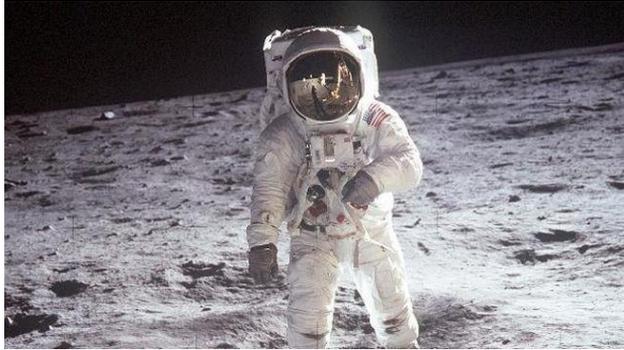
NASA adalah lembaga pemerintah Amerika Serikat yang bertanggung jawab untuk program antariksa sipil dan

penelitian penerbangan dan kedirgantaraan. Presiden Dwight D. Eisenhower mendirikan NASA pada tahun 1958 dengan orientasi konkrit untuk kepentingan sipil (bukan militer) mendorong pemanfaatan untuk maksud damai dalam pengembangan ilmu antariksa. Sebagian besar upaya eksplorasi antariksa Amerika Serikat dilakukan oleh NASA, termasuk misi pendaratan Apollo di Bulan, stasiun antariksa Skylab, serta Space Shuttle.

Saat ini, NASA mendukung Stasiun Antariksa Internasional dan mengawasi pengembangan awak Orion MultiPurpose Vehicle. Lembaga ini juga bertanggung jawab terhadap program layanan peluncuran (*launch service programme - LSP*) yang menyediakan pengawasan operasi dan manajemen bagi peluncuran berawak NASA. Pengembangan ilmu NASA difokuskan pada pemahaman sistim observasi bumi ke bumi, memajukan program penelitian heliophysics, mengeksplorasi seluruh sistem tata surya dengan misi robot canggih seperti New Horizons, serta penelitian astrofisika, seperti Big Bang, melalui Great Observatories dan program yang terkait. NASA telah membagi data dengan berbagai organisasi nasional dan internasional seperti melakukan pengamatan GRK berbasis satelit.

2. Prestasi Badan Antariksa NASA

- a. Project Apollo Space Program/Apollo 11. Apollo 1 adalah misi pendaratan berawak pertama di Bulan yang tidak pernah menetapkan jadwal pendaratan. Program Apollo terdiri dari 11 penerbangan antariksa yang dimulai dari Oktober 1968 sampai Desember 1972. Dari serangkaian penerbangan Apollo, yang paling terkenal adalah Apollo 11, yakni pesawat yang mendaratkan Neil Armstrong, Buzz Aldrin, dan Michael Collins di bulan. Menurut NASA, program Apollo diimplementasikan karena Presiden John F. Kennedy pada tahun 1961 menantang misi pendaratan di bulan di akhir dekade.



- b. ISS (Stasiun Luar Angkasa Internasional). Konstruksi ISS dimulai pada tahun 1998 dan mulai beroperasi dua tahun kemudian. Awak pertama tiba pada tahun 2000 dan menetap di ISS. NASA bersama mitra dari seluruh dunia menyelesaikan tahap terakhir pembangunan stasiun luar angkasa pada tahun 2011. Astronot yang menetap di ISS meneliti bagaimana rasanya hidup di luar angkasa, dan mempelajari bagaimana misi antariksa masa depan ke Bulan dan Mars dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Penelitian yang dilakukan di ISS tidak hanya bermanfaat bagi para astronot, tetapi juga bagi kita yang tinggal di Bumi. Para astronot telah menemukan berbagai hal yang bermanfaat, seperti bagaimana mengatasi kehilangan massa tulang di Bumi melalui penelitian mereka.



- c. Program Space Shuttle NASA. Misi antariksa ini dibentuk pada tahun 1972 dan berakhir pada 2011. Program pesawat ulang-alik ini menggabungkan 135 misi pada enam pengorbit pesawat ulang-alik. Dengan nama resmi Space Transportation System (STS), total biaya program ini mencapai hampir US\$ 200 miliar atau sekitar Rp 2.517 triliun. Pengorbit pesawat ulang-alik bersayap itu diluncurkan secara vertikal dan mampu membawa empat sampai tujuh awak astronaut. Biaya tiap peluncuran sekitar US\$ 1,2 miliar atau Rp 15 triliun, kemudian mengalami kenaikan menjadi US\$ 1,5 miliar atau setara Rp 19 triliun. Dari enam pengorbit, dua di antaranya yang bernama Columbia dan Challenger mengalami kerusakan dan hancur. Peristiwa itu menewaskan 14 astronaut.



- d. Satelit Explorer 1. Explorer 1 adalah satelit pertama AS yang diluncurkan pada tanggal 31 Januari 1958, setahun setelah Sputnik 1 dan 2 Uni Soviet diluncurkan. Explorer 1 memicu perang dingin perlombaan antariksa antara kedua negara adikuasa. Empat bulan setelah diluncurkan, Explorer 1 menjadi satelit pertama yang mengkonfirmasi eksistensi sabuk radiasi Van Allen, dua sabuk partikel bermuatan di sekitar planet Bumi yang ditahan oleh medan magnet Bumi.

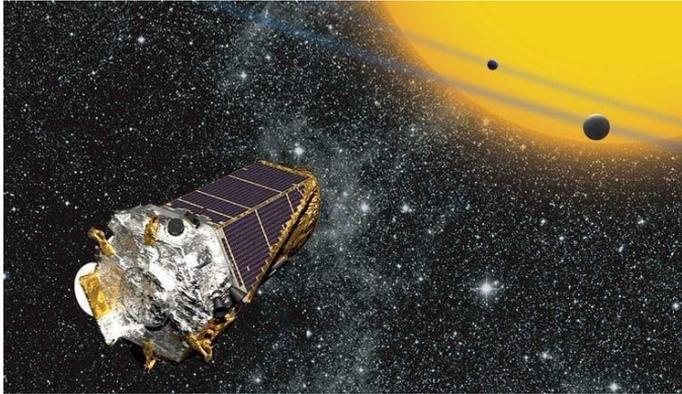


- e. Teleskop Antariksa Hubble. Diluncurkan ke orbit rendah Bumi pada tahun 1990, teleskop antariksa Hubble masih beroperasi sampai sekarang. Karena mengorbit di luar atmosfer Bumi, Hubble mampu mengambil gambar-gambar tajam dalam resolusi tinggi tanpa diganggu cahaya latar belakang.



- f. Teleskop Antariksa Kepler. Kepler adalah sebuah teleskop berbasis antariksa yang diluncurkan oleh NASA pada tanggal 7 Maret 2009 untuk menemukan planet mirip Bumi yang mengorbit bintang selain Matahari. Fotometer menjadi instrumen utama Kepler untuk memindai kecerahan sekitar 145.000 bintang deret utama dalam bidang pandang yang tetap. Data yang dikumpulkan Kepler ditransmisikan ke Bumi dan

dianalisis untuk mendeteksi keredupan periodik yang disebabkan oleh planet saat melintas di depan bintang induk dari sudut pandang kita.



- g. Observatorium Sinar-X Chandra. Teleskop antariksa Chandra diluncurkan pada tahun 1999 dan telah sangat berperan dalam misi astronomi sinar-X NASA. Lebih dari lima belas tahun masa operasionalnya, Chandra telah memberikan para ilmuwan berbagai pandangan unik tentang Alam Semesta yang tidak mampu diamati oleh teleskop cahaya optik.



- h. Mars rover, Curiosity. Penjelajah planet merah milik NASA, Curiosity telah diluncurkan dari Cape Canaveral, Florida pada November 2011 lalu. Pesawat robotik seukuran mobil ini diciptakan dari anggaran sebesar US\$ 2,5 miliar atau sekitar Rp 32 triliun. Sejauh ini, Curiosity

sudah mengeksplor permukaan planet Mars dari mulai sisa-sisa erosi, kantong, kubah, pengangkatan, lubang, serpihan, retakan, hingga mendeteksi senyawa organik.



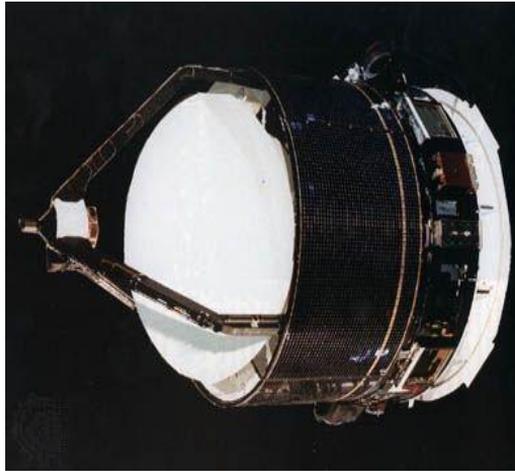
3. Badan Antariksa ESA

European Space Agency (ESA) , French Agence Spatiale Européenne (ASE) , organisasi penelitian luar angkasa dan teknologi ruang angkasa Eropa yang didirikan pada tahun 1975 dari penggabungan. Organisasi Pengembangan Peluncur Eropa (ELDO) dan European Space Research Organization (ESRO), keduanya didirikan pada tahun 1964. Anggota termasuk Austria, Belgia, Republik Ceko, Denmark, Estonia, Finlandia, Prancis, Jerman, Yunani, Hongaria, Irlandia, Italia, Luksemburg, Belanda, Norwegia, Polandia, Portugal, Rumania, Spanyol, Swedia, Swiss, dan Inggris Raya. Slovenia adalah anggota asosiasi. Perjanjian kerjasama telah ditandatangani oleh berbagai negara, termasuk Kanada (1981), yang berpartisipasi dalam beberapa proyek ESA. Kantor pusat agensi berada di Paris .

4. Prestasi Badan Antariksa ESA

- a. Misi pertamanya berhasil meluncurkan satelit pemantau emisi sinar gamma di alam Semesta. Ini merupakan salah satu misi tersukses ESA yang berjalan selama lebih dari enam tahun, atau empat tahun lebih lama dari yang direncanakan.
- b. ESA telah bekerja sama dengan Badan Penerbangan dan Antariksa Nasional AS (NASA) dalam banyak proyek dan, dengan sendirinya, bertanggung jawab atas Wahana

luar angkasa Giotto, yang memungkinkan pemeriksaan inti Komet Halley pada tahun 1986.



- c. Menjelajahi daerah kutub Matahari dan Kendaraan peluncur seri Ariane , dan itu membentuk sistem satelit meteorologi yang dikenal sebagai Meteosat.



- d. Pada awal abad ke-21, ESA meluncurkan Pengorbit Mars Express dan pendaratnya, Beagle 2. Dengan peluncuran Di laboratorium Columbus di Stasiun Luar Angkasa Internasional pada tahun 2008, ESA menjadi partner penuh dalam pengoperasian stasiun tersebut.



- e. Pada tahun 2009 ESA diluncurkan Planck , satelit yang dirancang untuk mempelajari latar belakang gelombang mikro kosmik, dan Herschel, sebuah observatorium inframerah yang merupakan teleskop terbesar di luar angkasa.



- f. Badan Antariksa Eropa atau European Space Agency (ESA) berhasil mendaratkan pesawat untuk pertama kalinya di permukaan komet. Prestasi ini dicapai berkat misi yang dimulai pada 2004 silam. Wahana antariksa Rosetta mendekati Komet 67P/Churyumov-Gerasimenko. Pada Rabu, 12 November 2014, Rosetta meluncurkan pesawat robotika Philae untuk mendarat di permukaan komet sekitar pukul 23.00 WIB. Penjelajahan ruang angkasa ini berhasil dilakukan melalui kolaborasi

antar pemerintah negara-negara Eropa dalam ESA yang berdiri sejak 1975 dan berkantor pusat di Paris, Perancis.



5. Badan Antariksa Roskosmos

Roskosmos adalah pusat studi dan penelitian antariksa beserta seluruh teknologinya yang dimiliki oleh Rusia. Roskosmos pertama kali didirikan pada 1992. Badan antariksa ini dibentuk sebagai perpanjangan atau gabungan dari badan antariksa era 1950-an, yakni Badan Antariksa Uni Soviet (USSR). Roskosmos muncul di era yang benar-benar baru dan berbeda, tepat setelah pecahnya Uni Soviet. Kini, Roskosmos menjadi ujung tombak Rusia dalam melakukan studi dan penelitian mereka yang berkenaan dengan luar angkasa, teknologi penerbangan, dan program-program khusus untuk bersaing penuh dengan NASA Amerika Serikat.

6. Prestasi Badan Antariksa Roskosmos

- a. Meluncurkan Sputnik 1 yaitu satelit buatan pertama yang diorbitkan, pada 4 Oktober 1957. Sputnik diluncurkan dari Kosmodrom Baykonur. Peluncuran *Sputnik I* yang merupakan buatan Uni Soviet pada saat puncak Perang Dingin mengejutkan dunia Barat, dan menyebabkan Amerika Serikat memulai *Perlombaan Antariksa*.



- b. Vostok 1 adalah misi luar angkasa berawak pertama dalam program Vostok dan misi luar angkasa berawak manusia pertama dalam sejarah. Pesawat luar angkasa Vostok 3KA diluncurkan pada tanggal 12 April 1961. Penerbangan tersebut membawa Yuri Gagarin, seorang kosmonaut Uni Soviet, ke luar angkasa. Misi ini menandai pertama kalinya manusia terbang ke luar angkasa, serta penerbangan orbital pertama dari wahana antariksa berawak.



- c. Soyuz adalah keluarga sistem peluncuran dibuat dikembangkan oleh OKB-1, dan diproduksi oleh TsSKB-Progress di Samara, Rusia. Menurut Badan Antariksa Eropa, kendaraan peluncur Soyuz adalah kendaraan peluncuran yang paling sering digunakan di dunia. Soyuz merupakan salah satu wahana andalan Rusia untuk membantu manusia melakukan tugas dan misi di luar angkasa.



- d. Mengambil Foto Bulan dari Luar Angkasa. Luna 3 adalah bukti keperkasaan Soviet sebagai negara yang pertama kali melakukan banyak hal di luar angkasa. Termasuk mengambil foto dari sisi jauh bulan yang baru pertama kali diambil. Pada tahun 1959, Luna 3 berhasil mengambil 40 foto. Foto-foto tersebut dikirimkan ke bumi melalui radio pemancar. Namun karena sinyal yang lemah, pengiriman foto gagal. Hanya ada 17 foto berkualitas buruk yang berhasil diterima.



- e. Penerbangan pertama melewati planet lain. Uni Soviet hendak menyasar Venus. Seperti kasus Luna-1, negara itu berencana menabrakkan sebuah prob antariksa langsung ke permukaan Venus karena permukaan planet ini diyakini berair alih-alih padat. Venera-1 meluncur untuk bertemu Venus pada Februari 1961. Namun, seperti sebelumnya, prob antariksa itu meleset dari target. Kehilangan kontak dengan pusat kendali misi,

Venera-1 otomatis tak bisa memperbaiki arahnya, dan melayang melewati Venus pada jarak 100.000 km – hanya sepelemparan batu dalam istilah kosmis.

7. Badan Antariksa CNSA

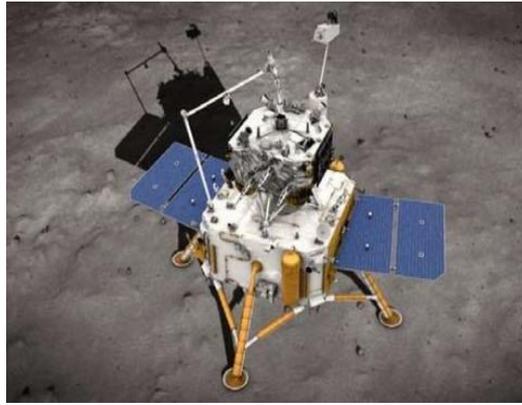
China National Space Administration (CNSA) adalah lembaga antariksa yang didirikan oleh pemerintah China pada 1993, yang bertujuan untuk mengelola aktivitas nasional di luar angkasa. Kemajuan CNSA sangat pesat hingga misi ambisius mereka membangun stasiun luar angkasa sendiri saingi ISS. CNSA memiliki kantor pusat di Beijing, China dan memiliki 3 fasilitas peluncuran pesawat ruang angkasa, yaitu di Jiuquan Provinsi Gansu, Taiyuan di Provinsi Shanxi, dan Xichang di provinsi Sichuan. Program luar angkasa China sebagian besar dikembangkan dengan cara yang dirahasiakan, di bawah kendali militer China dan Komisi Sains, Teknologi, dan Industri untuk Pertahanan Nasional.

Pendirian organisasi luar angkasa dimulai pada tahun 1949. Insinyur asal Tiongkok Qian Xueen diambil kembali oleh China, usai membantu mendirikan laboratorium propulsi jet di Pasadena, California, Amerika Serikat. Kemudian ia menjadi pemandu dalam pengembangan misil Tiongkok. Pada tahun 1956, Qian diangkat sebagai direktur pertama Akademi Riset Kelima Kementerian Pertahanan Nasional China, yang didirikan untuk mengembangkan rudal balistik. Setelah itu ia kemudian bertanggung jawab atas penelitian pertama dalam program luar angkasa China

8. Prestasi Badana Antariksa CNSA

- a. Berhasil Bawa Batu Bulan ke Bumi. Misi Chang'e-5 CNSA yang mengirimkan pesawat luar angkasa tak berawak untuk memungut 2 kilogram batuan dan debu di Bulan berhasil dan kembali mendarat di bumi pada akhir 2020 lalu.

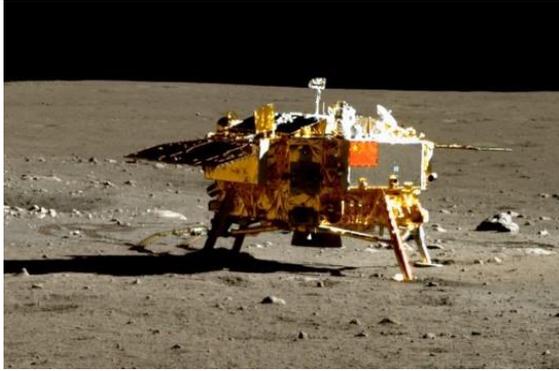
China menjadi negara ketiga yang mengambil sampel dari Bulan setelah Amerika Serikat dan Uni Soviet pada 1960-an dan 1970-an.



- b. Pada tahun 2013 lalu, tiga orang awak kapal Shenzhou 9 melakukan pendaratan pertama di luar angkasa yang berlabuh di stasiun Tiangong 1. Tiangong 1 adalah stasiun ruang angkasa pertama China yang melayani baik sebagai laboratorium berawak dan testbed eksperimental untuk menunjukkan pertemuan orbital dan kemampuan docking Tiangong-1.



- c. CNSA melakukan pendaratan pertama di bulan dalam beberapa dekade pada Desember 2014 dengan pendaratan Chang'e-3. Chang'e-3 ini misi penjelajahan bulan dengan bantuan robot.



- d. Robot misi penjelajah China, Zhurong, berhasil mendarat di Planet Mars. Zhurong menyelesaikan pendaratan berbahaya melalui atmosfer Mars menggunakan parasut untuk membantu navigasi selama tujuh menit di atas daratan larva utara yang luas bernama Utopia Planitia.

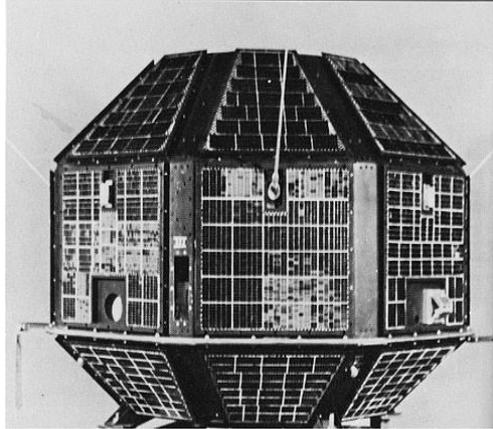


9. Badan Antariksa ISRO

ISRO atau *Indian Space Research Organisation* merupakan badan antariksa milik pemerintah India. Seperti dicatat dalam laman resminya, lembaga ini memiliki tugas yang mirip seperti NASA, yakni meneliti dan mengeksplorasi hal-hal yang bersinggungan dengan luar angkasa. ISRO, organisasi badan antariksa milik India berhasil meluncurkan 104 satelit dalam satu misi saja, mengembangkan roket Avatar yang dapat pulang pergi dari bumi ke luar angkasa, dan proyek luar angkasa lainnya.

10. Prestasi Badan Antariksa ISRO:

- a. 19 April 1975 ISRO berhasil memproduksi dan meluncurkan satelit pertamanya yang bernama Aryabhata yang diluncurkan oleh roket Kosmos-3M milik Uni Soviet.



- b. 20 September 1993 dan 18 April 2001 ISRO mengembangkan 2 roket, yaitu Polar Satellite Launch Vehicle (PSLV) yang bertugas meluncurkan satelit ke orbit kutub dan Geosynchronous Satellite Launch Vehicle (GSLV) untuk menempatkan satelit ke dalam orbit geostasioner.

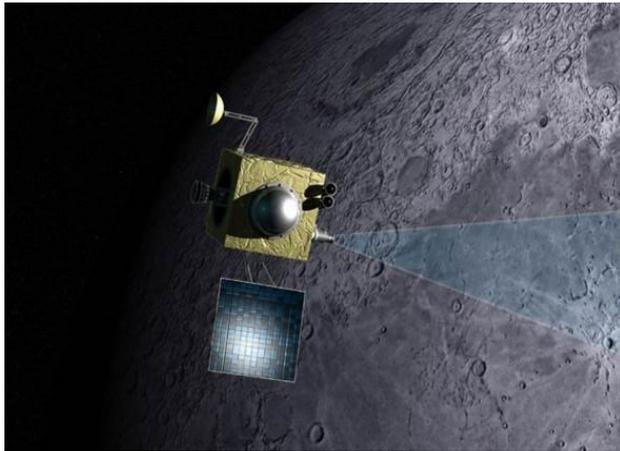


- c. 15 Februari 2017 sebanyak 104 satelit dengan bobot lebih dari satu ton dengan sukses diluncurkan oleh roket PSLV-C37 milik India dalam sebuah misi tunggal. Diluncurkan dari Sriharikota di India selatan, 104 satelit

tersebut terdiri dari 103 satelit berawak dan satu satelit seri Cartosat-2 untuk kebutuhan pengamatan bumi. 5 Mei 2017 satelit ke-11 dari roket GSLV, GSAT-9 berhasil di orbitkan.



- d. Pada 2008 silam, India sukses mengirimkan pesawat luar angkasa yang dapat terbang sangat dekat dengan Bulan. Misi ini bernama Chandrayaan-1, dan bertugas untuk mengambil gambar dan peta permukaan Bulan dari dekat.



BAB VII

TEORI TERBENTUKNYA BUMI DAN BENTUK SUSUNAN BUMI (Atmosfer, Listosfer, Hidrosfer)

A. Struktur Bumi

1. Dalam struktur bumi memiliki 4 lapisan, yaitu :

a. Atmosfer (Lapisan Udara)

Di dalam kehidupan makhluk hidup yang berada di bumi atmosfer berperan sangat penting, karena mengandung senyawa O_2 yang dibutuhkan oleh manusia dan hewan sedangkan tumbuhan yang membutuhkan CO_2 untuk berfotosintesis. Kandungan zat yang berada di atmosfer ada Nitrogen 78%, Oksigen 21%, dan gas lain (termasuk CO_2 dan argon) 1%. Sebagai pelindung bumi lapisan atmosfer ini memiliki beberapa sifat antara lain :

- 1) Tidak berwarna, tidak memiliki bau, dan tidak berwujud, namun hanya bisa dirasakan manusia dengan wujud angin.
- 2) Memiliki tekanan karena mempunyai berat.
- 3) Dan mempunyai karakter yang dinamis dan elastis agar dapat mengembang dan mengerut.

Dan di dalam atmosfer juga memiliki 4 lapisan :

1) Troposfer

Lapisan ini merupakan lapisan yang paling bawah. Dari permukaan laut Lapisan Troposfer ini menyelubungi bumi hingga setebal ± 12 km. Tinggi troposfer di daerah tropis 20 km sedangkan di daerah kutub 8 km dan hampir semua uap air yang terkandung di udara terdapat pada troposfer. Seperti peristiwa yang terjadi di lapisan ini pada kehidupan sehari-hari yaitu : angin, embun, hujan, salju, dan awan. Di trposfer ini juga terdapat gejala cuaca seperti awan, petir, topan, badai, dan hujan.

Pada lapisan ini terjadi penurunan suhu akibat

sedikit menyerap radiasi gelombang pendek dari matahari. Namun sebaliknya, pada permukaan tanah akan memberikan panas melalui konduksi, konveksi, kondensasi, dan sublimasi yang di lepaskan oleh uap air atmosfer.

2) **Stratosfer**

Lapisan ini letaknya di atas lapisan troposfer dan memiliki ketinggian 12-50 km. Di ketinggian 35 km suhu temperaturnya +40°C, pada ketinggian 50 km temperaturnya +40°C, pada ketinggian 50 km temperaturnya +50°C, dan pada ketinggian 80 km temperaturnya -70°C. Lapisan ini memiliki lapisan ozon yang berfungsi untuk melindungi bumi karena menolak sinar ultra violet yang dengan kadar tinggi dapat merusak kadar jasad hidup. Menurut (Anjayani & Haryanto, 2009, hal. 143) menyatakan bahwa pada stratosfer mempunyai dua lapisan molekul gas tipis yang tidak dimiliki troposfer. Pada lapisan bawah stratosfer terdapat bahan sulfat yang mengakibatkan terjadinya hujan.

3) **Mesosfer**

Lapisan ini terletak di atas lapisan stratosfer yang memiliki ketinggian 50-80 km di atas permukaan bumi. Dari pancaran sinar ultra violet lapisan ini terionisasi sehingga terjadi aliran listrik yang kuat. Untuk itu dalam komunikasi radio lapisan ini sangat penting karena sebagai pemantul gelombang radio. Dibagian atas mesosfer dibatasi oleh mesopause, yaitu lapisan di dalam atmosfer yang paling rendah, kira-kira - 100°C.

4) **Thermosfer**

Lapisan ini merupakan lapisan atmosfer yang paling luar dan memiliki ketinggian 85-300 dari permukaan bumi. Ditandai dengan kenaikan suhu yang berkisar dari -100° C sampai ratusan bahkan ribuan derajat celcius. Menurut (Soegimo &

Ruswanto, 2009) menjelaskan bahwa bagian atas yang terdapat pada termosfer merupakan sumber panas dengan molekul-molekul yang dapat menyerap radiasi ultraviolet dari matahari.

5) Eksosfer

Lapisan ini merupakan lapisan untuk terjadinya gerak atom yang tidak beraturan, dimana molekul udara dengan bebas dapat meninggalkan bumi. Menurut (Sulistyanto, 2009, hal. 107) berpendapat bahwa eksosfer merupakan lapisan yang paling jauh dari bumi. Pada lapisan ini pengaruh gravitasi berat dan bumi sangat minim, serta meteor mulai berinteraksi dengan atmosfer bumi. Lapisan eksosfer ini menjadi batas antara atmosfer bumi dengan luar angkasa.

6) Hidrosfer (Lapisan Air)

Lapisan ini hanya 75% yang menutupi permukaan bumi, seperti : samudra, lautan, danau-danau, air tanah dan es yang terdapat di kedua kutub. Hidrosfer ini sangat berpengaruh untuk atmosfer karena air yang menguap akan membentuk awan dan selanjutnya turun hujan. Siklus ini sudah berlangsung berabad-abad sebagai pembentuk siklus air. Karena siklus inilah penyebab air laut menjadi asin.

Lapisan ini memiliki kedalaman laut rata-rata 4000 m dan yang paling dalam adalah 11.000 m terletak di dekat pulau Gulam. Menurut (Endarto & Sarwono, 2009, hal. 160) menjelaskan bahwa Jumlah air di bumi ini tidak akan pernah mengalami perubahan dalam segi jumlah, akan tetapi wujud dan tempat sering mengalami perubahan yang kemudian membentuk siklus air atau siklus hidrologi. Siklus hidrologi merupakan siklus perputaran air yang berubah menjadi awan, setelah mencapai pada titik jenuh awan maka akan turun hujan begitu seterusnya.

7) Litosfer (Kulit Bumi)

Lapisan ini berasal dari kata lithos dan sphere (sphaera) yang artinya batu dan bulatan jadi lithosfer dapat diartikan lapisan batuan pembentuk kulit bumi. Lapisan ini memiliki ketebalan 66 km yang tersusun atas batuan dan lithosfer ini mengikuti bentuk bumi sehingga berbentuk bulat yang tersusun dari batuan dan mineral. Lithosfer ini memiliki dua lapisan yaitu :

- 1) Lapisan Sial (Silicium dan Aluminium) letaknya di atas dan beratnya rata-rata 2,65.
- 2) Lapisan Sima (Silicium dan Magnesium) yang letaknya di sebelah bawah dan berat jenisnya rata-rata 2,9.

8) Centrosfer/ Barysfer (Inti Bumi)

Inti bumi ini memiliki kedalaman sekitar 2900 km dari dasar kerak bumi sampai ke pusat bumi. Inti bagian bumi antara luar dan dalam dipisahkan. Selubung bumi dan inti bumi dapat di tandai dengan penurunan kecepatan gelombang P secara drastis dan gelombang S yang tidak diteruskan. Ini disebabkan karena adanya peningkatan berat jenis material penyusun inti bumi dan perubahan sifat materialnya dari yang padat menjadi cair.

Menurut (Anjayani & Haryanto, 2009) Di dalam bukunya menyatakan bahwa bumi mempunyai suhu lebih dari 3.000°C yang tersusun dari material nikel dan besi. Lapisan bagian luar bumi bersifat cair dan bagian inti bumi bersifat lebih padat. Dan ketebalan lapisan selubung bumi bagian bawah lapisan kerak bumi memiliki kedalaman 2.900 km. Lapisan selubung bumi juga dibagi menjadi lapisan atas dan lapisan bawah. Yang memiliki ciri masing-masing. Lapisan selubung bagian atas bersifat lembek dengan suhu lebih dari 2.000°C, yang dapat mengalir lambat seperti aspal jalan yang meleleh ketika terik matahari pada siang hari. Sedangkan lapisan selubung bumi bagian bawah memiliki sifat padat

dan keras akibat tekanan yang besar dari dalam bumi.

B. Teori Terbentuknya Bumi

Teori dalam pembentukan bumi terdapat beberapa pendapat, diantaranya sebagai berikut:

1. Teori Hipotesis Kabut

Teori ini dikemukakan oleh seorang ahli filsafat dari Jerman Immanuel Kant pada tahun 1755, kemudian dilanjutkan oleh seorang ahli matematika yang berasal dari Perancis Pierre Laplace pada tahun 1796. Lalu diteori ini disempurnakan oleh CF. Van Weizacher (1944) dan G.P. Kuiper (1951) yang menduga bahwa pembentukan bumi berawal dari kabut gas yang amat panas, sehingga disebut dengan teori kondensasi.

Menurut (Sutarman, Wulandari, & dkk, 2016, hal. 26) menyatakan dalam teori kondensasi bahwa matahari, bumi, dan planet-planet lainnya berasal dari kabut panas yang berputar di alam semesta. Dari perputaran tersebut, sebagian massa kabut gas terlepas dan membentuk gumpalan-gumpalan pada bagian utama kabut gas tersebut. Gumpalan tersebut lambat laun akan memadat dan akhirnya terbentuk planet.

Sama halnya dalam (Geologi Dasar kelas X, hal. 9) yang menyatakan bahwa awal mula terbentuknya bumi akibat dari awan panas atau nebula yang berputar dan kemudian memadat sambil melepaskan cincin-cincin gas yang kemudian membentuk suatu planet. Dalam (Utoyo, 2009, hal. 22) juga menjelaskan bahwa bumi berasal dari massa gas pijar yang berputar, kemudian mendingin dan membentuk matahari dan planet-planet lainnya.

2. Teori Planetesimal

Teori ini dikemukakan oleh Chamberlin seorang ahli Geologi dan Moulton seorang ahli Astronomi pada tahun 1905 yang menyatakan bahwa bumi terbentuk karena adanya ledakan antara matahari asal dan sebuah bintang besar. Menurut (Harmoni, hal. 43) menyatakan bahwa di

alam semesta ini terdapat matahari asal, lalu ada sebuah bintang besar yang mendekat. Kemudian terjadi gaya tarik yang sangat kuat dari bintang besar terhadap matahari asal. Pada permukaan matahari akan terjadi ledakan yang membuat gas terlepas dari matahari. Lepasannya gas yang keluar dari matahari tersebut akan mengalami kondensasi sehingga menjadi massa padat yang disebut planetesimal.

Bumi merupakan salah satu bentuk dari planetesimal. Pada perkembangannya, planetesimal akan selalu menarik benda-benda kecil yang ada disekitarnya. Oleh karena itu, sebagian planetesimal akan menjadi besar. Lain halnya dengan pendapat (Geologi Dasar kelas X, hal. 10) yang menyatakan bahwa pada susunan matahari merupakan sebuah kabut pilin. Pada kabut pilin tersebut terdapat kumpulan benda-benda halus yang disebut planetesimal. Benda yang lebih besar akan menarik benda yang lebih kecil, sehingga akan terbentuk bola besar ditengahnya yang kemudian menjadi matahari dan planetesimal menjadi planet-planet salah satunya bumi. Sejak semula kabut pilin dalam keadaan berputar, maka semua planet bersama satelitnya akan selalu berotasi mengelilingi porosnya yaitu matahari.

Menurut (Maryadi, Rahayu, & dkk, 2009, hal. 22) mengungkapkan bahwa dahulu matahari merupakan bagian dari bintang-bintang yang ada dilangit. Pada suatu waktu, ada bintang yang berpapasan dengan matahari dengan jarak yang tidak terlalu jauh yang mengakibatkan tarik menarik antara satu dengan lainnya. Ketika bintang mendekat pada matahari sebagian massa matahari tertarik kearah bintang, akan tetapi ketika bintang menjauh massa matahari akan jatuh kepermukaan dan sebagian akan terhambur menjadi gumpalan kecil yang disebut planetesimal.

3. Teori Pasang Surut

Teori pasang surut ini dikemukakan oleh seorang

ilmuan Inggris Sir James Jeans (1877-1946) bersama Harold Jeffreys (1891). Teori ini hampir sama dengan teori Planetesimal. Menurut (Maryadi, Rahayu, & dkk, 2009, hal. 22-23) beranggapan bahwa ketika bintang mendekat ke arah matahari maka akan terjadi pasang naik pada matahari yang berbentuk seperti cerutu besar yang menjorok ke arah bintang. Ketika bintang menjauh dari matahari maka cerutu akan mengalami perpecahan dan membentuk gumpalan gas pada area sekitar matahari.

Bentuk gelombang pasang ini menurut (Harmoni, hal. 44) menyerupai lidah raksasa pada permukaan matahari yang mengarah pada bintang besar. Lalu lidah raksasa memadat dan kemudian pecah menjadi benda tersendiri yang disebut planet. Planet tersebut akan berputar mengelilingi matahari dengan lintasan elips. Oleh karena itu, suatu saat planet akan memiliki jarak terdekat antara matahari. Kemudian matahari akan menarik massa planet sehingga terbentuklah satelit atau bulan yang berputar mengelilingi matahari.

Sama halnya menurut (Geologi Dasar kelas X, hal. 11) yang mengemukakan bahwa bumi terbentuk pada saat bintang berdekatan dengan matahari dan menarik gumpalan gas yang berbentuk cerutu keluar dari permukaan matahari. Lalu gumpalan gas tersebut pecah menjadi bagian yang mendingin dan memadat membentuk suatu planet.

Sedangkan menurut (Utoyo, 2009, hal. 23) inti dari teori pasang adalah bintang yang mendekati matahari lalu dengan bantuan gaya gravitasi, bintang tersebut menyerap filamen gas yang ada pada matahari. Filamen akan membesar pada bagian tengah dan mengecil di kedua bagian ujung yang kemudian membentuk planet. Oleh karena itu, planet yang berada pada bagian tengah seperti Jupiter, Saturnus, dan Uranus akan memiliki ukuran yang lebih besar dibanding dengan planet yang berada di tepi.

Lain halnya menurut (Geologi Dasar 1, 2015) yang menyatakan teori pasang surut terjadi antara matahari satu dengan matahari lainnya yang saling tarik menarik.

4. Teori Pergeseran Benua

Teori ini dikemukakan oleh Alfred Lothar Wegener (1880-1930). Pada teori ini menyatakan bahwa dahulu benua Amerika Utara dan Selatan berimpit dengan pantai Eropa Barat dan Afrika yang disebabkan karena adanya persamaan garis kontur serta kesamaan formasi geologi. Menurut Wegener dalam (Maryadi, Rahayu, & dkk, 2009, hal. 25) menerangkan bahwa dahulu benua merupakan satu kesatuan yang disebut Benua Pangea. Benua di sebelah selatan akan bergerak ke arah barat dan utara menuju katulistiwa yang disebabkan oleh pergeseran lempeng bumi. Lalu benua tersebut terpecah dan mengakibatkan Samudera Hindia terdesak ke utara, sehingga muncullah pegunungan Himalaya. Samudera Atlantik akan semakin luas karena benua Amerika yang bergerak ke arah barat.

Adapun menurut (Harmoni) bahwa akibat dari pergeseran pangea, antara lain:

- a. Memicu timbulnya pelipatan kerak bumi sehingga mengakibatkan jalur pegunungan melebar.
- b. Terbentunya pulau-pulau serta benua.
- c. Jika pergeseran kerak bumi berjalan berlawanan, maka akan menimbulkan cekungan.
- d. Dapat menyebabkan patahan minyak bumi, sehingga dapat memicu keluarnya gerakan magma ke atas yang dapat menimbulkan beberapa gunung berapi.

BAB VIII

GEMPA BUMI DAN TSUNAMI

A. Gempa Bumi

1. Pengertian Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Kata gempa bumi juga digunakan untuk menunjukkan daerah asal terjadinya kejadian gempa bumi tersebut. Bumi kita walaupun padat, selalu bergerak, dan gempa bumi terjadi apabila tekanan yang terjadi karena pergerakan itu sudah terlalu besar untuk dapat ditahan.

2. Macam-Macam Gempa Bumi

- a. Gempa bumi vulkanik (Gunung Api). Gempa bumi ini terjadi akibat adanya aktivitas magma, yang biasa terjadi sebelum gunung api meletus. Apabila keaktifannya semakin tinggi maka akan menyebabkan timbulnya ledakan yang juga akan menimbulkan terjadinya gempa bumi. Gempa bumi tersebut hanya terasa di sekitar gunung api tersebut.
- b. Gempa bumi tektonik. Gempa bumi ini disebabkan oleh adanya aktivitas tektonik, yaitu pergeseran lempeng lempeng tektonik secara mendadak yang mempunyai kekuatan dari yang sangat kecil hingga yang sangat besar. Gempa bumi ini banyak menimbulkan kerusakan atau bencana alam di bumi, getaran gempa bumi yang kuat mampu menjalar keseluruh bagian bumi. Gempa bumi tektonik disebabkan oleh pelepasan tenaga yang terjadi karena pergeseran lempengan plat tektonik seperti layaknya gelang karet ditarik dan dilepaskan dengan tiba-tiba. Tenaga yang dihasilkan oleh tekanan antara batuan dikenal sebagai kecacatan tektonik. Teori

dari tektonik plate (plat tektonik) menjelaskan bahwa bumi terdiri dari beberapa lapisan batuan, sebagian besar area dari lapisan kerak itu akan hanyut dan mengapung di lapisan seperti salju. Lapisan tersebut bergerak perlahan sehingga berpecah-pecah dan bertabrakan satu sama lainnya. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya gempa tektonik. Gempa bumi tektonik memang unik. Peta penyebarannya mengikuti pola dan aturan yang khusus dan menyempit, yakni mengikuti pola-pola pertemuan lempeng-lempeng tektonik yang menyusun kerak bumi. Dalam ilmu kebumiharian (geologi), kerangka teoretis tektonik lempeng merupakan postulat untuk menjelaskan fenomena gempa bumi tektonik yang melanda hampir seluruh kawasan, yang berdekatan dengan batas pertemuan lempeng tektonik. Contoh gempa tektonik ialah seperti yang terjadi di Yogyakarta, Indonesia pada Sabtu, 27 Mei 2006 dini hari, pukul 05.54 WIB.

- c. Gempa bumi runtuhan. Gempa bumi ini biasanya terjadi pada daerah kapur ataupun pada daerah pertambangan, gempa bumi ini jarang terjadi dan bersifat lokal.
- d. Gempa bumi buatan. Gempa bumi buatan adalah gempa bumi yang disebabkan oleh aktivitas dari manusia, seperti peledakan dinamit, nuklir atau palu yang dipukulkan ke permukaan bumi.

3. Faktor Penyebab Terjadinya Gempa Bumi

Kebanyakan gempa bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang dilakukan oleh lempengan yang bergerak. Semakin lama tekanan itu kian membesar dan akhirnya mencapai pada keadaan dimana tekanan tersebut tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempengan. Pada saat itulah gempa bumi akan terjadi. Gempa bumi terjadi karena gesekan antar lempeng-lempeng tektonik di bawah permukaan bumi. Pergesekan

ini mengeluarkan energi yang luar biasa besar dan menimbulkan guncangan dipermukaan. Indonesia sangat rawan gempa karena secara geografis berada dekat dengan lempeng-lempeng yang aktif dan saling berhubungan satu sama lain, serta karena adanya gunung-gunung berapi yang aktif.

Gempa bumi biasanya terjadi di perbatasan lempengan lempengan tersebut. Gempa bumi yang paling parah biasanya terjadi di perbatasan lempengan kompresional dan translasional. Gempa bumi fokus dalam kemungkinan besar terjadi karena materi lapisan litosfer yang terjepit ke dalam mengalami transisi fase pada kedalaman lebih dari 600 km. Beberapa gempa bumi lain juga dapat terjadi karena pergerakan magma di dalam gunung berapi. Gempa bumi seperti itu dapat menjadi gejala akan terjadinya letusan gunung berapi. Beberapa gempa bumi (namun jarang) juga terjadi karena menumpuknya massa air yang sangat besar di balik dam, seperti Dam Karibia di Zambia, Afrika. Sebagian lagi (jarang juga) juga dapat terjadi karena injeksi atau akstraksi cairan dari/ke dalam bumi contoh, pada beberapa pembangkit listrik tenaga panas bumi di Rocky Mountain Arsenal. Terakhir, gempa juga dapat terjadi dari peledakan bahan peledak. Hal ini dapat membuat para ilmuwan memonitor tes rahasia senjata nuklir yang dilakukan pemerintah. Gempa bumi yang disebabkan oleh manusia seperti ini dinamakan juga seismisitas terinduksi.

4. Dampak yang Ditimbulkan Dari Gempa Bumi

Gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan sarana seperti bangunan, jembatan dan jalan-jalan yang besar dan luas. Gempa juga dapat diikuti bencana alam berbahaya seperti tanah longsor dan tsunami. Korban jiwa biasanya terjadi karena tertimpa bagian-bagian bangunan roboh atau obyek berat lain seperti pohon dan tiang listrik. Orang sering terperangkap dalam bangunan runtuh. Gempa bumi

sering diikuti oleh gempa susulan dalam beberapa menit, jam, hari atau bahkan minggu setelah gempa yang pertama, walaupun sering tidak sekuat yang pertama. Ancaman gempa susulan adalah runtuhnya bangunan yang telah goyah dan rusak akibat gempa pertama.

B. Tsunami

1. Pengertian Tsunami

Tsunami (bahasa Jepang: 津波; secara harafiah berarti “ombak besar di pelabuhan”) adalah sebuah ombak yang terjadi setelah sebuah gempa bumi, gempa laut, gunung berapi meletus, atau hantaman meteor di laut. Tenaga setiap tsunami adalah tetap terhadap fungsi ketinggian dan kelajuannya. Dengan itu, apabila gelombang menghampiri pantai, ketinggiannya meningkat sementara kelajuannya menurun. Gelombang tersebut bergerak pada kelajuan tinggi, hampir tidak dapat dirasakan efeknya oleh kapal laut (misalnya) saat melintasi di laut dalam, tetapi meningkatkan ketinggian hingga mencapai 30 meter atau lebih di daerah pantai. Tsunami bisa menyebabkan kerusakan erosi dan korban jiwa pada kawasan pesisir pantai dan kepulauan.

2. Penyebab Terjadinya Tsunami

Tsunami dapat terjadi jika terjadi gangguan yang menyebabkan perpindahan sejumlah besar air, seperti letusan gunung api, gempa bumi, longsor maupun meteor yang jatuh ke bumi. Namun, 90% tsunami adalah akibat gempa bumi bawah laut. Dalam rekaman sejarah beberapa tsunami diakibatkan oleh gunung meletus, misalnya ketika meletusnya Gunung Krakatau.

Gerakan vertikal pada kerak bumi, dapat mengakibatkan dasar laut naik atau turun secara tiba-tiba, yang mengakibatkan gangguan kesetimbangan air yang berada di atasnya. Hal ini mengakibatkan terjadinya aliran energi air laut, yang ketika sampai di pantai menjadi gelombang besar yang mengakibatkan terjadinya

tsunami. Kecepatan gelombang tsunami tergantung pada kedalaman laut di mana gelombang terjadi, dimana kecepatannya bisa mencapai ratusan kilometer per jam. Bila tsunami mencapai pantai, kecepatannya akan menjadi kurang lebih 50 km/jam dan energinya sangat merusak daerah pantai yang dilaluinya.

Di tengah laut tinggi gelombang tsunami hanya beberapa cm hingga beberapa meter, namun saat mencapai pantai tinggi gelombangnya bisa mencapai puluhan meter karena terjadi penumpukan masa air. Saat mencapai pantai tsunami akan merayap masuk daratan jauh dari garis pantai dengan jangkauan mencapai beberapa ratus meter bahkan bisa beberapa kilometer. Gerakan vertikal ini dapat terjadi pada patahan bumi atau sesar. Gempa bumi juga banyak terjadi di daerah subduksi, dimana lempeng samudera menelusup ke bawah lempeng benua. Tanah longsor yang terjadi di dasar laut serta runtuhnya gunung api juga dapat mengakibatkan gangguan air laut yang dapat menghasilkan tsunami.

Gempa yang menyebabkan gerakan tegak lurus lapisan bumi. Akibatnya, dasar laut naik-turun secara tiba-tiba sehingga keseimbangan air laut yang berada di atasnya terganggu. Demikian pula halnya dengan benda kosmis atau meteor yang jatuh dari atas. Jika ukuran meteor atau longsor ini cukup besar, dapat terjadimegatsunami yang tingginya mencapai ratusan meter.

Tsunami sebenarnya adalah pola air yang bergerak. Polanya selalu masuk akal dan dapat dibaca. Setiap kubik air mempunyai kekuatan mencapai 4 ton tenaga dorongan. Tsunami setinggi 60 kaki memiliki tekanan sebesar 3-4 bar. Dan kekuatan terjang ombaknya mencapai hingga 80 kilo newton. Biasanya kemunculan ombak atau gelombang dimulai dari lautan lepas dan terbuka. Karena pola airnya yang masuk akal, dan dapat terukur dengan *spectroscop* (alat pengukur gelombang laut atau amplitudo antar gelombangnya) maka letak *episentrum* atau pusat gempanya

dapat diperkirakan. Biasanya perpindahan barang yang dihempaskan oleh gelombang tsunami dapat menentukan letak episentrumnya, atau pusat ledakan (*explosive gempa*).Pemicu tsunami adalah karena adanya ledakan di bawah laut dalam area yang luas. Ledakan itu terjadi karena adanya gempa tektonik.

3. Dampak Terjadinya Tsunami

Dampak negatif yang diakibatkan tsunami adalah merusak apa saja yang dilaluinya. Bangunan, tumbuh-tumbuhan, dan mengakibatkan korban jiwa manusia serta menyebabkan genangan, pencemaran air asin lahan pertanian, tanah, dan air bersih. Kebanyakan kota di sekitar Samudra Pasifik, terutama di Jepang juga di Hawaii, mempunyai sistem peringatan dan prosedur pengungsian sekiranya tsunami diramalkan akan terjadi. Tsunami akan diamati oleh berbagai institusi seismologi sekeliling dunia dan perkembangannya dipantau melalui satelit . Bukti menunjukkan tidak mustahil terjadinya mega tsunami, yang menyebabkan beberapa pulau tenggelam.

4. Hal yang Harus Dilakukan Saat & Setelah Terjadi Tsunami

a. Jika tsunami datang

- 1) Jangan panik.
- 2) Jangan menjadikan gelombang tsunami sebagai tontonan. Apabila gelombang tsunami dapat dilihat, berarti kita berada di kawasan yang berbahaya.
- 3) Jika air laut surut dari batas normal, tsunami mungkin terjadi.
- 4) Bergeraklah dengan cepat ke tempat yang lebih tinggi ajaklah keluarga dan orang di sekitar turut serta. Tetaplah di tempat yang aman sampai air laut benar-benar surut. Jika Anda sedang berada di pinggir laut atau dekat sungai, segera berlari sekuat-kuatnya ke

tempat yang lebih tinggi. Jika memungkinkan, berlailah menuju bukit yang terdekat.

- 5) Jika situasi memungkinkan, pergilah ke tempat evakuasi yang sudah ditentukan.
- 6) Jika situasi tidak memungkinkan untuk melakukan tindakan seperti di atas, carilah bangunan bertingkat yang bertulang baja (*ferroconcrete building*), gunakan tangga darurat untuk sampai ke lantai yang paling atas (sedikitnya sampai ke lantai 3).
- 7) Jika situasi memungkinkan, pakai jaket hujan dan pastikan tangan anda bebas dan tidak membawa apa-apa.

b. Sesudah tsunami

- 1) Ketika kembali ke rumah, jangan lupa memeriksa kerabat satu-persatu
- 2) Jangan memasuki wilayah yang rusak, kecuali setelah dinyatakan aman.
- 3) Hindari instalasi listrik.
- 4) Datangi posko bencana, untuk mendapatkan informasi. Jalinlah komunikasi dan kerja sama dengan warga sekitar.
- 5) Bersiaplah untuk kembali ke kehidupan yang normal.

BAB IX

ASAL USUL BATUAN DAN SIFAT-SIFAT BATUAN

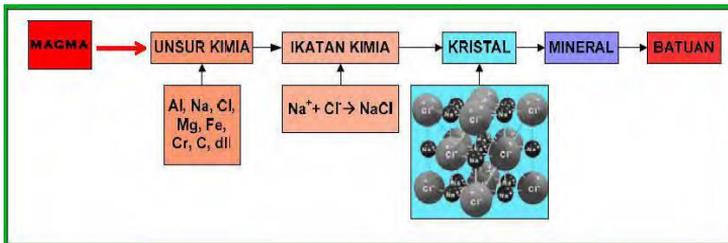
A. Pengertian Batuan

Menurut Hartono (2009:57) Batuan merupakan benda alam yang menjadi penyusun utama di muka bumi. Pada umumnya batuan merupakan campuran mineral yang bergabung secara fisik antara satu mineral dengan mineral lainnya. Beberapa batuan hanya tersusun atas beberapa mineral saja dan mineral lainnya dibentuk oleh gabungan mineral yang berasal dari bahan organik dan bahan-bahan vulkanik. Secara umum, komposisi batuan di permukaan bumi yang didasarkan atas jenis batumannya didominasi oleh jenis batuan sedimen yang menutupi hampir 66% permukaan bumi, sedangkan 34% berupa batuan ekstrusi 8%, batuan intrusi 9%, dan batuan metamorf 17%.

B. Jenis batuan Berdasarkan proses terjadinya

1. Batuan Beku (*Igneous Rock*)

Konsep Batuan Beku yaitu :



Gambar Dari unsur kimia yang terkandung dalam magma saling mengikat membentuk kristal sehingga terbentuk mineral, kumpulan mineral tertentu membentuk batuan beku tertentu. Menurut Mustagfhirin.M (2014:36-40) Batuan beku (*Igneous rock*) merupakan batuan yang berasal dari hasil proses pembekuan magma dan merupakan kumpulan interlocking Agregat mineral mineral silikat hasil

pendinginan magma, terjadinya batuan beku dapat didalam bumi yaitu batuan beku plutonik atau batuan beku intrusiv maupun dapat terjadi dekat permukaan atau dipermukaan bumi yaitu batuan beku vulkanik , atau batuan beku ekstrusif.

Igneous berasal dari kata ignis yang berarti api atau pijar,karena magma merupakan material silikat yang panas dan pijar yang terdapat di dalam bumi. Magma merupakan material silikat yang sangat panas yang terdapat di dalam bumi dengan temperatur berkisar antara 600°C sampai 1500°C. Magma disusun oleh bahan yang berupa gas (volatil) seperti H₂O dan CO₂, dan bukan gas yang umumnya terdiri dari Si, O , Fe , Al , Ca , K , Mg, Na , dan minor element seperti V, Sr, Rb, dll.

Sedangk menurut Hartono (2009:57) Batuan beku atau *igneous rock* berasal dari bahasa latin *inis* yang berarti api (*fire*). Batuan beku merupakan batuan hasil pembentukan cairan magma, baik di dalam maupun di atas permukaan bumi sehingga tekstur yang terbentuk sangat bergantung kondisi pembekuannya. Magma panas yang bergerak dari dalam bumi ke permukaan semakin lama semakin dingin dan pada akhirnya membeku. Batuan beku yang tidak mencapai permukaan bumi disebut batuan beku dalam atau batuan intrusi (*plutonis*). Proses pembekuan batuan plutonis berlangsung lambat sehingga menghasilkan bentuk kristal-krital besar yang sering disebut pula tekstur *phaneritis*. Sementara itu, ada pembentukan batuan setelah mencapai permukaan bumi sehingga dikenal dengan nama batuan beku luar atau batuan ekstrusi (batuan vulkanis). Batuan vulkanis dengan cepat sekali membeku sehingga jenis kristal batuanya besar, bersifat halus, dan sulit dilihat dengan mata telanjang. Batuan dengan mineral halus disebut tekstur *aphanitis*. Menurut Dibyso soegimo dan Ruswanto (2009:63) Jauh di bawah permukaan bumi, panas begitu tinggi hingga sebagian batuan meleleh. Ketika mendingin, lelehan batu ini atau magma mengeras hingga

menghasilkan batuan beku dalam, contoh batu granit. Ini dapat terjadi di bawah tanah. Magma yang dapat muncul ke permukaan bumi sebagai lava juga mendingin menjadi batuan beku luar, contoh batu basal.

Secara singkat Batuan Beku : batuan yang terbentuk karena pembentukan magma dan lava yang membeku. pengertian magma adalah batuan cair dan sangat panas yang berada di dalam kerak bumi/perut bumi. Pengertian lava adalah magma yang mencapai permukaan bumi.

Beberapa jenis batuan beku yang banyak terdapat di alam adalah *batu apung, batu kaca (obsidian), granit, basalt, diolit, andesit, gabro, dasit*

a. Batu apung



- 1) Ciri : warna keabu-abuan, berpori-pori, bergelembung, ringan, terapung dalam air
- 2) Cara terbentuk : dari pendinginan magma yang bergelembung-gelembung
- 3) Kegunaan : untuk mengampelas atau menghaluskan kayu, di bidang industri digunakan sebagai bahan pengisi (filler), isolator temperatur tinggi dan lain-lain.

b. Obsidian (batu kaca)

- 1) Ciri : Warnanya bening seperti kaca dan warnanya kadang-kadang hitam mulus, merah tua, agak hijau atau abu-abu. Batu ini jarang yang berwarna kuning atau merah putih atau biru. Batu obsidian sering ditemukan dalam keadaan mengkilau mulus walaupun belum dipoles. Batu obsidian terbuat dari

70% silicon dioxide bahkan lebih dan jika tercampur mineral mineral tertentu warnanya akan berubah.

- 2) Cara terbentuk : Obsidian merupakan batuan yang terbentuk oleh hasil kegiatan erupsi gunung api bersusunan asam hingga basa yang pembekuannya sangat cepat sehingga akan terbentuk gelas atau kaca daripada kristal dominan. Obsidian merupakan batuan yang disusun secara keseluruhan dari kaca amorf dan sedikit kristal feldspar, mineral hitam dan kuarsa.
- 3) Kegunaan : untuk alat pemotong atau ujung tombak (pada masa purbakala) dan bisa dijadikan kerajinan. Di Itali, Perancis dan Belanda batu ini dipercayai sebagai jimat pengusir roh jahat yang harus dimiliki di tiap rumah.

c. Granit



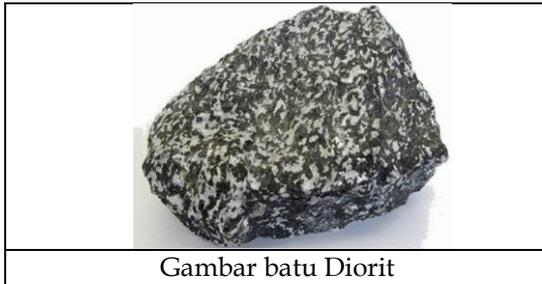
- 1) Ciri : terdiri atas kristal-kristal kasar, warna putih sampai abu-abu, kadang-kadang jingga, Batuan ini banyak di temukan di daerah pinggiran pantai dan di pinggiran sungai besar ataupun di dasar sungai.
- 2) Cara terbentuk : dari pendinginan magma yang terjadi dengan lambat di bawah permukaan bumi
- 3) Kegunaan : sebagai bahan bangunan

d. Basalt



- 1) Ciri : terdiri atas kristal-kristal yang sangat kecil, berwarna hijau keabu-abuandan berlubang-lubang
- 2) Cara terbentuk : dari pendinginan lava yang mengandung gas tetapi gasnya telah menguap. Batuan Basalt lazimnya bersifat masif dan keras, bertekstur afanitik, terdiri atas mineral gelas vulkanik, plagioklas, piroksin. Amfibol dan mineral hitam. Kandungan mineral Vulkanik ini hanya dapat terlihat pada jenis batuan basalt yang berukuran butir kuarsa, yaitu jenis dari batuan basalt yang bernama gabbro. Berdasarkan komposisi kimianya, basalt dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu basalt alkali dan basalt tholeitik. Perbedaan di antara kedua tipe basalt itu dapat dilihat dari kandungan Na_2O dan K_2O . Untuk konsentrasi SiO_2 yang sama, basalt alkali memiliki kandungan Na_2O dan K_2O lebih tinggi daripada basalt tholeitik.
- 3) Kegunaan : sebagai bahan baku dalam industri poles, bahan bangunan / pondasi bangunan (gedung, jalan, jembatan, dll)

e. Diorit



- 1) Ciri : Kelabu bercampur putih, atau hitam bercampur putih
- 2) Cara terbentuk : dari hasil peleburan lantai samudra yang bersifat mafic pada suatu subduction zone, biasanya diproduksi pada busur lingkaran volkanis, dan membentuk suatu gunung didalam cordilleran (subduction sepanjang tepi suatu benua, seperti pada deretan Pegunungan). Terdapat emplaces yang besar

berupa batholiths (banyak beribu-ribu mil-kwadrat) dan mengantarkan magma sampai pada permukaan untuk menghasilkan gunung api gabungan dengan lahar andesiteKegunaan : sbg batu ornamen dinding maupun lantai bangunan gedung dan sbg bahan bangunan (hiasan)

f. Andesit



Gambar batu Andesit

- 1) Ciri : batuan bertekstur halus, berwarna abu-abu hijau tetapi sering merah atau jingga
- 2) Cara terbentuk : berasal dari lelehan lava gunung merapi yang meletus, terbentuk (membeku) ketika temperatur lava yang meleleh turun antara 900 sampai dengan 1,100 derajat Celsius.
- 3) Kegunaan : Nisan kuburan, Cobek, Arca untuk hiasan, Batu pembuat candi. Pusat kerajinan dan pemotongan batu Andesit juga terdapat di daerah Cirebon dan Majalengka Jawa Barat. Karena di daerah ini banyak terdapat perbukitan yang merupakan daerah tambang Batu Andesit. Untuk batu Andesit di daerah Cirebon umumnya berwarna abu-abu dan terdiri dari 2 Jenis utama: Andesit Bintik dan Andesit Polos.

g. Gabro



Gambar batu Gabro

- 1) Ciri : Berwarna hitam, kehijauan gelap, dan abu-abu gelap. menunjukkan kandungan silika rendah sehingga magma asal bersifat basa. Struktur batuan ini adalah massive, tidak terdapat rongga atau lubang udara maupun retakan-retakan. Batuan ini memiliki tekstur fanerik karena mineral-mineralnya dapat dilihat langsung secara kasat mata dan mineral yang besar menunjukkan bahwa mineral tersebut terbentuk pada suhu pembekuan yang relatif lambat sehingga bentuk mineralnya besar-besar. Batuan ini masih segar dan tidak pernah terkena gaya endogen yang dapat meninggalkan retakan pada batuan. Derajat kristalisasi sempurna, bahwa batuan ini secara keseluruhan tersusun atas kristal sehingga disebut holocrystalline. Tekstur seperti ini menunjukkan proses pembentukan magma yang lambat.
- 2) Cara terbentuk : terbentuk dari magma yang membeku di dalam gunung
- 3) Kegunaan : untuk penghasil pelapis dinding (sebagai marmor dinding)

h. Dasit



Dasit merupakan batuan yang memiliki ciri-ciri berwarna abu-abu terang, mineral plagioklas berbutir kasar dalam masa dasar lebih halus. Dasit mengandung 15-20% kwarsa, kurang lebih 60% feldaspar dan 10-20% biotit atau hornblende. Mineral silikat ada dalam jumlah sedikit. Misalnya biotit, hornblende, dan augit. Jika

panerisnya plagioklas atau kwarsa banyak, disebut dengan porfir dan dasit. Masa dasar dari batuan ini biasanya berbutir halus, tetapi dapat juga secara gradual menjadi glass.

Berdasarkan tempat pendinginannya ada tiga macam batuan beku.

- 1) Batuan Tubir/Batu Beku Dalam. Batuan tubir terbentuk jauh di dalam kulit bumi dan hanya terdiri atas kristal saja. Karena pendinginannya lambat sekali maka kristalnya besar-besar, misalnya granit.
- 2) Batuan Leleran/Batu Beku Luar. Batuan ini membeku di luar kulit bumi sehingga temperatur turun cepat sekali. Zat-zat dari magma hanya dapat membentuk kristal-kristal kecil, dan sebagian ada yang sama sekali tidak dapat menjadi kristal. Itu sebabnya batuan leleran ada yang terdiri atas kristal-kristal besar, kristal-kristal kecil dan bahan amorf, misalnya liparit. Ada yang hanya terdiri atas bahan amorf, misalnya batu apung.
- 3) Batuan Korok/Batu Beku Gang. Batuan ini terbentuk di dalam korok-korok atau gang-gang. Karena tempatnya dekat permukaan, pendinginannya lebih cepat. Itu sebabnya batuan ini terdiri atas kristal besar, kristal kecil, dan bahkan ada yang tidak mengkristal. Misalnya bahan amorf dan granit fosfir.

2. Batuan Sedimen (endapan)

a. Pengertian Batuan Sedimen

Menurut deJauhari (2014) Sedimen adalah sebuah partikel yang dapat ditransport oleh aliran fluida yang kemudian diendapkan sebagai sedimen. Pada umumnya, sedimen diangkut dan dipindahkan oleh air (proses fluvial), oleh angin (proses aeolian) dan oleh es (glacier). Endapan pasir pantai dan endapan pada saluran sungai adalah contoh-contoh dari pengangkutan dan pengendapan fluvial, meskipun sedimen dapat juga mengendap pada aliran yang sangat lambat atau pada air

yang relatif diam seperti di danau atau di lautan. Endapan "sand dunes" dan endapan "loess" yang terdapat di gurun merupakan contoh dari pengangkutan dan pengendapan yang disebabkan oleh proses angin, sedangkan endapan "moraine" yang terdapat di daerah yang beriklim dingin merupakan contoh dari pengangkutan dan pengendapan proses gletser.

Sedangkan menurut Hartono (2009:53) Batuan endapan (sedimen) adalah jenis batuan yang terjadi karena adanya pengendapan materi hasil erosi. Sekitar 80% permukaan benua tertutup oleh batuan sedimen. Materi hasil erosi terdiri atas berbagai jenis partikel, ada yang halus, kasar, berat, dan juga ringan. Cara pengangkutannya bermacam-macam, seperti terdorong (*traction*), terbawa secara melompatlompat (*saltation*), terbawa dalam bentuk suspensi, dan ada pula yang larut (*salution*). Menurut Diby Sugimo dan Ruswanto (2009:63) Es, angin, dan air mengikis batu-batuan menjadi kerikil, pasir, dan partikel kecil yang disebut *sedimen*. Lapisan sedimen yang mengandung kerikil, pasir, tanah liat, dan rangka-rangka hewan terkubur dalam tanah dan tertekan sehingga lambat laun menjadi batuan keras yang disebut *batuan sedimen/konglomerat*.

Sedimen merupakan bahan atau partikel yang terdapat di permukaan bumi (di daratan ataupun lautan), yang telah mengalami proses pengangkutan (transportasi) dari satu tempat (kawasan) ke tempat lainnya. Sedimen ini apabila mengeras (membatu) akan menjadi batuan sedimen. Ilmu yang mempelajari batuan sedimen disebut dengan sedimentologi. Faktor-faktor yang mengontrol terbentuknya sedimen adalah iklim, topografi, vegetasi dan juga susunanyang ada dari batuan. Sedangkan faktor yang mengontrol pengangkutan sedimen adalah air, angin, dan juga gaya gravitasi. Sedimen dapat terangkut baik oleh air, angin, dan bahkan salju/gletser. Mekanisme pengangkutan

sedimen oleh air dan angin sangatlah berbeda.

Pertama, karena berat jenis angin relatif lebih kecil dari air maka angin sangat susah mengangkut sedimen yang ukurannya sangat besar. Besar maksimum dari ukuran sedimen yang mampu terangkut oleh angin umumnya sebesar ukuran pasir. Kedua, karena sistem yang ada pada angin bukanlah sistem yang terbatas (confined) seperti layaknya channel atau sungai maka sedimen cenderung tersebar di daerah yang sangat luas bahkan sampai menuju atmosfer. Sedimen-sedimen yang ada terangkut sampai di suatu tempat yang disebut cekungan. Di tempat tersebut sedimen sangat besar kemungkinan terendapkan karena daerah tersebut relatif lebih rendah dari daerah sekitarnya dan karena bentuknya yang cekung ditambah akibat gaya gravitasi dari sedimen tersebut maka susah sekali sedimen tersebut akan bergerak melewati cekungan tersebut. Dengan semakin banyaknya sedimen yang diendapkan, maka cekungan akan mengalami Penurunan dan membuat cekungan tersebut semakin dalam sehingga semakin banyak sedimen yang terendapkan. Penurunan cekungan sendiri banyak disebabkan oleh penambahan berat dari sedimen yang ada dan kadang dipengaruhi juga struktur yang terjadi di sekitar cekungan seperti adanya patahan.

b. Klasifikasi batuan sedimen

1) Komposisi

Pada dasarnya, komposisi sedimen dapat diketahui dari litologi batuan asalnya, komposisi mineral dan susunan kimiawinya. Kondisi ini menjadikan lempung dapat bermakna dua, yaitu disatu sisi lempung dipakai sebagai ukuran besar butir dan disisi lain digunakan sebagai komposisi mineral penyusun batuan.

a) Pembentukan perlapisan sungai (Fluvial bedforms).

Pergerakan sedimen dapat membentuk struktur yang teratur dengan sendirinya seperti struktur-struktur riak (ripple), gumpuk (dunes), antidunes pada sungai atau perlapisan sungai. Bentuk perlapisan seringkali terawatkan dalam batuan sedimen dan dapat dipakai untuk memperkirakan arah dan besarnya aliran saat sedimen diendapkan. Bentuk lapisan (bedform) adalah kenampakan suatu endapan di atas lapisan suatu sungai (proses fluvial) atau masa aliran air yang terbentuk oleh terhadap kedalaman aliran dan kecepatan, yang dinyatakan sebagai bilangan Froude.

b) Pembentukan Batuan Sedimen

Batuan sedimen terbentuk ketika sedimen diendapkan melalui air, angin, gayaberat, atau es/glasial yang mengalir membawa partikel-partikel dalam bentuk suspensi. Sedimen sedimen ini seringkali berasal dari proses pelapukan dan erosi hasil penghancuran batuan menjadi partikel-partikel lepas. Partikel-partikel ini kemudian diangkut dari sumbernya ke tempat tempat pengendapannya. Jenis sedimen yang terangkut ke suatu tempat tergantung pada kondisi geologi yang ada di daerah sumber sedimennya. Beberapa batuan sedimen, seperti batuan evaporit, tersusun dari material yang berasal dimana sedimen diendapkan. Batuan sedimen secara alami tidak hanya tergantung pada pasokan sedimen, tetapi juga pada lingkungan sedimen dimana sedimen terbentuk. Faktor faktor pembentuk batuan sedimen yaitu sebagai berikut :

1) Lingkungan Pengendapan/Sedimentasi

Tempat dimana batuan sedimen terbentuk dikenal sebagai lingkungan pengendapan. Setiap lingkungan pengendapan mempunyai karakteristik masing-masing yang dipengaruhi oleh kombinasi antara proses geologi dengan lingkungan sekitarnya. Jenis jenis sedimen yang diendapkan tidak hanya tergantung pada sedimen yang diangkut akan tetapi juga tergantung pada lingkungan dimana sedimen itu diendapkan.

Batuan yang diendapkan di dalam laut dikenal sebagai lingkungan pengendapan laut. Seringkali lingkungan laut dibedakan antara lingkungan pengendapan laut dangkal dan lingkungan pengendapan laut dalam. Biasanya lingkungan pengendapan laut dalam berada pada kedalaman di atas 200 meter di bawah muka air laut, sedangkan lingkungan pengendapan laut dangkal berada pada garis pantai dan berlanjut hingga ke batas tepi benua.

Pada lingkungan ini biasanya air berada dalam kondisi energi yang lebih besar dibandingkan dengan lingkungan laut dalam, karena aktifitas gelombang. Oleh karena energi yang besar maka partikel partikel sedimen yang kasar dapat diangkut sehingga endapan sedimennya dapat lebih kasar dibandingkan yang berada di lingkungan laut dalam. Ketika ketersediaan sedimen di daratan diangkut ke lingkungan laut maka perselingan pasir, lempung dan lanau akan diendapkan. Apabila daratannya berada jauh, maka jumlah sedimen yang diangkut kemungkinan hanya sedikit dan proses biokimia akan mendominasi dari jenis

batuan yang akan terbentuk. Terutama di daerah yang beriklim hangat, pada lingkungan laut dangkal yang jauh dari lepas pantai akan dijumpai endapan batuan karbonat. Air yang hangat dan dangkal merupakan tempat yang ideal bagi habitat dari organisme kecil yang membangun cangkangnya dengan karbonat. Ketika organisme ini mati maka cangkangnya akan tenggelam ke dasar laut membentuk lapisan lumpur karbonat yang apabila mengalami pematangan (litifikasi) akan berubah menjadi batugamping. Lingkungan laut dangkal yang hangat juga merupakan tempat ideal bagi terumbu karang dan apabila mati dan mengendap akan berubah menjadi sedimen yang kaya akan cangkang dari organisme besar.

Pada lingkungan laut dalam, arus air biasanya kecil. Hanya partikel-partikel halus yang dapat diangkut ke tempat semacam ini. Jenis sedimen yang diendapkan di dasar laut adalah lempung atau cangkang-cangkang kecil dari mikro-organisme. Pada kedalaman 4 kilometer di bawah laut, solubilitas dari karbonat meningkat secara signifikan. Sedimen karbonat yang tenggelam pada kedalaman ini tidak akan membentuk batugamping. Cangkang cangkang mikro-organisme membentuk silika, seperti radiolarite. Apabila dasar dari lautannya membentuk sudut, seperti di lereng benua, maka sedimen yang berada pada lereng benua dapat mengalami longsoran ke arah bagian dasar samudra membentuk arus turbidit. Sekuen dari batuan sedimen yang terbentuk oleh arus turbidit disebut sebagai endapan turbidit.

Batuan sedimen yang terbentuk di daratan dikenal dengan lingkungan pengendapan daratan (benua). Contoh dari lingkungan pengendapan benua adalah laguna, danau, dataran banjir, dan kipas aluvial sungai. Pada air yang tenang di daerah rawa, danau, dan laguna endapan sedimen umumnya berbutir halus biasanya bercampur dengan material organik yang berasal dari tanaman atau binatang yang telah mati. Disamping pengangkutan oleh air, sedimen di daratan dapat diangkut oleh angin atau glasial. Sedimen yang diangkut oleh angin umumnya pemilannya baik sedangkan yang diangkut oleh es dicirikan oleh pemilahan yang buruk.

2) Cekungan Sedimentasi

Cekungan sedimentasi adalah suatu tempat yang sangat luas dimana sedimen terakumulasi. Jumlah sedimen yang dapat diendapkan dalam suatu cekungan sangat tergantung pada kedalaman cekungan tersebut, dan tempat ini disebut juga sebagai ruang akomodasi sedimen. Kedalaman, bentuk dan ukuran suatu cekungan ditentukan oleh posisi tektoniknya. Apabila litosfir bergerak ke arah atas (tectonic uplift) maka daratan akan naik melewati ketinggian muka air laut, maka erosi akan mulai bekerja dan daerah tersebut akan menjadi sumber material dari sedimen yang baru. Tempat tempat dimana litosfir bergerak turun, maka akan terbentuk suatu cekungan dimana sedimentasi akan terjadi ditempat ini dan ketika litosfir tetap mengalami penurunan, maka ruang akomodasi yang baru akan terus terbentuk.

Pada dasarnya pembentukan cekungan sedimen erat hubungannya dengan batas-batas lempeng, yaitu pada batas lempeng divergen yaitu pembentukan cekungan akibat berpisahannya 2 benua yang membentuk rift kemudian diisi oleh air laut yang kemudian membentuk rift basin. Cekungan juga dapat terjadi apabila sebagian litosfir terpanaskan dan kemudian mengalami pendinginan kembali sehingga menyebabkan densitasnya meningkat yang menyebabkan amblesan isostatik (isostatic subsidence). Apabila amblesan ini berlanjut maka akan terbentuk cekungan yang dikenal dengan cekungan kantong (sag basin). Contoh cekungan kantong adalah daerah tepi benua yang pasif, tetapi cekungan kantong dapat juga dijumpai di bagian dalam benua. Total ketebalan sedimen yang dapat mengisi cekungan kantong dapat mencapai 10 km. Cekungan sedimen juga terjadi pada batas lempeng konvergen, dimana kedua lempeng yang saling

bertabrakan menghasilkan cekungan busur depan (fore-arc basin) sebagai hasil pembubungan lempeng yang berbentuk cekungan memanjang asimetri yang dalam. Cekungan busur muka diisi oleh endapan laut dalam dengan sekuen turbidit yang tebal. Pengisian sedimen ini dikenal sebagai flysch. Cekungan dapat terbentuk juga dibagian belakang dari busur gunungapi yang dikenal sebagai cekungan belakang busur (back-arc basin). Cekungan belakang busur biasanya diisi oleh sedimen laut dangkal dan molasse.

3) Pengaruh Siklus Astronomi

Dalam banyak kasus perubahan facies dan kenampakan sekuen batuan dari suatu siklus batuan sedimen akan terlihat secara alami. Siklus ini disebabkan oleh perubahan dalam pasokan sedimen dan lingkungan pengendapannya. Kebanyakan dari perubahan siklus disebabkan oleh siklus astronomi. Siklus astronomi yang pendek dapat terjadi antara pasang-surut atau pasang setiap 2 minggu. Dalam skala yang lebih besar, perubahan pada iklim dan muka air laut yang disebabkan oleh berubahnya orientasi dan atau posisi rotasi bumi dan orbit bumi mengelilingi matahari. Terdapat sejumlah siklus dari rotasi bumi yang diketahui terakhir antara 10000 dan 200000 tahun.

Perubahan kecil dalam orientasi sumbu bumi atau lamanya musim merupakan faktor utama yang berpengaruh terhadap perubahan iklim di muka bumi. Sebagai contoh umur es 2,6 juta tahun yang lalu (Jaman Kuartar), diasumsikan sebagai pengaruh dari siklus astronomi. Perubahan iklim dapat mempengaruhi kenaikan muka air laut dan akan menambah ruang akomodasi pada cekungan sedimen serta pasokan sedimen dari wilayah tertentu. Begitu juga, perubahan yang kecil dapat menyebabkan perubahan yang besar dalam lingkungan pengendapan dan sedimentasi.

4) Kecepatan Suatu saluran yang berada pada dataran pasang-surut

akan mengendapkan sedimen dengan ketebalan hingga beberapa meter dalam satu hari, sedangkan di dasar lautan yang sangat

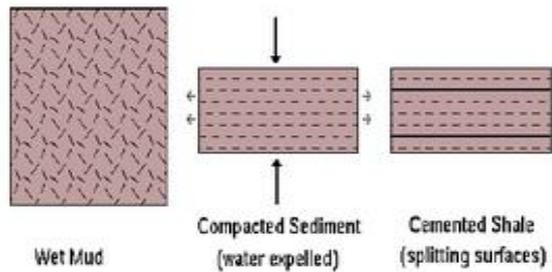
dalam setiap tahunnya hanya beberapa milimeter saja sedimen yang terakumulasi. Suatu perbedaan yang sangat jelas antara pengendapan yang normal dengan pengendapan yang disebabkan oleh proses katatrofisme. Proses pengendapan katatrofis dapat terjadi karena proses yang bersifat tiba-tiba seperti gerakan tanah (longsor tanah), luncuran batuan atau banjir bandang. Pada proses katatrofis dapat disaksikan pengendapan dari sejumlah besar sedimen dan terjadi secara tiba-tiba dalam satu satuan waktu yang cepat. Pada beberapa lingkungan pengendapan, kebanyakan dari total kolom batuan sedimen yang terbentuk oleh proses katatrofis, meskipun lingkungannya seringkali merupakan lingkungan yang tenang. Lingkungan pengendapan yang lainnya adalah lingkungan pengendapan yang didominasi oleh lingkungan yang normal serta pengendapan yang sedang berlangsung hingga saat ini.

Pada beberapa lingkungan pengendapan, sedimentasi hanya terjadi pada beberapa tempat. Sebagai contoh, di daerah gurun angin akan mengendapkan material silisiklastik (lanau atau pasir) di beberapa lokasi secara setempat setempat, atau banjir akibat katatrofis di suatu Wadi dapat memperlihatkan pengendapan secara tiba-tiba dari sejumlah besar material detritus, tetapi di kebanyakan tempat erosi yang didominasi oleh angin sangat dominan. Jumlah batuan sedimen yang terbentuk tidak saja tergantung pada jumlah material yang dipasok, tetapi juga tergantung pada bagaimana material

berkonsolidasi dengan baik. Kebanyakan endapan sedimen akan dengan cepat terendapkan setelah pengendapan dipindahkan oleh proses erosi.

5) Diagenesa

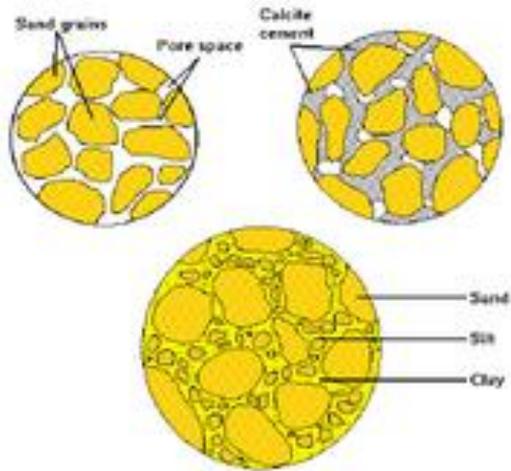
Diagenesa adalah proses perubahan yang terjadi setelah sedimen diendapkan. Proses ini melibatkan semua perubahan selama dan setelah pembentukan menjadi suatu batuan dan proses pembentukan batuan dari sedimen dikenal sebagai litifikasi. Diagenesa terjadi melalui proses kompaksi, sementasi, rekristalisasi dan perubahan kimiawi dari sedimen. Kompaksi terjadi sebagai akibat berat sedimen yang terakumulasi dan butiran-butiran mineral secara bersamaan. Kompaksi akan mengurangi ruang pori dan menghilangkan kandungan air yang terdapat didalamnya.



Gambar 3-20 Proses kompaksi dan sementasi dari sedimen lumpur

Istilah diagenesa dipakai untuk menjelaskan semua perubahan kimia, fisika dan biologi termasuk sementasi yang terjadi pada sedimen setelah sedimen diendapkan. Beberapa proses yang menyebabkan sedimen terkonsolidasi yaitu menjadi kompak dan

berbentuk padat. Batuan sedimen muda, terutama yang berumur Kuartar seringkali dijumpai dalam kondisi tidak terkonsolidasi. Sebagai endapan sedimen terbentuk karena tekanan litostatik meningkat dan terjadi proses pembatuan / litifikasi.



Gambar Butiran dan rongga pori (kiri atas); butiran dan semen karbonat (kanan atas); fragmen pasir, lempung dan lanau dalam semen karbonat

Batuan sedimen seringkali jenuh oleh air laut atau air bawahtanah, sehingga mineral-mineral dapat larut atau mengalami penguapan. Penguapan mineral akan mengurangi ruang pori dalam batuan dan proses ini disebut proses sementasi. Berkurangnya ruang pori mengakibatkan larutan fluida keluar. Penguapan mineral akan membentuk semen dan membuat batuan bertambah kompak dan padat. Apabila pengendapan berlanjut, lapisan batuan yang lebih tua akan semakin tertekan dan tekanan

litostatik akan semakin meningkat dikarenakan beban yang terus bertambah. Kompaksi merupakan contoh yang penting dari proses diagenetik pada lempung, yang awalnya terdiri dari 60% air, selama kompaksi air akan tertekan keluar dari batuan. Kompaksi dapat juga berpengaruh pada proses kimiawi, seperti larutan yang tertekan akan menyebabkan material masuk ke dalam larutan pada tekanan yang tinggi.

Beberapa proses biokimiawi, seperti aktivitas bakteri dapat berdampak pada mineral mineral dalam suatu batuan dan proses ini merupakan bagian dari proses diagenesa. Jamur dan tumbuhan (melalui akarnya) serta berbagai organisme lainnya yang hidup dibawah permukaan tanah dapat berpengaruh pada proses diagenesa. Batuan yang tertekan karena pengendapan terjadinya pengendapan yang terus menerus akan meningkatkan tekanan dan temperatur yang dapat menstimulasi reaksi kimia. Sebagai contoh adalah reaksi organik yang terjadi pada material/ bahan organik yang berubah menjadi lignit atau batubara.

c) Sifat Sifat Batuan Sedimen

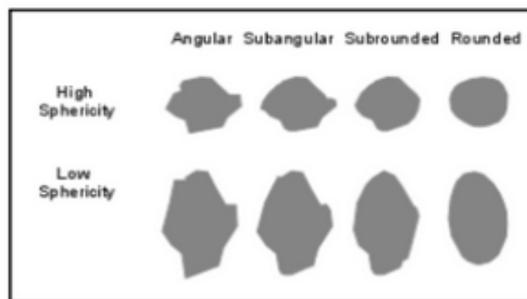
1) Perlapisan

Pada umumnya batuan sedimen dapat dikenali dengan mudah dilapangan dengan adanya perlapisan. Perlapisan pada batuan sedimen klastik disebabkan oleh (1) perbedaan besar butir, seperti misalnya antara batupasir dan batu lempung; (2) Perbedaan warna batuan, antara batupasir yang berwarna abu-abu terang dengan batulempung yang berwarna abu-abu kehitaman.

2) Tekstur

Pada hakekatnya tekstur adalah hubungan antar butir / mineral yang terdapat di dalam batuan. Tekstur yang terdapat dalam batuan sedimen terdiri dari fragmen batuan / mineral dan matrik (masa dasar). Adapun yang termasuk dalam tekstur pada batuan sedimen klastik terdiri dari: Besar butir (grain size), Bentuk butir (grain shape), kemas (fabric), pemilahan (sorting), sementasi, kesarangan (porosity), dan kelulusan (permeability).

- a) Besar Butir (Grain Size) adalah ukuran butir dari material penyusun batuan sedimen diukur berdasarkan klasifikasi Wenworth.
- b) Bentuk butir (Grain shape) pada sedimen klastik dibagi menjadi: Rounded (Membundar), Sub-rounded (Membundartanggung), Sub-angular (Menyudut-tanggung), dan Angular (Menyudut). Kebundaran (Sphericity): Selama proses pengangkutan (transportasi), memungkinkan butiran butiran partikel yang diangkut menjadi berkurang ukurannya oleh akibat abrasi.



Gambar 3-22 Kebundaran (Sphericity) pada butiran partikel sedimen

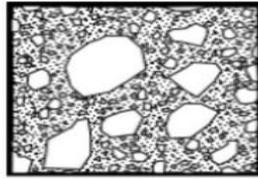
- c) Kemas (Fabric). Adalah hubungan antara masa dasar dengan fragmen batuan / mineralnya. Kemas pada batuan sedimen

ada 2, yaitu : Kemas Terbuka, yaitu hubungan antara masa dasar dan fragmen butiran yang kontras sehingga terlihat fragmen butiran mengambang diatas masa dasar batuan. Kemas tertutup, yaitu hubungan antar fragmen butiran yang relatif seragam, sehingga menyebabkan masa dasar tidak terlihat).

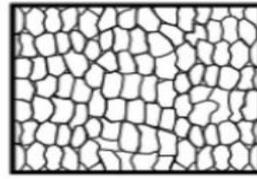
- d) Pemilahan (sorting). Pemilahan adalah tingkat keseragaman ukuran butir. Partikel partikel menjadi terpilah atas dasar densitasnya (beratjenisnya), karena energi dari media pengangkutan. Arus energi yang tinggi dapat mengangkut fragmen fragmen yang besar. Ketika energi berkurang, partikel partikel yang lebih berat diendapkan dan fragmen fragmen yang lebih ringan masih terangkut oleh media pengangkutnya. Hasil pemilahan ini berhubungan dengan densitas. Apabila partikel partikel mempunyai densitas yang sama, kemudian partikel-partikel yang lebih besar juga akan menjadi besar, sehingga pemilahan akan terjadi berdasarkan ukuran butirnya. Klasifikasi pemilahan ukuran butir didasarkan secara relatif, yaitu pemilahan baik hingga pemilahan buruk. Pemilahan memberi kunci terhadap kondisi energi media pengangkut dimana sedimen diendapkan.

Contoh: Endapan pantai dan tiupan angin umumnya memperlihatkan pemilahan yang baik dikarenakan energi media pengangkutan (kecepatan) pada umumnya tetap. Endapan sungai umumnya terpilah

buruk karena energi (kecepatan alirannya) yang terdapat di sungai bervariasi tergantung posisi sungainya.



Pemilahan Buruk



Pemilahan Baik



Pemilahan Buruk



Pemilahan Baik

- e) Sementasi. Adalah bahan pengikat antar butir dari fragmen penyusun batuan. Macam dari bahan semen pada batuan sedimen klastik adalah : karbonat, silika, dan oksida besi.
- f) Kesarangan (Porosity). Adalah ruang yang terdapat diantara fragmen butiran yang ada pada batuan. Jenis porositas pada batuan sedimen adalah Porositas Baik, Porositas Sedang, Porositas Buruk.
- g) Kelulusan (Permeability). adalah sifat yang dimiliki oleh batuan untuk dapat meloloskan air. Jenis permeabilitas pada batuan sedimen adalah permeabilitas baik, permeabilitas sedang, permeabilitas buruk.

d) Mineral dalam batuan sedimen

Hampir semua batuan sedimen tersusun dari mineral kuarsa (khususnya batuan silisiklastik) atau kalsit (khususnya batuan karbonat). Berbeda dengan batuan beku dan batuan metamorf, batuan sedimen umumnya berisi beberapa mineral-mineral utama yang

berbeda. Meskipun demikian, asal dari mineral-mineral yang terdapat dalam batuan sedimen seringkali lebih kompleks dibandingkan dengan mineral-mineral yang ada didalam batuan beku. Mineral-mineral didalam batuan sedimen dapat berasal dari pengendapan selama sedimentasi atau diagenesa.

Batuan karbonat umumnya didominasi dari mineral-mineral karbonat seperti kalsit, aragonite atau dolomit. Semen dan fragmen klastik termasuk fosil pada batuan karbonat dapat tersusun dari mineral karbonat. Mineralogi dari batuan klastik ditentukan oleh pasokan material dari sumbernya, pengangkutan ke tempat dimana material itu diendapkan serta kestabilan dari mineral-mineralnya. Kestabilan dari mineral-mineral pembentuk batuan dapat dilihat pada seri reaksi Bowen. Pada seri reaksi Bowen, mineral Kuarsa merupakan mineral yang paling stabil terhadap pelapukan sedangkan kearah mineral Olivine atau Ca-plagioklas merupakan mineral-mineral yang paling tidak stabil terhadap pelapukan. Banyaknya pelapukan tergantung terutama pada jarak dari batuan sumbernya, iklim dan waktu yang diperlukan dalam pengangkutan sedimen.

e) Pembagian struktur sedimen menurut Pettijohn

- 1) Struktur Sedimen Primer. Struktur pada batuan sedimen yang terjadi pada saat proses sedimentasi sehingga dapat di gunakan untuk mengidentifikasi mekanisme pengendapan.
- 2) Struktur Sedimen Sekunder. Struktur sedimen yang terjadi pada batuan sedimen pada saat sebelum dan sesudah proses sedimentasi yang juga dapat merefleksikan lingkungan pengendapan, keadaan dasar permukaan, lereng, dan kondisi permukaan. Struktur

Sedimen Sekunder. Struktur sedimen yang terjadi pada batuan sedimen pada saat sebelum dan sesudah proses sedimentasi yang juga dapat merefleksikan lingkungan pengendapan, keadaan dasar permukaan, lereng, dan kondisi permukaan. Struktur Erosional; terbentuk oleh karena arus atau materi yang terbawa oleh arus. contoh : struktur Load Cast dan struktur Flute Cast.

- 3) Struktur Sedimen organik. Struktur sedimen yang terbentuk akibat dari proses organisme pada saat dan sesudah terjadi proses sedimentasi. Struktur Sedimen Primer: Struktur pada batuan sedimen yang terjadi pada saat proses sedimentasi sehingga dapat di gunakan untuk mengidentifikasi mekanisme pengendapan.



Struktur Lapisan bersusun (Graded bedding)



Struktur Silangsiur (Crossbedding)



Struktur Cetakan beban (Load cast)



Struktur Flute Cast



Struktur Laminasi Sejajar (Paralel lamination)



Struktur Riak Gelombang (Ripple mark)



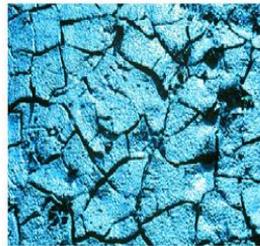
Hearing bone structures



Struktur riak gelombang (ripples structures)



Struktur sedimen "Convolute laminations"



Struktur sedimen "Mudcracks"

f) Jenis Batuan Sedimen berdasarkan proses pengendapannya.

1) Batuan Sedimen Klastik

Batuan sedimen klastik dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis batuan atas dasar ukuran butirnya. Batulempung adalah batuan sedimen klastik yang ukuran butirnya ukuran lempung; batulanau adalah batuan sedimen klastik yang berukuran lanau; batupasir adalah batuan sedimen klastik yang ukuran butirnya pasir, sedangkan konglomerat dan breksi adalah batuan sedimen klastik yang ukuran butirnya mulai dari lempung hingga bongkah. Konglomerat dan breksi dibedakan berdasarkan perbedaan bentuk butirnya, dimana bentuk butir konglomerat membulat sedangkan breksi memiliki bentuk butir yang menyudut. Klasifikasi ukuran butir yang

dipakai dalam pengelompokan batuan sedimen klastik menggunakan klasifikasi dari Wentworth.



Batupasir



Konglomerat



Batugamping



Batulempung

2) Batuan Sedimen Non Klastik (kimiawi)

Batuan sedimen non-klastik adalah batuan sedimen yang terbentuk dari proses kimiawi, seperti batu halit yang berasal dari hasil evaporasi dan batuan rijang sebagai proses kimiawi. Batuan sedimen non-klastik dapat juga terbentuk sebagai hasil proses organik, seperti batugamping terumbu yang berasal dari organisme yang telah mati atau batubara yang berasal dari sisa tumbuhan yang berubah. Batuan ini terbentuk sebagai proses kimiawi, yaitu material kimiawi yang larut dalam air (terutamanya air laut). Material ini terendapkan karena proses kimiawi seperti proses penguapan membentuk kristal garam, atau dengan bantuan proses biologi (seperti membesarnya cangkang oleh organisme yang mengambil bahan kimia yang ada dalam air).

Menurut Hartono (2009:58) Batuan

Sedimen Kimiawi adalah batuan sedimen yang terbentuk jika dalam proses penguapan dan pengendapan tersebut terjadi proses kimia, seperti pelarutan, penguapan, oksidasi, dan dehidrasi. Contohnya hujan yang terjadi di gunung kapur. Air hujan yang mengandung CO₂ meresap ke dalam retakan halus pada batu gamping (CaCO₃). Air itu melarutkan gamping yang dilaluinya menjadi larutan air kapur atau Ca(HCO₃)₂. Aliran larutan kapur itu akhirnya sampai ke atap gua kapur. Tetesan air kapur tersebut membentuk stalaktit di atap gua dan stalagmit di dasar gua. Terjadinya stalaktit dan stalagmit akibat adanya pelarutan dan penguapan H₂O dan CO₂ pada waktu air kapur menetes. Kedua bentuk sedimen kapur tersebut disebut batuan sedimen kimiawi.



Gambar Stalaktit dan stalagmit termasuk jenis batuan sedimen kimiawi. Terbentuk akibat adanya pelarutan dan penguapan H₂O dan CO₂ pada waktu air kapur menetes.

3) Batuan Sedimen Silika

Batuan sedimen silika tersusun dari mineral silika (SiO₂). Batuan ini terhasil dari

proses kimiawi dan atau biokimia, dan berasal dari kumpulan organisme yang berkomposisi silika seperti diatomae, radiolaria dan sponges. Kadang-kadang batuan karbonat dapat menjadi batuan bersilika apabila terjadi reaksi kimia, dimana mineral silika mengganti kalsium karbonat. Kelompok batuan silika adalah:

- a) Diatomite. terlihat seperti kapur (chalk), tetapi tidak bereaksi dengan asam. Berasal dari organisme planktonic yang dikenal dengan diatoms (Diatomaceous Earth).
- b) Rijang (Chert). merupakan batuan yang sangat keras dan tahan terhadap proses lelehan, masif atau berlapis, terdiri dari mineral kuarsa mikrokristalin, berwarna cerah hingga gelap. Rijang dapat terbentuk dari hasil proses biologi (kelompok organisme bersilika, atau dapat juga dari proses diagenesis batuan karbonat).

4) Batuan Sedimen Organik

Endapan organik terdiri daripada kumpulan material organik yang akhirnya mengeras menjadi batu. Contoh yang paling baik adalah batubara. Serpihan daun dan batang tumbuhan yang tebal dalam suatu cekungan (biasanya dikaitkan dengan lingkungan daratan), apabila mengalami tekanan yang tinggi akan termampatkan, dan akhirnya berubah menjadi bahan hidrokarbon batubara.

g) jenis batuan sedimen berdasarkan perantara

Dilihat dari perantara atau mediumnya, batuan sedimen dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut.

- 1) Batuan sedimen aeris atau aeolis : Pengangkut batuan ini adalah angin. Contohnya tanah los,

- tanah tuf, dan tanah pasir di gurun.
- 2) Batuan sedimen glasial : Pengangkut batuan ini adalah es. Contohnya moraine.
 - 3) Batuan sedimen aquatis (aqua = air)
 - a) *Breksi*, yakni batuan sedimen yang terdiri atas batu-batu yang bersudut tajam yang sudah direkat satu sama lain.
 - b) *Konglomerat*, yakni batuan sedimen yang terdiri atas batu-batu yang bulat-bulat yang sudah direkat satu sama lain.
 - c) *Batu pasir*, yakni batuan sedimen yang terdiri atas kristal-kristal. Dilihat dari tempat pengendapannya ada tiga macam batuan sedimen, yaitu batuan sedimen lakustre, kontinental, dan marine.
 - 4) Batuan sedimen *lakustre*, yakni batuan sedimen yang diendapkan di danau. Contoh: turf danau dan tanah liat danau.
 - 5) Batuan sedimen *kontinental*, yakni batuan sedimen yang diendapkan di laut. Contoh: tanah los dan tanah gurun pasir.
 - 6) Batuan sedimen *marine*, yaitu batuan sedimen yang diendapkan dilaut. Contoh: lumpur biru di pantai, endapan radiolaria di laut dalam, dan lumpur merah.

Contoh gambar dan kegunaan Batuan Sedimen :

- 1) Batu Konglomerat. Kegunaan : untuk bahan bangunan



2).Batupasir. Kegunaan : sebagai material di dalam pembuatan gelas/kaca dan sbg kontruksi bangunan



3).Batu Serpih



Kegunaan : sebagai bahan bangunan

4). Batu Gamping (kapur)



Kegunaan : sbg bahan baku semen

5). Batu bereksi



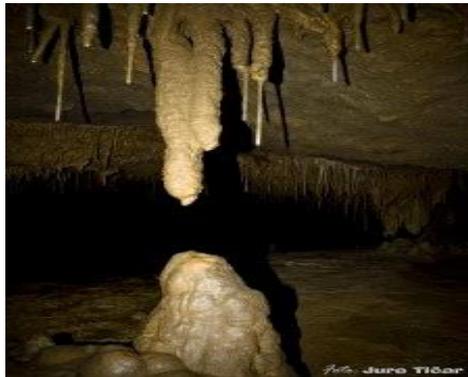
Kegunaan : dijadikan sbg kerajinan dan sbg bahan bangunan

6). Batu Lempung



Kegunaan : dijadikan sbg kerajinan

7). Stalagtit dan Stalagmit



Kegunaan : sebagai keindahan alam (biasanya di gua-gua)

3. Batuan Metamorf(malihan)

Menurut Eni Anjayani dan Tri Haryanto (2009:61) Batuan metamorf adalah batuan yang terbentuk oleh karena perubahan fisik atau kimia pada batuan yang sudah ada sebelumnya (beku ataupun sedimen) akibat panas dan tekanan. Karena aksi lempeng tektonik, kompresi, tekanan, maupun gaya geser selama periode waktu yang lama, batuan pada dasarnya dapat dilengkungkan ataupun terubah, menyebabkannya dapat padat pada volume ruang yang lebih kecil. Batuan malihan terjadi karena adanya tekanan dan suhu yang tinggi. Sehingga memampatkan dan meremukkan batuan yang sudah ada sebelumnya, baik itu yang berupa batuan beku ataupun batuan endapan.

Sebagai konsekuensinya, batuan ini akan selalu lebih padat daripada batuan asalnya (beku maupun sedimen), dan juga jauh lebih rentan terhadap erosi. Batuan ini juga dapat juga di artikan sebagai batuan yang telah termodifikasi oleh proses panas, tekanan, maupun kimiawi. Paparan terhadap kondisi ekstrim tersebut telah mengubah mineralogi, tekstur, dan komposisi kimianya.

Kita ketahui bahwa lempeng bumi terus bergerak sepanjang waktu geologi. Lempeng bumi yang tersusun atas batuan beku ataupun sedimen dapat men-subduksi di bawah lempeng lainnya. Bobot material di bagian atas lempeng dapat menyebabkan bahan dibawahnya mengalami metamorfosis. Metamorfisme berasal dari kalimat Yunani , Meta = perubahan dan Morpha = bentuk. Metamorph berarti perubahan bentuk. William, Turner, dan Gilbert (1954) menjelaskan bahwa semua batuan sedimen dan vulkanik (dan beberapa pluton batuan beku) yang terletak pada kedalaman 3 km - 20 km akan berada dibawah kondisi fisik yang benar benar berbeda yaitu Temperatur (T) antara 100° C - 600° C dan Tekanan (P) beberapa ribu atmosfer. Batuan pada kondisi ini berada pada kedudukan yang tidak setimbang karena batuan pada kondisi ini akan mengatur Mineralogi dan struktur nya sesuai dengan

Temperatur dan Tekanan pada kondisi tersebut. Semua perubahan mineral dan struktur yang menyusun batuan metamorf tetap pada kondisi batuan padat yang asli tanpa mengalami fase cair. (Akiho Miyoshiro, 1972)

Sedangkan menurut Mustaghfirin (209:177-190) Batuan metamorf adalah batuan yang terbentuk dari proses metamorfisme batuan-batuan sebelumnya. Batuan-batuan sebelumnya itu dapat berupa batuan sedimen, batuan beku, atau batuan metamorf lain yang lebih tua. Metamorfisme terjadi pada keadaan padat (padat ke padat tanpa melalui fase cair) meliputi proses kristalisasi, reorientasi dan pembentukan mineral-mineral baru serta terjadi dalam lingkungan yang sama sekali berbeda dengan lingkungan batuan asalnya terbentuk.

Proses metamorfisme tersebut terjadi di dalam bumi pada kedalaman lebih kurang 3 - 20 km. Winkler (1989) menyatakan bahwasannya proses-proses metamorfisme itu mengubah mineral-mineral suatu batuan pada fase padat karena pengaruh atau respons terhadap kondisi fisika dan kimia di dalam kerak bumi yang berbeda dengan kondisi sebelumnya. Proses-proses tersebut tidak termasuk pelapukan dan diagenesa. Dalam beberapa kasus, panas yang berasal dari dalam bumi bisa sedikit melelehkan batuan dalam sebuah proses yang disebut "metamorfosis kontak". Ada dua jenis batuan metamorf apabila ditinjau dari teksturnya, yaitu:

4. Batuan Metamorf Foliated (Foliasi)

Batuan metamorf foliasi pada umumnya menunjukkan kesan perlapisan (banded) maupun penjajaran mineral. Bentuk banded ataupun penjajaran mineral ini terbentuk akibat paparan panas dan tekanan terarah (directed pressure). Contoh batuan metamorf jenis foliasi adalah gneiss (gneiss), filit, sekis, batu sabak (slate), dan lain-lain.



- a. Batu Sekis merupakan contoh batuan metamorf dengan perkembangan foliasi sangat baik (sempurna). Sekis sering mengandung sejumlah besar mika. Sekis memiliki tingkat metamorfisme antara filit dan gneiss.
- b. Batu Amfibolit (Amphibolite) merupakan contoh batuan metamorf non-foliasi yang terbentuk akibat rekristalisasi mineral pada kondisi viskositas tinggi serta tekanan terarah. Amfibolit terutama berkomposisi hornblende (amphibole) dan plagioklas



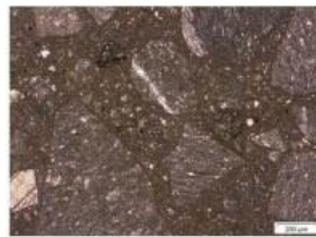
- c. Batu Gneiss (Genes) adalah contoh batuan metamorf foliasi yang memiliki teksur banded dan kesan

penjajaran butiran mineral. Gneiss utamanya tersusun atas mineral kuarsa maupun feldspar. Gneiss pada umumnya merupakan metamorfisme dari granit ataupun granodiorit.

- d. Batu Kuarsit merupakan contoh batuan metamorf non-foliasi yang terbentuk akibat metamorfisme pada batupasir. Kuarsit utamanya terdiri atas mineral kuarsa.
- e. Batu Filit adalah contoh batuan metamorf foliasi yang tersusun atas mika berbutir halus. Permukaan filit biasanya berkilau dan terkadang berkerut. Filit merupakan jenis peralihan antara batu sabak dan sekis.
- f. Batuan Metamorf Non-Foliated (tidak berfoliasi)
 - 1) Sedangkan batuan metamorf non-foliasi tidak menunjukkan kesan penjajaran mineral maupun banded. Contoh batuan metamorf jenis non-foliasi adalah hornfels, kuarsit, novaculite, amfibolit, serta masih banyak lagi lainnya. Dibawah ini disajikan beberapa contoh gambar lengkap dengan penjelasannya.



Hornfel



Cataclasite



Mylonite



Phyllonite

- 2) Granulose, struktur nonfoliasi yang terdiri dari mineral-mineral granular.

- 3) Hornfelsik, struktur nonfoliasi yang dibentuk oleh mineral-mineral equidimensional dan equigranular, tidak terorientasi, khusus akibat metamorfosa termal, batuanya disebut Hornfels.
- 4) Cataclastic, struktur nonfoliasi yang dibentuk oleh pecahan/fragmen batuan atau mineral berukuran kasar dan umumnya membentuk kenampakan breksiasi, terjadi akibat metamorfosa kataklastik, batuanya disebut Cataclasite (Kataklasit).
- 5) Mylonitic, struktur nonfoliasi yang dibentuk oleh adanya penggerusan mekanik pada metamorfosa kataklastik, menunjukkan goresan-goresan akibat penggerusan yang kuat dan belum terjadi rekristalisasi mineral-mineral primer, batuanya disebut Mylonite (Milonit).
- 6) Phyllonitic, gejala dan kenampakan sama dengan milonitik tetapi butirannya halus, sudah terjadi rekristalisasi, menunjukkan kilap silky, batuanya disebut Phyllonite (Filonit).

Batuan metamorf/malihan merupakan batuan yang telah mengalami perubahan bentuk fisik maupun kimia akibat pengaruh suhu dan tekanan yang sangat tinggi. Batuan metamorf ini dapat berasal dari batuan beku maupun batuan sedimen. Proses pembentukkan batuan ini memerlukan waktu yang sangat lama. Batuan metamorf dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu metamorf kontak (metamorf termal), metamorf dinamo (metamorf kinetik), dan metamorf pnumatolistis kontak.

a. Metamorf Kontak (Metamorf Termal)

Batuan metamorf kontak adalah batuan yang berubah bentuk karena pengaruh suhu yang sangat tinggi. Suhu yang sangat tinggi karena letaknya dekat dengan magma, antara lain di sekitar batuan intrusi. Contohnya, batolit, stock, lakolit, sill, dan dike. Luas zona metamorfosis di sekitar batolit dapat mencapai puluhan

kilometer persegi, di sekitar stock sampai ribuan meter persegi, namun di sekitar sill dan dike zona metamorfosis tersebut tidak begitu luas.

Pada zona metamorfosis banyak dijumpai mineral-mineral bahan galian yang letaknya relatif teratur menurut jauhnya dari batuan intrusi. Makin jauh dari intrusi makin berkurang derajat metamorfosisnya karena temperatur makin rendah. Mineral-mineral bahan galian yang terbentuk melalui proses metamorfosis antara lain besi, timah, tembaga, dan zink (seng) dihasilkan dari batuan limestone, dan calcareous shale.



Gambar batuan metamorf Emas



Gambar batuan tembaga

b. Metamorf Dinamo (Kinetik)

Batuan metamorf dinamo adalah batuan yang berubah bentuk karena pengaruh tekanan yang sangat tinggi, dalam waktu yang sangat lama, dan dihasilkan dari proses pembentukan kulit bumi oleh tenaga endogen. Adanya tekanan dari arah yang berlawanan menyebabkan butiran-butiran mineral menjadi pipih dan ada yang mengkristal kembali, contohnya, batu lumpur (mudstone) menjadi batu tulis (slate).



Gambar batuan slate

Jenis batuan metamorf dinamo banyak dijumpai di daerah-daerah patahan dan lipatan yang tersebar di seluruh dunia.

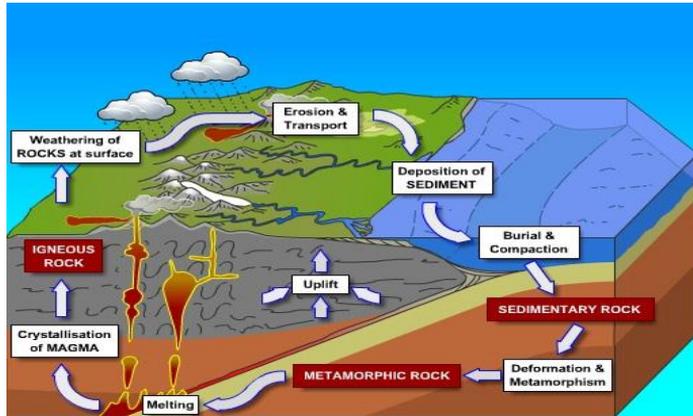
c. Metamorf Pneumatolistis Kontak

Batuan metamorf pneumatolistis kontak adalah batuan yang berubah karena pengaruh gas-gas dari magma. Contohnya, kuarsa dengan gas borium berubah menjadi turmalin (sejenis permata) dan kuarsa dengan gas fluorium berubah menjadi topas (permata berwarna kuning).



Gambar batuan Topas

g. Siklus Batuan



Siklus batuan adalah siklus pembentukan dan perubahan dari magma menjadi batuan, suatu jenis batuan menjadi jenis batuan lainnya, serta batuan menjadi magma kembali. Siklus batuan merupakan bagian dari siklus geologi dimana akibat terjadinya proses pergesekan antara lempeng tektonis bumi, lempeng memanas dan mencair menjadi magma, magma kemudian naik keatas permukaan bumi dalam wujud lava lalu membeku membentuk batuan beku. Batuan beku juga terbentuk dari proses pemekaran dasar samudra (sea floor spreading, misal di sirkum pasifik, dan selat makassar) dimana dalam kurun waktu tertentu lempeng yang terbentuk tersebut akan bergerak ke zona subdaksi dan pergerakan tersebut membentuk gunungapi-gunungapi yang menjulang dari dasar laut hingga permukaan laut.

Pada suhu dan tekanan yang tinggi (misal pada zona subduksi) batuan beku dapat meleleh menjadi magma kembali. Proses pelapukan dan air hujan di permukaan bumi, memecahkan batuan-batuan beku menjadi kepingan-kepingan kecil (fragmen). Air memindahkan fragmen-fragmen batuan dan mengendapkannya menjadi batuan sedimen. Proses pengangkatan dan penenggelaman permukaan bumi

akibat pergerakan lempeng juga menyebabkan terbentuknya batuan sedimen misalnya batulempung, batupasir, dan lain-lain melalui proses pelipatan (folding) dan penekanan (compression). Batuan sedimen juga dapat mengalami pelapukan dan pecah (disintegrasi) menjadi kepingan-kepingan kecil kemudian mengalami pengendapan dan membentuk batuan sedimen baru. Batuan sedimen tersebut mengalami pergerakan hingga masuk kedalam zona subduksi kemudian hancur kembali menjadi magma saat terjadinya gesekan lempeng. Pada kondisi tekanan dan suhu tertentu, sebagian atau keseluruhan mineral batuan batuan baik batuan sedimen maupun batuan beku, meleleh namun tidak secara bersama-sama menyebabkan terjadinya perubahan struktur batuan membentuk batuan metamorf. Batuan metamorf yang terlapukkan dapat membentuk batuan sedimen atau meleleh menjadi magma saat suhu dan tekanan sangat tinggi.

Siklus batuan menggambarkan seluruh proses yang dengannya batuan dibentuk, dimodifikasi, ditransportasikan, mengalami dekomposisi, dan dibentuk kembali sebagai hasil dari proses internal dan eksternal Bumi. Siklus batuan ini berjalan secara kontinu dan tidak pernah berakhir. Siklus ini adalah fenomena yang terjadi di kerak benua (geosfer) yang berinteraksi dengan atmosfer, hidrosfer, dan biosfer dan digerakkan oleh energi panas internal Bumi dan energi panas yang datang dari Matahari.

Semua batuan yang ada di permukaan bumi akan mengalami pelapukan. Berikut ini adalah penyebab terjadinya pelapukan, yaitu:

- 1) Pelapukan secara fisika
- 2) perubahan suhu panas ke dingin dan sebaliknya akan berpengaruh terhadap batuan. Hujan dapat membuat rekahan-rekahan di batuan menjadi berkembang sehingga membuat batuan pecah menjadi partikel

yang lebih kecil. Pelapukan secara kimia: Bahkan air pun dapat bereaksi melarutkan beberapa jenis batuan. Udara yang terpolusi dapat menyebabkan “hujan asam” yang dapat menyebabkan pelapukan batuan secara kimiawi.

3) Pelapukan secara biologi

Pelapukan yang disebabkan oleh gangguan dari akar tanaman. Akar-akar dapat menyebabkan timbulnya rekahan-rekahan di batuan dan lama kelamaan batuan akan terpecah menjadi partikel yang lebih kecil. Setelah mengalami pelapukan, batuan-batuan tersebut akan pecah menjadi partikel yang lebih kecil sehingga mudah untuk berpindah tempat. Perpindahan tempat dari partikel-partikel kecil ini disebut erosi. Proses erosi ini dapat terjadi melalui beberapa cara:

a) Akibat gravitasi

Akibat adanya gravitasi bumi maka pecahan batuan yang ada bisa langsung jatuh ke permukaan tanah atau menggelinding melalui tebing sampai akhirnya terkumpul di permukaan tanah/dasar.

b) Akibat air

Air yang melewati pecahan-pecahan kecil batuan yang ada dapat mengangkut pecahan tersebut dari satu tempat ke tempat yang lain. Proses ini dapat di amati dengan jelas di sungai.

c) Akibat angin

Angin dapat mengangkut pecahan-pecahan batuan yang kecil ukurannya seperti halnya yang saat ini terjadi di daerah gurun.

d) Akibat glasier

Sungai es atau yang sering disebut glasier seperti yang ada di Alaska sekarang juga mampu memindahkan pecahan-pecahan batuan yang ada. Pelapukan atau weathering (weather) merupakan

perusakan batuan pada kulit bumi karena pengaruh cuaca (suhu, curah hujan, kelembaban, atau angin). Karena itu pelapukan adalah penghancuran batuan dari bentuk gumpalan menjadi butiran yang lebih kecil bahkan menjadi hancur atau larut dalam air. Pelapukan dibagi dalam tiga macam, yaitu pelapukan mekanis, pelapukan kimiawi, dan pelapukan biologis.

4) Pelapukan Mekanis

Pelapukan mekanis atau sering disebut pelapukan fisis adalah penghancuran batuan secara fisik tanpa mengalami perubahan kimiawi. Penghancuran batuan ini bisa disebabkan oleh akibat pemuaian, pembekuan air, perubahan suhu tiba-tiba, atau perbedaan suhu yang sangat besar antara siang dan malam.

5) Pelapukan Kimiawi.

Pelapukan kimiawi adalah pelapukan yang terjadi akibat peristiwa kimia. Biasanya yang menjadi perantara air, terutama air hujan. Tentunya Anda masih ingat bahwa air hujan atau air tanah selain senyawa H₂O, juga mengandung CO₂ dari udara. Oleh karena itu mengandung tenaga untuk melarutkan yang besar, apalagi jika air itu mengenai batuan kapur atau karst. Batuan kapur mudah larut oleh air hujan. Oleh karena itu jika Anda perhatikan pada permukaan batuan kapur selalu ada celah-celah yang arahnya tidak beraturan. Hasil pelapukan kimiawi di daerah karst biasa menghasilkan karren, ponor, sungai bawah tanah, stalagtit, tiang-tiang kapur, stalagmit, atau gua kapur.

6) Pelapukan Biologis.

Pelapukan biologis atau disebut juga pelapukan organis terjadi akibat proses organis. Pelakunya adalah makhluk hidup, bisa oleh tumbuh-tumbuhan, hewan, atau manusia. Akar tumbuh-

tumbuhan bertambah panjang dapat menembus dan menghancurkan batuan, karena akar mampu mencengkeram batuan. Bakteri merupakan media penghancur batuan yang ampuh. Cendawan dan lumut yang menutupi permukaan batuan dan menghisap makanan dari batu bisa menghancurkan batuan tersebut.

7) Siklus Geologi

Siklus geologi merupakan siklus-siklus dari peristiwa geologis dimana siklus batuan merupakan bagian dari siklus geologi. Siklus geologi adalah serangkaian peristiwa yang menyebabkan adanya variasi topografi di permukaan bumi dan variasi distribusi batuan baik secara vertikal (ke dalam) maupun horisontal (ke samping) akibat dari tenaga endogen. Siklus geologi dapat dipaparkan sebagai peristiwa pembentukan, pergerakan lempeng tektonis dari zona-zona pemekaran samudra (sirkum pasifik), serta penghancuran lempeng tektonis pada zona-zona penenggelaman lempeng tektonis (zona subduksi misalnya sebelah barat pantai sumatra, sebelah selatan pantai jawa, dll). Fenomena tersebut menyebabkan terjadinya pergerakan lempeng samudra yang saling menjauh namun pada akhirnya akan bertemu kembali, menjauh kembali, dan bertemu kembali (siklik). Proses geologis tersebut menyebabkan terjadinya pengangkatan dasar laut di beberapa area namun juga terjadi penenggelaman daratan di area yang lain (misalnya pesisir barat aceh terangkat lebih dari 1 m akibat gempa aceh).

BAB X

MACAM-MACAM EROSI, PENYEBAB EROSI DAN ABRASI SERTA ENERGI

A. Erosi

1. Pengertian Erosi

Erosi adalah proses pengikisan batuan, tanah, maupun padatan lainnya yang disebabkan oleh gerakan air, es, atau angin. Kadangkala banyak yang menyebut erosi sebagai pelapukan. Akan tetapi antara pelapukan karena cuaca dan erosi tidaklah sama. Pelapukan merupakan terjadinya penghancuran mineral batuan baik karena suatu proses fisik, kimiawi, atau kedua-duanya. Erosi yang dialami oleh padatan sebenarnya disebabkan oleh alam (air, angin, dan sebagainya), tapi ulah manusia membuat erosi yang sudah terjadi kian parah.



2. Penyebab Erosi

Aktivitas manusia yang memperburuk kondisi lahan yang telah erosi antara lain :

- a. Penebangan hutan liar yang menyebabkan hutan gundul tanpa diimbangi penanaman pohon kembali,

- b. konstruksi yang tak tertata,
- c. alih fungsi hutan jadi lahan pertambangan, perkebunan, maupun pertanian, membangun jalan.
- d. Hutan yang telah beralih fungsinya menjadi berbagai lahan untuk bercocok tanam, pertanian, perkebunan, dan lainnya menambah resiko erosi tanah dikarenakan tanaman yang dibudidayakan di lahan pertanian atau perkebunan memiliki akar yang lemah, sehingga tidak dapat menjaga struktur tanah tetap kuat.



3. Tahapan Erosi

- a. Detachment. Yaitu proses lepasnya batuan dari massa induk.
- b. Transportasi. Yaitu perpindahan batu yang sudah terkikis dari suatu wilayah/kawasan ke wilayah lainnya.
- c. Sedimentasi. Yaitu mengendapnya batu yang terkikis.

4. Dampak Terjadinya Erosi

- a. Lapisan tanah atas semakin tipis. Erosi yang terus menerus mengikis tanah akan berefek pada permukaan tanah atas yang makin tipis.
- b. Penyebab Banjir. Erosi merupakan salah satu penyebab terjadinya bencana banjir. Dikarenakan lahan yang erosi akan menurun kemampuannya dalam menyerap air ke tanah. Air yang meluap dan sukar terserap dengan cepat

berdampak pada bencana banjir yang melanda suatu daerah.

- c. Tanah tidak bisa menyerap air dengan baik. Tanah yang erosi, tentu tidak dapat menyerap air dengan baik. Ini menyebabkan air di permukaan akan melimpah dan meluap.
- d. Sedimentasi sungai. Tanah yang terangkut oleh air yang mengikisnya (pengikisan tanah akibat erosi oleh air), akan masuk ke sungai dan mengendap di sana, sehingga terjadi pendangkalan sungai.

5. Proses Terjadinya Erosi

Erosi merupakan proses alam yang terjadi di banyak lokasi yang biasanya semakin diperparah oleh ulah manusia. Proses alam yang menyebabkan terjadinya erosi merupakan karena faktor curah hujan, tekstur tanah, tingkat kemiringan dan tutupan tanah. Intensitas curah hujan yang tinggi di suatu lokasi yang teksturnya merupakan sedimen, misalnya pasir serta letak tanahnya juga agak curam menimbulkan tingkat erosi yang tinggi. Selain faktor curah hujan, tekstur tanah dan kemiringannya, tutupan tanah juga mempengaruhi tingkat erosi. Tanah yang gundul tanpa ada tanaman pohon atau rumput akan rawan terhadap erosi. Erosi juga dapat disebabkan oleh angin, air laut dan es.

6. Jenis-Jenis Erosi

Erosi ada beberapa macam menurut proses terjadinya yaitu:

a. *Erosi Akibat Gaya Berat*

Batuan atau sedimen yang bergerak terhadap kemiringannya merupakan proses erosi yang disebabkan oleh gaya berat massa. Ketika massa bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah maka terjadilah apa yang disebut dengan pembuangan massa. Dalam proses terjadinya erosi, pembuangan massa

memiliki peranan penting karena arus air dapat memindahkan material ke tempat-tempat yang jauh lebih rendah. Proses pembungan massa terjadi terus menerus baik secara perlahan maupun secara tiba-tiba sehingga dapat menimbulkan bencana tanah longsor. Lereng pegunungan yang terjal dan mengandung tanah liat di sekitar daerah yang sudah retak-retak akan sangat rentan terhadap erosi akibat gaya berat. Erosi ini akan berlangsung sangat cepat sehingga dapat menimbulkan bencana longsor.

b. Erosi oleh Angin

Hembusan angin kencang yang terus menerus di daerah yang tandus dapat memindahkan partikel-partikel halus batuan di daerah tersebut membentuk suatu formasi, misalnya bukit-bukit pasir di gurun atau pantai. Efek lain dari angin merupakan jika partikel keras yang terbawa dan bertumbukan dengan benda padat lainnya sehingga menimbulkan erosi yang disebut dengan abrasi. Pada gambar 6 dapat dilihat contoh erosi oleh angin yang menyebabkan terjadinya bukit pasir di Namibia, Afrika.

c. Erosi oleh Air

Jika tingkat curah hujan berlebihan sedemikian rupa sehingga tanah tidak dapat menyerap air hujan maka terjadilah genangan air yang mengalir kencang. Aliran air ini sering menyebabkan terjadinya erosi yang parah karena dapat mengikis lapisan permukaan tanah yang dilewatinya, terutama pada tanah yang gundul. Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa akibat erosi air yang terjadi di *El Paso County, Colorado, Amerika Serikat*.

Pada dasarnya air merupakan faktor utama penyebab erosi seperti aliran sungai yang deras. Makin cepat air yang mengalir makin cepat benda yang dapat terkikis. Pasir halus dapat bergerak dengan kecepatan 13,5 km perjam yang merupakan kecepatan erosi yang kritis. Air sungai dapat mengikis tepi sungai dengan tiga

cara: pertama gaya hidrolik yang dapat memindahkan lapisan sedimen, kedua air dapat mengikis sedimen dengan menghilangkan dan melarutkan ion dan yang ketiga pertikel dalam air membentur batuan dasar dan mengikisnya. Air juga dapat mengikis pada tiga tempat yaitu sisi sungai, dasar sungai dan lereng atas sungai.

Erosi juga dapat terjadi akibat air laut. Arus dan gelombang laut termasuk pasang surut laut merupakan faktor penyebab terjadinya erosi di pinggiran laut atau pantai. Karena tenaga arus dan gelombang merupakan kekuatan yang dapat memindahkan batuan atau sedimen pantai.

d. Erosi oleh Es

Erosi ini terjadi akibat perpindahan partikel-partikel batuan karena aliran es yang terjadi di pinggiran sungai. Sebenarnya es yang bergerak lebih besar tenaganya dibandingkan dengan air. Misalnya glacier yang terjadi di daerah dingin dimana air masuk ke pori-pori batuan dan kemudian air membeku menjadi es pada malam hari sehingga batuan menjadi retak dan pecah, karena sifat es yang mengembang dalam pori-pori.



Gb.5. Pinggir Jalan yang terkena erosi akibat gaya berat

(a)



(b)



7. Pencegahan Erosi

Erosi tidak dicegah secara sempurna karena merupakan proses alam. Pencegahan erosi merupakan usaha pengendalian terjadinya erosi yang berlebihan sehingga dapat menimbulkan bencana. Ada banyak cara untuk mengendalikan erosi antara lain

- a. Pengolahan Tanah, Areal tanah yang diolah dengan baik dengan penanaman tanaman, penataan tanaman yang teratur akan mengurangi tingkat erosi.
- b. Pemasangan Tembok Batu Rangka Besi, Dengan membuat tembok batu dengan kerangka kawat besi di pinggir sungai dapat mengurangi erosi air sungai.
- c. Penghutanan Kembali, Yaitu mengembalikan suatu wilayah hutan pada kondisi semula dari keadaan yang sudah rusak di beberapa tempat.
- d. Penempatan batu Batu Kasar Sepanjang pinggir pantai.
- e. Pembuatan Pemecah angin atau Gelombang, Pohon pohonan yang ditanam beberapa garis untuk mengurangi kekuatan angin.
- f. Pembuatan Teras Tanah Lereng, Teras tanah berfungsi untuk memperkuat daya tahan tanah terhadap gaya erosi.

B. Abrasi

1. Pengertian Abrasi

Abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh kekuatan gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Ada yang mengatakan Abrasi sebagai erosi pantai. Kerusakan garis pantai akibat abrasi ini dipengaruhi oleh gejala alami dan tindakan manusia. Tindakan manusia yang mendorong terjadinya abrasi adalah pengambilan batu dan pasir di pesisir pantai sebagai bahan bangunan. Selain itu penebangan pohon-pohon pada hutan pantai atau hutan mangrove memacu terjadinya abrasi pantai lebih cepat.



Untuk mencegah terjadinya abrasi pantai perlu dilakukan penanaman mangrove dan pohon-pohon pada hutan pantai serta memelihara pohon-pohon tersebut dari gangguan manusia.



2. Penyebab Abrasi

Abrasi pantai diakibatkan oleh dua faktor utama yang disebabkan oleh aktivitas manusia yaitu;

- a. Peningkatan permukaan air laut yang diakibatkan oleh mencairnya es di daerah kutub sebagai akibat pemanasan global.
- b. Hilangnya vegetasi mangrove (hutan bakau) di pesisir pantai. Sebagaimana diketahui, mangrove yang ditanam di pinggiran pantai, akar-akarnya mampu menahan

ombak sehingga menghambat terjadinya pengikisan pantai. Sayangnya hutan bakau ini banyak yang telah dirusak oleh manusia.

Selain itu dapat juga diakibatkan oleh faktor bencana alam seperti tsunami. Rusaknya bibir pantai di perairan Indonesia akibat abrasi itu tidak terlepas dari geologi, kekuatan ombak laut serta pusaran angin.

3. Pencegahan Abrasi

a. Penanaman dan Pemeliharaan Pohon Bakau

Pohon bakau adalah jenis pepohonan pantai yang akarnya menjulur ke dalam air pantai. Pohon ini lazim ditanam di garis pantai yang sekaligus menjadi pembatas daerah yang berair dengan daerah pantai yang berpasir. Ketika pohon ini tumbuh dan berkembang, akarnya akan semakin kuat sehingga dapat menahan gelombang dan arus laut agar tidak sampai menghancurkan bebatuan atau berbagai macam jenis jenis tanah (pasir) di daerah pantai kemudian mengikisnya sedikit demi sedikit.

b. Pemeliharaan Terumbu Karang

Terumbu karang di dasar laut dapat mengurangi kekuatan gelombang dan arus laut yang akan menyentuh pantai. Karena itu, jika tumbuhan dasar laut ini dilestarikan dan dilindungi, gelombang laut tidak akan seganas biasanya sehingga kemungkinan abrasi pantai dapat diminimalisir.

c. Pelarangan Tambang Pasir

Regulasi yang demikian sangat berperan penting dalam upaya mengurangi abrasi pantai. Jika persediaan pasir di laut tetap dalam kategori cukup, air pasang, gelombang atau arus laut tidak akan banyak menyentuh garis pantai sehingga abrasi bisa dihindarkan karena penyebab utamanya 'dihalangi' menyentuk sasaran.

d. Matras Beton

Matras beton adalah salah satu metode perlindungan untuk abrasi yang terjadi di pesisir pantai ataupun tepi sungai. Salah satu keunggulan matras beton ini adalah dapat beradaptasi dengan baik terhadap perubahan deformasi tinggi gelombang air laut yang datang.



(1) (2)



C. Energi Alternatif

1. Pengertian Energi Alternatif

Energi alternatif adalah istilah yang merujuk kepada semua energi yang dapat digunakan yang bertujuan untuk menggantikan bahan bakar konvensional tanpa akibat yang tidak diharapkan dari hal tersebut. Umumnya, istilah ini digunakan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar hidrokarbon yang mengakibatkan kerusakan lingkungan akibat emisi karbon dioksida yang tinggi, yang berkontribusi besar terhadap pemanasan global berdasarkan *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Selama beberapa tahun, apa yang sebenarnya dimaksud sebagai energi alternatif telah berubah akibat banyaknya

pilihan energi yang bisa dipilih yang tujuan yang berbeda dalam penggunaannya.

Istilah "**alternatif**" merujuk kepada suatu teknologi selain teknologi yang digunakan pada bahan bakar fosil untuk menghasilkan energi. Teknologi alternatif yang digunakan untuk menghasilkan energi dengan mengatasi masalah dan tidak menghasilkan masalah seperti penggunaan bahan bakar fosil. *Oxford Dictionary* mendefinisikan energi alternatif sebagai energi yang digunakan bertujuan untuk menghentikan penggunaan sumber daya alam atau pengrusakan lingkungan.

Ada banyak kontroversi tentang istilah ini dan bahkan saat ini definisi sumber energi alternatif sering dihubungkan dengan dua pendapat yang berbeda. Misalnya energi nuklir dianggap oleh beberapa pihak sebagai sumber energi alternatif sementara pihak lainnya mengatakan bahwa hanya sumber-sumber energi terbarukan yang nyata-nyata merupakan sumber energi alternatif. Situasi yang sama terjadi pada tenaga air karena beberapa pihak berpikir bahwa tenaga air merupakan sumber energi tradisional yang sama dengan bahan bakar fosil.

Untuk keluar dari kontroversi, sedapat mungkin kita menyebutkan kata energi alternatif untuk sumber energi alternatif yang paling umum yaitu energi surya, energi angin dan energi panas bumi. Sumber energi alternatif lain termasuk diantaranya adalah biomassa dan hidrogen. Energi memanglah suatu hal yang sangatlah dibutuhkan dalam kehidupan ini. Rasanya tanpa adanya energi akan sangat sulit sekali bagi manusia untuk hidup, dalam dunia keseharian semuanya kita lakukan menggunakan energi. Contohnya saja kendaraan yang setiap hari kita gunakan, sadarkah anda bahwa kendaraan tersebut juga membutuhkan energi untuk bisa bergerak? Persoalan akan energi semakin hari semakin memburuk,

seiring dengan menipisnya persediaan energi bahan bakar minyak maka manusia dituntut agar berfikir lebih keras memikirkan pengganti dari bahan bakar minyak.

Mungkin anda mengira bahwa Bahan Bakar Minyak (BBM) yang saat ini kita gunakan bukanlah jenis energi alternatif. Padahal BBM merupakan jenis energi alternatif. Dahulu manusia menggunakan minyak ikan paus sebagai Bahan Bakar Minyak, bayangkan setiap harinya terdapat ikan-ikan paus mati untuk diambil minyaknya guna sebagai bahan bakar. Seiring dengan berkembangnya waktu akhirnya manusia mampu menemukan energi alternatif minyak ikan paus, yakni minyak dari fosil. Akhirnya minyak ikan paus digantikan dengan minyak fosil. Akhir-akhir ini minyak dari fosil mulai menipis, dan akhirnya ditemukan lagi energi alternatif lain contohnya saja energi matahari.

D. Sejarah Energi Alternatif

Dalam sejarahnya, transisi penggunaan energi alternatif berdasarkan faktor ekonomi, hadirnya suatu sumber energi baru bertujuan untuk menggantikan sumber energi yang lama yang semakin langka dan mahal, tidak ekonomis lagi, atau tidak dapat diakses lagi.

1. Batu bara sebagai alternatif kayu

Berdasarkan catatan Norman F. Cantor, Eropa telah hidup di abad pertengahan dengan hutan yang sangat lebat. Setelah tahun 1200an, bangsa Eropa menjadi sangat terlatih dalam melakukan deforestasi dan pada tahun 1500an mereka kehabisan kayu untuk pemanas ruangan dan memasak. Di masa tersebut, Eropa berada di ujung ketersediaan bahan bakar dan bencana nutrisi, hingga ditemukannya batu bara lunak dan pertanian kentang dan jagung menyelamatkan mereka dari bencana kelaparan.

2. Bahan bakar minyak sebagai alternatif minyak ikan paus

Minyak ikan paus adalah bahan bakar dominan di awal abad ke 19, namun di pertengahan abad, stok ikan paus berkurang dan harga minyak ikan paus meningkat tajam dan tidak dapat bersaing dengan sumber bahan bakar minyak yang murah dari Pennsylvania yang baru saja dikembangkan pada tahun 1859.

3. Alkohol sebagai alternatif bahan bakar fosil

Pada tahun 1917, Alexander Graham Bell mengusulkan etanol dari jagung dan bahan pangan lainnya sebagai bahan bakar pengganti batu bara dan minyak dan menyatakan bahwa dunia dekat dengan masa di mana kedua jenis bahan bakar tersebut akan segera habis. Sejak tahun 1970, [Brazil](#) telah memiliki program bahan bakar etanol yang menjadikan negara tersebut penghasil etanol kedua terbesar di dunia setelah Amerika Serikat dan eksportir terbesar dunia. Program etanol Brazil menggunakan peralatan modern dan bahan baku tebu yang murah sebagai bahan baku, dan residu yang dihasilkan dari proses tersebut digunakan sebagai sumber energi untuk proses berikutnya. Saat ini tidak ada lagi kendaraan pribadi di Brazil yang dijalankan dengan bensin murni. Di akhir tahun 2008 Brazil telah memiliki sedikitnya 35.000 stasiun pengisian bahan bakar dengan sedikitnya satu pompa etanol.

Etanol selulosit dapat diproduksi dari berbagai macam bahan pangan, dan melibatkan penggunaan seluruh bagian hasil pertanian. Pendekatan baru ini meningkatkan hasil etanol yang diproduksi dan mengurangi emisi karbon karena jumlah energi pertanian yang digunakan sama untuk sejumlah etanol yang lebih tinggi.

4. Gasifikasi batu bara sebagai alternatif bahan bakar minyak yang mahal

Pada tahun 1970, pemerintahan Presiden Amerika Serikat Jimmy Carter mengusulkan gasifikasi batu bara sebagai alternatif bahan bakar minyak yang mahal yang sebagian besar diimpor. Program ini, termasuk *Synthetic Fuels Corporation*, terbengkalai ketika harga bahan bakar minyak turun pada tahun 1980an.

5. Energi terbarukan sebagai alternatif energi tak terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang dihasilkan dari sumber alami, seperti cahaya matahari, angin, hujan, arus pasang surut, dan panas bumi, yang terbaru atau secara alami dapat muncul kembali setelah dipergunakan. Ketika dibandingkan dengan proses produksi energinya, terdapat perbedaan mendasar antara energi terbarukan dengan bahan bakar fosil. Proses produksi bahan bakar fosil sulit dan membutuhkan proses dengan peralatan, proses fisik dan kimia yang rumit. Di lain hal, energi alternatif dapat diproduksi dengan peralatan dasar dan proses alam yang sangat mendasar.

E. Sumber Energi Alternatif

Sumber-sumber energi yang umum digunakan manusia bisa digolongkan berdasarkan bentuk energinya, misalnya bentuk energi angin adalah kinetik, bentuk energi air adalah potensial, dan bentuk energi matahari adalah internal. Energi angin dan air berpindah melalui kerja, sedangkan energi matahari berpindah melalui perpindahan panas. Bahan bakar fosil (minyak, gas, dan batubara) yang saat ini merupakan energi dominan di dunia juga tergolong dalam bentuk energi internal.

Dalam memilih sumber energi setidaknya terdapat empat parameter penting yang patut diperhatikan, yakni: jumlah/cadangan energi, kerapatan energi (*energy density*/energi per volume sumber energi), kemudahan

penyimpanan energi (*energy storage*), dan kemudahan perubahan/perpindahan energi. Bila kemudian faktor lingkungan juga diperhitungkan, maka efek pencemaran lingkungan juga menjadi parameter penting bagi sebuah sumber energi. Dibandingkan dengan sumber energi yang lain, saat ini bahan bakar fosil unggul dalam hal jumlah, kerapatan, kemudahan penyimpanan, dan kemudahan perubahan/perpindahan energi.

Sumber energi alternatif adalah sumber energi yang bukan merupakan sumber energi tradisional (yaitu bahan bakar fosil seperti batubara, minyak dan gas alam). Beberapa kamus misalnya kamus Oxford menempatkan sumber energi alternatif berkorelasi dengan lingkungan dan menyatakan bahwa istilah sumber energi alternatif mengacu pada sumber energi yang tidak merugikan lingkungan. Ada banyak kontroversi tentang istilah ini dan bahkan saat ini definisi sumber energi alternatif sering dihubungkan dengan dua pendapat yang berbeda. Misalnya energi nuklir dianggap oleh beberapa pihak sebagai sumber energi alternatif sementara pihak lainnya mengatakan bahwa hanya sumber-sumber energi terbarukan yang nyata-nyata merupakan sumber energi alternatif. Situasi yang sama terjadi pada tenaga air karena beberapa pihak berpikir bahwa tenaga air merupakan sumber energi tradisional yang sama dengan bahan bakar fosil. Untuk keluar dari kontroversi, sedapat mungkin kita menyebutkan kata energi alternatif untuk sumber energi alternatif yang paling umum yaitu energi surya, energi angin dan energi panas bumi. Sumber energi alternatif lain termasuk diantaranya adalah biomassa dan hidrogen.

Energi surya yang berasal dari matahari adalah sumber energi paling berlimpah yang tersedia di planet kita. Industri tenaga surya masih tergantung pada subsidi dan pemanfaatan energi surya masih memiliki masalah intermitten (karena matahari tidak bersinar sepanjang hari). Namun mengingat potensi, pendanaan, dan banyaknya penelitian mengenai energi surya, cukup realistis untuk mengatakan bahwa suatu

saat energi surya akan menjadi sumber energi utama di dunia. Energi angin lebih baik dalam hal persaingan harga jika dibandingkan dengan energi surya, tetapi masih memiliki masalah intermitten sama seperti energi surya. Banyak negara sudah mulai ekspansi energi angin dalam jumlah besar (terutama Cina) dan di tahun-tahun mendatang diperkirakan ladang angin (*wind farm*) akan berpindah ke lepas pantai karena angin laut lebih kuat dan lebih sering. Energi geothermal mengacu pada panas yang tersimpan di inti bumi. Energi geothermal tidak seperti matahari dan angin, energi ini tersedia 24-7 namun memiliki biaya pengeboran tinggi, yang berarti bahwa pengembangan energi geothermal menggunakan teknologi saat ini hanya layak di daerah dekat lempeng tektonik. Ini juga menjadi alasan mengapa hanya ada 24 negara di dunia yang memanfaatkan energi panas bumi di saat ini. Ketiga sumber energi alternatif ini memiliki keunggulan besar dibandingkan bahan bakar fosil tradisional, yaitu karakter mereka yang ramah lingkungan. Pembakaran bahan bakar fosil merupakan penyumbang utama perubahan iklim dan polusi udara. Ini berarti dunia perlu mengganti bahan bakar fosil dengan sumber energi alternatif sesegera mungkin untuk menghindari skenario dampak perubahan iklim yang mengerikan.

F. Macam-macam Energi Alternatif

Sumber daya alam nonkonvensional yang akan kami bahas antara lain yaitu energi matahari, energi panas bumi, energi angin, energi air, energi laut, energi biogas, energi biomassa, energi biodiesel, dan energi zat radioaktif.

1. Energi Matahari

Matahari merupakan sumber energi yang tak habis-habisnya. Hidup kita di dunia ini hampir sepenuhnya berkat energi matahari, karena apa yang kita makan itu sebenarnya energinya berasal dari Matahari yang tersimpan dalam tumbuhan maupun hewan. Selain itu, berbagai jenis energi baik yang terbarukan maupun tak-terbarukan

merupakan bentuk turunan dari energi matahari, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pemanfaatan energi panas matahari sebenarnya telah kita lakukan diantaranya yaitu:

a. Pemanasan ruangan

Ada beberapa teknik penggunaan energi panas matahari untuk pemanasan ruangan, yaitu:

1) Jendela

Merupakan teknik pemanasan dengan menggunakan energi panas matahari yang paling sederhana. Hanya diperlukan sebuah lubang pada dinding untuk meneruskan panas matahari dari luar masuk ke dalam bangunan. Ada jendela yang langsung tanpa ada kacanya dan ada yang menggunakan kaca. Untuk mendapatkan panas yang optimal maka pada jendela dipasang kaca ganda. Biasanya di daerah-daerah empat musim, dinding/tembok bangunan diganti dengan kaca agar matahari bebas menyinari dan menghangatkan ruangan pada saat musim dingin.

2) Dinding Trombe (Trombe Wall)

Dinding trombe adalah dinding yang diluarnya terdapat ruangan sempit berisi udara. Dinding bagian luar dari ruangan sempit tersebut biasanya berupa kaca. Prinsip kerjanya adalah permukaan luar ruangan ini akan dipanasi oleh sinar matahari, kemudian panas tersebut perlahan-lahan dipindahkan kedalam ruangan sempit. Selanjutnya panas di dalam ruangan sempit tersebut akan dikonveksikan ke dalam bangunan melalui saluran udara pada dinding trombe.

3) Greenhouse

Teknik ini hampir sama dengan dinding trombe hanya saja jarak antara dinding masif dengan kaca lebih lebar, sehingga tanaman bisa hidup di dalamnya. Prinsip kerja *greenhouse* juga serupa

dengan dinding trombe. Panas masuk melalui kaca ke dalam *greenhouse* lalu dikonveksikan ke dalam bangunan untuk menghangatkan ruangan atau menjaga suhu ruangan tetap stabil meskipun pada waktu siang atau malam hari.

4) Penerangan ruangan

Teknik pemanfaatan energi matahari yang banyak dipakai saat ini. Dengan teknik ini pada siang hari lampu pada bangunan tidak perlu dinyalakan sehingga menghemat penggunaan listrik untuk penerangan. Teknik ini dilaksanakan dengan mendesain bangunan yang memungkinkan cahaya matahari bisa masuk dan menerangi ruangan dalam bangunan.

5) Kompor matahari

Prinsip kerja dari kompor matahari adalah dengan memfokuskan panas yang diterima dari matahari pada suatu titik menggunakan sebuah cermin cekung besar sehingga didapatkan panas yang besar yang dapat digunakan untuk menggantikan panas dari kompor minyak atau kayu bakar. Dengan menggunakan kompor ini maka kebutuhan akan energi fosil dan energi listrik untuk memasak dapat dikurangi.

2. Energi Panas Bumi

Energi geothermal atau energi panas bumi adalah energi yang berasal dari inti bumi. Inti bumi merupakan bahan yang terdiri atas berbagai jenis logam dan batu yang berbentuk cair, yang memiliki suhu tinggi. Energi ini dapat digunakan untuk menghasilkan listrik sebagai salah satu bentuk dari energi terbarui, tetapi karena panas di suatu lokasi dapat habis, jadi secara teknis dia tidak diperbarui secara mutlak. Energi geothermal yang dapat dimanfaatkan sekarang ini adalah panas bumi yang berasal dari magma. Magma adalah batuan cair/panas

bumi yang terdapat di dalam/kerak bumi. Karena pengaruh geseran kulit bumi atau karena tekanan, magma dapat merembes ke permukaan bumi dan disebut lava. Lava inilah yang membentuk gunung-gunung di permukaan bumi. Gunung berapi menunjukkan bahwa ada hubungan aktif antara mulut gunung dengan magma, demikian juga adanya sumber-sumber air panas, menunjukkan adanya akuifer (kubangan air) yang terkena panas dari magma. Selanjutnya, apabila dilakukan pengeboran, maka akan terjadi semburan yang berupa gas/uap air panas atau air panas. Yang paling menguntungkan adalah bila semburan itu mengeluarkan uap air panas, sehingga dapat langsung dimanfaatkan untuk memutar turbin uap yang kemudian dikaitkan dengan generator pembangkit listrik dan akan diperoleh energi listrik untuk berbagai keperluan.

Energi panas bumi memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sumber energi terbarukan yang lain, diantaranya:

- a. hemat ruang dan pengaruh dampak visual yang minimal,
- b. mampu berproduksi secara terus menerus selama 24 jam, sehingga tidak membutuhkan tempat penyimpanan energi (*energy storage*), serta
- c. tingkat ketersediaan (*availability*) yang sangat tinggi yaitu diatas 95%.

3. Energi Angin

Angin adalah udara yang bergerak dan berpindah tempat. Penggerakan udara itu disebabkan oleh perbedaan suhu. Perbedaan suhu disebabkan oleh perbedaan daya serap panas di permukaan bumi. Jadi, selama matahari masih memancarkan sinarnya ke bumi dandi bumi terdapat daratan dan lautan, maka akan terjadi perbedaan suhu dan menyebabkan terjadinya angin.

Pemanfaatan teknologi energi angin sebagai salah satu sumber energi yang dapat diperbarui juga sudah

dilakukan di Indonesia. Tetapi energi listrik yang dihasilkan dari angin masih relatif kecil kapasitasnya. Sehingga umumnya teknologi ini hanya diterapkan di daerah terpencil atau di pedesaan yang belum terjangkau aliran listrik PLN. Prinsipnya sangat sederhana, yaitu angin ditangkap oleh baling-baling atau katakanlah rotor bersayap. Energi putaran (energi mekanis) diteruskan untuk memutar generator pembangkit listrik. Ukuran generator yang dipasang tentu saja harus disesuaikan dengan kapasitas angin dan rotornya. Pengubahan energi angin menjadi energi listrik ini sangat menguntungkan untuk tempat-tempat yang memang terdapat angin banyak. Memang tidak semua tempat menguntungkan untuk dibangun PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Angin), tapi sumber energi itu tersedia secara bebas, dan angin akan tetap bertiup sepanjang zaman.

4. Energi Air

Energi air dapat digunakan dalam bentuk gerak atau perbedaan suhu. Karena air ribuan kali lebih berat dari udara, maka aliran air yang pelan pun dapat menghasilkan sejumlah energi yang besar. Tenaga air yang memanfaatkan gerakan air biasanya didapat dari sungai yang dibendung. Pada bagian bawah dam tersebut terdapat lubang-lubang saluran air. Pada lubang-lubang tersebut terdapat turbin yang berfungsi mengubah energi kinetik dari gerakan air menjadi energi mekanik yang dapat menggerakkan generator listrik. Energi listrik yang berasal dari energi kinetik air disebut "*hydroelectric*". *Hydroelectric* ini menyumbang sekitar 715.000 MW atau sekitar 19% kebutuhan listrik dunia. Selain sebagai PLTA, air juga bermanfaat untuk sarana transportasi, sarana wisata/rekreasi, dan sarana irigasi/pengairan.

5. Energi Laut

Laut memiliki potensi yang besar, yaitu ikan, tanaman laut, harta karun, dan masih banyak lagi. Prinsip sederhana dari pemanfaatan bentuk energi laut adalah memakai energi kinetik untuk memutar turbin yang selanjutnya menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. Energi yang berasal dari laut (*ocean energy*) dapat dikategorikan menjadi tiga macam, yaitu sebagai berikut:

6. Energi Biogas

Biogas merupakan gas campuran metana (CH_4), karbondioksida (CO_2) dan gas lainnya yang didapat dari hasil penguraian material organik seperti kotoran hewan, kotoran manusia, dan tumbuhan oleh bakteri pengurai metanogen pada sebuah biodigester. Cara membuat biogas yaitu bahan dasar proses pembusukan atau penguraian (sisa-sisa jasad hidup, misalnyasampah pertanian seperti batang pohon jagung, jerami, sisa ampas kelapa, enceng gondok, akasia, dan sebagainya) dicampur dengan bahan yang mengandung bakteri pengurai (misalnya kotoran kerbau atau sapi). Kemudian kedua bahan itu diaduk bersama air. Proses penguraian berjalan optimal pada temperatur $35\text{-}37^\circ\text{C}$. Adonan itu tidak boleh terlalu asam suifatnya, tetapi harus netral. Prosesnya harus dilakukan dalam keadaan tertutup rapat dan tidak boleh kemasukan udara. Adonan tadi ditaruh dalam suatu bejana dan diletakkan dalam tanah.

Untuk menghilangkan bau gas dan untuk menaikkan mutu gas, maka biogas dicuci dengan jalan mengalirkannya melalui air yang dibubuhi sedikit kapur. Dengan pencucian ini bau gas yang tidak enak menjadi hilang dan gas karbondioksida dapat diserap oleh air sehingga biogas yang diperoleh dapat dibakar dengan hasil panas yang tinggi. Biogas kemudian ditampung dalam tangki penampungan gas dan dapat dialirkan ke rumah untuk memasak, untuk pabrik tahu, atau untuk keperluan lain.

7. Energi Biomassa

Biomassa adalah segala jasad makhluk hidup yang digunakan untuk menghasilkan energi bila dibakar, yaitu berupa sampah-sampah organik sebagai sisa-sisa produksi pertanian. Biomassa yang berupa sampah atau sisa-sisa yang tidak berharga dapat digunakan sebagai sumber energi karena ia masih menyimpan energi matahari. Biomassa yang dapat dipakai sebagai bahan bakar itu tidak selalu berupa sampah, kadang-kadang berupa tanaman yang cepat tumbuh seperti angkana, akasia, dan sebagainya dapat digunakan sebagai bahan bakar secara ekonomis, atau sebagai sumber energi yang murah.

Pengambilan energi dari biomassa prinsipnya adalah membakar biomassa itu dalam tungku pembakar. Panas yang timbul digunakan untuk mendidihkan air, dan air mendidih itu timbul uap yang dapat digunakan untuk menggerakkan turbin uap. Selanjutnya turbin uap ini dapat menggerakkan generator listrik. Energi listrik dapat didistribusikan untuk berbagai macam keperluan. Hambatan dalam pembuatan biomassa adalah seluruh biomassa harus melalui beberapa proses, yaitu harus dikembangkan, dikumpulkan, dikeringkan, difermentasi, dan dibakar. Seluruh langkah ini membutuhkan banyak sumber daya dan infrastruktur.

BAB XI

MENGIDENTIFIKASI DAN MENGELOMPOKKAN SUMBER

A. Pengertian dan Pengelompokan Sumber Daya Alam

Sumber daya alam adalah semua bahan yang ditemukan manusia dalam alam yang dapat dipakai untuk kepentingan hidupnya. Bahan tersebut dapat berupa benda mati maupun benda hidup yang berada di bumi dan dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia.

Sumber daya alam dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa hal berikut.

1. Berdasarkan kemungkinan pemulihannya :
 - a. sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan
 - b. sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui;
2. Berdasarkan materinya:
 - a. sumber daya alam organik dan
 - b. sumber daya alam anorganik;
3. Berdasarkan habitatnya:
 - a. sumber daya terestris, dan
 - b. sumber daya alam akuatik.

B. Potensi dan Sebaran Sumber Daya Alam Indonesia

Luas wilayah Indonesia yang tergolong besar berupa lahan yang masih belum dimanfaatkan. Banyak pulau yang masih belum berpenghuni sehingga pada masa yang akan datang masih terbuka luas untuk dikembangkan dengan berbagai produk pertanian. Lahan yang luas juga menarik para pengusaha untuk membuka perkebunan di berbagai wilayah Indonesia. Selain lahan yang masih luas, Indonesia juga memiliki laut yang luas dan garis pantai yang sangat panjang. Laut dengan berbagai sumber daya yang terkandung di dalamnya belum dimanfaatkan secara optimal oleh penduduk. Sebagian penduduk Indonesia masih berorientasi ke darat. Padahal, potensi sumber daya laut, khususnya ikan, masih

sangat berlimpah. Garis pantai yang sangat panjang juga memungkinkan dikembangkannya budi daya perikanan. Sumber daya alam Indonesia yang beraneka ragam sudah dikenal oleh bangsa lain sejak dulu. Bangsa India dan Cina sudah mengadakan hubungan dagang dengan bangsa Indonesia sejak abad ke-2 Masehi. Komoditas perdagangan dari Indonesia yang terkenal antara lain emas, kayu cendana, cengkih, lada, dan kapur barus. Komoditas tersebut termasuk yang diperdagangkan di pasaran internasional dengan nilai tinggi. sementara, bangsa India dan Cina membawa barang dagangan berupa kain tenun, ukiran, dan barang-barang dari gading gajah.

1. Potensi Sumber Daya Udara

Udara memiliki banyak fungsi bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Manusia dan hewan membutuhkan udara untuk bernapas. Tumbuhan membutuhkan udara untuk melakukan fotosintesis, yaitu proses pembentukan zat makanan karbohidrat oleh tumbuhan. Zat makanan yang dihasilkan sangat bermanfaat untuk kehidupan manusia dan binatang.

Udara juga berfungsi melindungi kehidupan di bumi dari sinar ultraviolet dan benda-benda angkasa yang jatuh ke bumi. Lapisan udara atau atmosfer yang menyelubungi bumi menyaring radiasi ultraviolet yang dapat mengganggu kehidupan di bumi. Benda-benda angkasa yang jatuh ke bumi juga akan hancur di udara sebelum sampai ke bumi. Bayangkanlah apa yang akan terjadi jika udara tidak ada. Benda-benda angkasa akan banyak yang sampai ke bumi sehingga membahayakan kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Udara terdiri atas tiga unsur utama, yaitu udara kering, uap air, dan aerosol. Udara kering merupakan unsur utama pembentuk udara, terdiri atas nitrogen, oksigen, dan lain-lain.

2. Potensi Sumber Daya Tanah

a. Tanah dengan Bahan Induk Vulkanik

Sebaran gunung berapi umumnya terdapat di Sumatra, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara serta sejumlah daerah di Sulawesi dan Maluku. Dengan demikian, sebaran tanah vulkanik terdapat di Pulau Sumatra sepanjang Bukit Barisan, Pulau Jawa kecuali di utara Pegunungan Kendeng (Bojonegoro), Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur kecuali Pulau Sumba dan Timor. Selain itu, tanah vulkanik terdapat juga di Maluku kecuali Kepulauan Kei dan Aru, dan bagian utara Sulawesi.

b. Tanah dengan Bahan Induk Bukan Vulkanik (Tanah Tertier)

- 1). Sebelah timur dari rangkaian pegunungan di Sumatra (Pegunungan Bukit Barisan), Bangka, Belitung, Kepulauan Riau, dan lain-lain.
- 2). Bagian utara Jawa Timur (sebelah utara Pegunungan Kendeng) dan Madura.
- 3). Bagian kecil dari Bali dan Nusa Tenggara Timur (Sumba, Timor).
- 4). Sebagian besar wilayah Sulawesi.
- 5). Kalimantan dan sebagian besar Papua.
- 6). Sebagian besar Maluku.

c. Tanah Organik

Tanah organik terdiri dari tanah humus dan tanah gambut. Beberapa hal yang perlu kita ketahui tentang tanah humus :

- 1) Proses terbentuknya : dari hasil pembusukan bahan-bahan organik.
- 2) Ciri-ciri : warna kehitaman, mudah basah, mengandung bahan organik, sangat subur.
- 3) Pemanfaatannya : sebagai lahan pertanian.
- 4) Persebaran: Lampung, Jawa Tengah bagianselatan,

Kalimantan Selatan dan Sulawesi Tenggara. Sedangkan tanah gambut adalah tanah yang proses terbentuknya dari hasil pembusukan tumbuhan / bahan organik di daerah yang selalu tergenang air (rawa-rawa). Hal-hal lain yang perlu kita ketahui tentang tanah gambut:

- 5) Ciri-ciri : bersifat sangat asam, unsur hara rendah sehingga tidak subur
- 6) Pemanfaatannya : untuk pertanian pasang surut
- 7) Persebaran : Pantai timur Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Halmahera, Seram, Papua, Pantai Selatan.

3. Potensi Sumber Daya Air

Indonesia memiliki sumber daya air yang berlimpah karena curah hujan yang besar. Namun, di beberapa daerah seperti di Nusa Tenggara Timur, mengalami kekurangan sumber daya air karena curah hujan yang kecil. Di samping itu, kondisi tanah di NTT, berbatu (cadas) sehingga air tidak dapat meresap dengan baik ke dalam tanah. Kekurangan air pada musim kemarau umumnya lebih banyak terjadi karena kerusakan lingkungan akibat ulah manusia. Fungsi hutan menyimpan cadangan air pada saat musim hujan menjadi tidak berfungsi karena sebagian hutan telah ditebang untuk kepentingan manusia. Pada saat musim hujan, air hujan mengalir ke sungai dan kemudian ke laut tanpa banyak mengisi cadangan air dalam tanah. Akibatnya, pada musim kemarau hanya sedikit air dalam tanah yang tersedia. Tidak ada air yang mengalir ke sungai-sungai yang ada sehingga sungai-sungai tersebut menjadi kering. Air di Indonesia tersedia dalam berbagai bentuk, yaitu:

a. Air Hujan

Curah hujan di Indonesia umumnya sangat tinggi sehingga sangat mendukung kegiatan pertanian. Oleh karena itu, banyak masyarakat Indonesia yang memanfaatkan lahannya untuk kegiatan pertanian.

b. Air Danau

Danau merupakan wilayah cekungan di daratan yang terisi oleh air. Sumber air yang mengisi danau tidak selalu dari air sungai, tetapi juga bisa dari air hujan secara langsung maupun rembesan dari air tanah di sekitar danau. Berdasarkan proses pembentukannya danau dibedakan menjadi:

- (1) danau vulkanik,
- (2) danau tektonik,
- (3) danau vulcano-tectonic,
- (4) danau pelarutan,
- (5) danau ladam,
- (6) bendungan.

c. Air Sungai

Sungai adalah bagian dari muka bumi yang lebih rendah, tempat air mengalir dari hulu sampai hilir. Curah hujan di Indonesia yang sangat besar menimbulkan banyak sungai dengan berbagai ukuran. Ada sungai yang berukuran kecil dan ada sungai yang berukuran sangat besar. Sungai-sungai yang berukuran besar ada di sejumlah pulau besar seperti Kalimantan, Papua, dan Sumatra.

d. Air Tanah

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah. Air tanah merupakan salah satu sumber daya air. Selain air sungai dan air hujan, air tanah juga mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air untuk kepentingan rumah tangga (domestik) maupun untuk kepentingan industri.

4. Potensi Sumber Daya Hutan

Hutan Indonesia memiliki potensi yang sangat besar, luasnya mencapai 99,6 juta hektar atau 52,3% dari luas wilayah Indonesia (Kemenhut, 2011). Luas hutan yang besar

tersebut saat ini masih dapat dijumpai di Papua, Kalimantan, Sulawesi, dan Sumatra.

Di Jawa, luas hutan telah berkurang karena terjadi alih fungsi untuk pertanian dan permukiman penduduk. Sementara itu, alih fungsi hutan menjadi pertanian dan perkebunan banyak dijumpai di Sumatra dan Kalimantan. Selain hutannya yang luas, hutan Indonesia juga menyimpan kekayaan flora dan fauna atau keanekaragaman hayati yang sangat besar. Bahkan, banyak di antaranya merupakan spesies endemik atau hanya ditemukan di Indonesia, tidak ditemukan di tempat lainnya seperti anoa, burung maloe, dan komodo.

Hasil hutan sebenarnya tidak hanya sekadar kayu. Hutan tropis yang dimiliki Indonesia juga menghasilkan buah-buahan dan obat-obatan. Namun demikian, hasil hutan yang banyak dikenal penduduk adalah sebagai sumber kayu. Setidaknya terdapat 4.000 jenis kayu yang 267 jenis di antaranya merupakan kayu yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Secara umum, jenis-jenis kayu dan sebarannya adalah sebagai berikut.

- a. Kayu keruing, meranti, agathis dihasilkan terutama di Papua, Sulawesi, dan Kalimantan.
- b. Kayu jati banyak dihasilkan di Jawa Tengah.
- c. Rotan banyak dihasilkan di Kalimantan, Sumatra Utara dan Sumatra Barat.
- d. Kayu cendana banyak dihasilkan di Nusa Tenggara Timur.
- e. Kayu rasamala dan akasia banyak dihasilkan di Jawa Barat.
- f. Adapun manfaat atau fungsi dari hutan yaitu seperti berikut:
- g. Tempat menyimpan air hujan dan kemudian mengalirkannya ke sungai-sungai dan danau sehingga pada musim kemarau tidak mengalami kekeringan.
- h. Tempat hidup bagi flora dan fauna yang menjadi sumber makanan dan obat-obatan pada saat ini maupun pada

masa yang akan datang.

- i. Mencegah terjadinya erosi atau pengikisan karena air hujan tidak langsung jatuh ke tanah dan mengikis tanah-tanah yang subur.
- j. Menghasilkan oksigen dan menyerap karbon dioksida sehingga suhu bumi terkendali.
- k. Sumber kehidupan bagi masyarakat, khususnya masyarakat sekitar hutan dari produk yang dihasilkannya.

5. Potensi Sumber Daya Tambang

a. Minyak Bumi dan Gas

Peta Hasil Tambang di Indonesia



Sumber: bp.blogspot.com (dengan penyesuaian)
Gambar 3.23 Persebaran hasil tambang Indonesia

Cadangan minyak bumi Indonesia terus berkurang seiring dengan pengambilan atau eksploitasi yang terus dilakukan. Sejumlah ahli memperkirakan bahwa dalam kurun waktu 14 tahun ke depan, cadangan minyak bumi tersebut akan habis dan Indonesia terpaksa harus membeli atau mengimpor dari negara lain. Hal itu tidak akan terjadi jika ditemukan cadangan baru yang masih besar. Cadangan minyak bumi Indonesia diperkirakan masih cukup besar. Adapun sebaran penghasil minyak pada sejumlah pulau di Indonesia dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel Daerah Penghasil Minyak Bumi di Indonesia

No	Nama Pulau	Daerah Penghasil Minyak Bumi
1.	Sumatra	Pereula dan Lhokseumawe (Aceh Darussalam), Sungai Pakning dan Dumai (Riau), Plaju, Sungai Gerong dan Muara Enim (Sumatra Selatan)
2.	Jawa	Jati Barang Majalengka (Jawa Barat), Wonokromo, Delta (Jawa Timur), Cepu, Cilacap (Jawa Tengah).
3.	Kalimantan	Pulau Tarakan, Balikpapan, Pulau Bunyu dan Sungai Mahakam (Kalimantan Timur), Rantau, Tanjung, dan Amuntai (Kalimantan Selatan).
4.	Maluku	Pulau Seram
5.	Papua	Klamono, Sorong, dan Babo

b. Batu Bara

Pertambangan batu bara di Kalimantan terdapat di Kalimantan Timur (Lembah Sungai Berau dan Samarinda), Sumatra Barat (Ombilin dan Sawahlunto), Sumatra Selatan (Bukit Asam dan Tanjung Enim).

c. Bauksit

d. Pasir Besi

e. Emas

f. Timah

g. Tembaga

h. Nikel

i. Aspal

j. Mangan

k. Belerang

l. Marmer

m. Yodium

6. Potensi dan Persebaran Sumber Daya Laut

Di dalam laut, tersimpan kekayaan alam yang luar biasa besarnya. Potensi kekayaan laut tidak hanya berupa

ikan, tetapi juga bahan tambang seperti minyak bumi, emas, nikel, bauksit, pasir, bijih besi, timah, dan lain-lain yang ada di bawah permukaan laut. Kekayaan lain dari sumber daya laut adalah sumber daya alam berupa mangrove, terumbu karang, dan lain-lain. Sumber daya ini dikenal dengan sumber daya pesisir.

Berikut beberapa potensi sumber daya laut yang dapat dimanfaatkan:

- a. Perikanan
- b. Hutan Mangrove
- c. Terumbu Karang

Gambaran tentang manfaat terumbu karang adalah sebagai berikut.

- a. Manfaat ekonomi, yaitu sebagai sumber makanan, obat-obatan, dan objek wisata bahari.
- b. Manfaat ekologis, yaitu mengurangi hempasan gelombang pantai yang dapat berakibat terjadinya abrasi.
- c. Manfaat sosial ekonomi, yaitu sebagai sumber perikanan yang dapat meningkatkan pendapatan para nelayan. Terumbu karang juga menjadi daya tarik objek wisata yang dapat meningkatkan pendapatan penduduk sekitar dari pariwisata.

C. Kegiatan Ekonomi dan Pemanfaatan Potensi Sumber Daya Alam

1. Kegiatan Ekonomi

- a. Kegiatan Produksi

Kegiatan produksi adalah usaha manusia untuk menghasilkan atau mengubah barang atau jasa yang bernilai ekonomi lebih tinggi. Orang atau lembaga yang melakukan kegiatan produksi disebut produsen. Jenis-jenis kegiatan produksi menurut bidang usahanya adalah sebagai berikut:

- 1) Bidang usaha ekstraktif
 - 2) Bidang usaha agraris
 - 3) Bidang usaha industri
 - 4) Bidang usaha perdagangan
 - 5) Bidang usaha jasa
- b. Kegiatan Distribusi

Kegiatan distribusi adalah kegiatan untuk menyalurkan barang/jasa dari produsen kepada konsumen. Kegiatan distribusi bertujuan untuk menyalurkan barang/jasa dari produsen kepada konsumen, membantu meratakan hasil produksi, meningkatkan nilai guna barang, membantu melancarkan proses produksi, dan membantu pemenuhan kebutuhan masyarakat. Orang atau lembaga yang melakukan kegiatan distribusi disebut distributor.

- c. Kegiatan Konsumsi

Kegiatan konsumsi adalah kegiatan ekonomi yang bersifat mengurangi, atau menghabiskan manfaat dan kegunaan hasil dari produksi (barang atau jasa) untuk memenuhi kebutuhan. Orang atau lembaga yang melakukan kegiatan konsumsi disebut konsumen.

2. Pemanfaatan Sumber Daya Alam

Aktivitas pemanfaatan sumber daya alam dapat dibagi ke dalam beberapa bentuk, antara lain:

- a. aktivitas pertanian

- 1) Pertanian Lahan Basah

Pertanian lahan basah atau disebut pula pertanian sawah banyak dilakukan oleh petani di Indonesia.

- 2) Pertanian Lahan Kering

Pertanian lahan kering ialah pertanian yang diusahakan tanpa penggenangan lahan garapan.

b. Aktivitas Perkebunan

Perkebunan merupakan aktivitas budi daya tanaman tertentu pada lahan yang luas.

c. Aktivitas Peternakan

d. Perikanan

e. Aktivitas pertambangan, dan

f. Aktivitas kehutanan.

BAB XII

KLASIFIKASI MATERI (ZAT TUNGGAL DAN ZAT CAMPURAN)

A. Pengertian Ilmu Kimia

Ilmu Kimia adalah ilmu Pengetahuan Alam yang mempelajari tentang materi yang meliputi struktur, susunan, sifat dan perubahan materi serta energi yang menyertainya. Perubahan materi tersebut dapat juga menimbulkan dampak negatif terhadap manusia dan lingkungannya. Berkat ilmu kimia, dampak negatif di atas dapat teratasi, dengan cara mempelajari aktivitas manusia terhadap lingkungan, baik udara, air dan tanah serta menggunakan materi atau bahan yang lebih ramah lingkungan.

Bidang Kajian Ilmu Kimia

Di dalam kajian ilmu kimia akan dipelajari struktur, komponen, sifat dan perubahan materi, serta energi yang menyertai perubahan materi. Sifat dan perubahan materi akan di bahas dalam Ilmu Kimia mencakup sifat-sifat fisis serta sifat kimia dari materi. Sifat fisis mencakup wujud dan tampilan materi, sedang sifat kimia yang mencakup kecenderungan materi untuk berubah, dan menghasilkan materi baru. Pembahasan tentang energi yang menyertai perubahan kimia, menyangkut banyaknya energi yang menyertai perubahan sejumlah materi, serta asal usul energi tersebut.

B. Pengertian Materi

Materi dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang mempunyai massa, dan menempati ruang. Makhluk hidup dan yang tidak hidup terdiri atas materi: manusia, tumbuh-tumbuhan, hewan, air, batu, kayu, garam dan benda-benda apa saja di sekitar kita termasuk materi.

Wujud Materi

Materi terdiri dari 3 macam wujud yaitu : padat, cair dan gas. Adapun ciri-cirinya: Padat: Bentuk dan volumenya tetap, selama tidak ada pengaruh dari luar; Cair: Bentuknya selalu

berubah, sesuai dengan tempatnya volume zat cair adalah tetap dan Gas: Baik bentuk dan volumenya tidak tetap dan akan mengisi seluruh ruang yang ditempatinya.

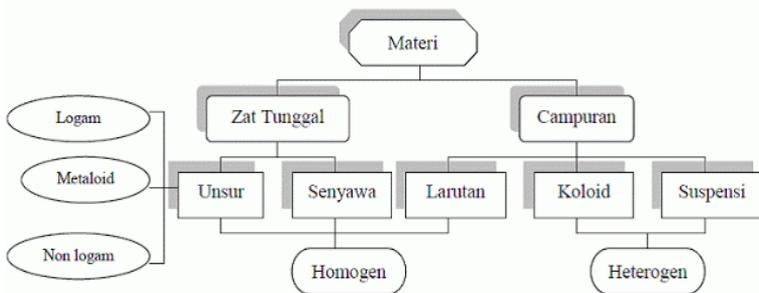
Massa dan Berat Materi

Materi mempunyai massa dan berat. Pengertian massa berbeda dengan pengertian berat. Massa suatu benda, di semua tempat selalu tetap, sedangkan beratnya tergantung pada gaya gravitasi bumi setempat.

Penggolongan Materi

Air murni terdiri atas sejenis materi yaitu air, sedangkan air laut terdiri dari air dan berbagai zat lain yang terlarut atau tercampur di dalamnya, diantaranya adalah garam-garam. Materi seperti air murni, tergolong ke dalam zat tunggal/zat murni dan bersifat homogen. Zat tunggal artinya hanya satu-satunya zat dan tidak ada zat lain selain dirinya serta bersifat homogen artinya semua bagian zat itu bersifat serba sama baik sifat fisis (wujud, warna, rasa, bau, dll.) dan sifat kimianya (rumus kimia, kereaktifan, dll.). Zat tunggal dibedakan atas unsur dan senyawa. Sedangkan air laut terdiri dari berbagai jenis zat yang disebut campuran dan bersifat heterogen yang meliputi koloid dan suspensi.

Berikut adalah bagan penggolongan materi.



Gambar 1.1 Bagan Penggolongan Materi

C. Unsur, Senyawa, Campuran, dan Larutan

1. Pengertian unsur

Unsur adalah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan menjadi zat-zat lain yang lebih sederhana melalui reaksi kimia biasa. Bagian terkecil dari suatu unsur adalah atom.

Beberapa contoh unsur adalah emas, perak, aluminium, tembaga, belerang, karbon, dan sebagainya. Sampai saat ini telah dikenal lebih dari 112 unsur, ada yang ditemukan dalam keadaan bebas, seperti emas dan intan, tetapi sebagian besar unsur ditemukan dalam keadaan terikat sebagai suatu senyawa. Unsur dapat dikelompokkan ke dalam unsur logam, nonlogam, dan metaloid/semilogam. Berikut dibawah ini adalah perbedaan antara unsur nonlogam dan logam yang diberikan pada tabel 2.1.

Logam	Nonlogam
1. Pada suhu kamar umumnya berwujud padat, kecuali raksa (cair)	1. Pada suhu kamar ada yang berwujud cair, gas, atau padat
2. Dapat menghantarkan arus listrik	2. Tidak dapat menghantarkan arus listrik, kecuali karbon
3. Dapat ditempa (<i>malleable</i>) dan diregangkan (<i>ductile</i>)	3. Rapuh, tidak dapat ditempa
4. mengkilap bila digosok	4. Tidak dapat menghantarkan panas (isolator)
5. dapat menghantarkan panas (konduktor)	5. tidak mengkilap
6. Memiliki titik didih dan titik leleh tinggi	6. Memiliki titik didih dan titik leleh rendah

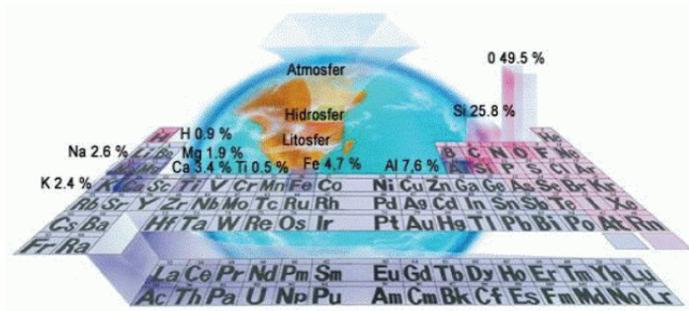
Tabel 2.1 Perbedaan Unsur Logam dan Nonlogam

Ada beberapa unsur yang memiliki sifat seperti logam dan nonlogam. Unsur tersebut dikenal sebagai unsur metaloid/ semilogam. Contohnya adalah silikon, boron, germanium, arsen dan stibium (antimon). Unsur-unsur tersebut banyak digunakan sebagai semikonduktor.

2. Tabel Periodik Unsur

Untuk memudahkan kita mempelajari unsur, unsur tersebut ditampilkan dalam Tabel Periodik Unsur yang dikenal sebagai Sistem Periodik Unsur (SPU). Dalam tabel periodik unsur-unsur ada yang diletakkan pada lajur tegak (kolom) yang disebut golongan dan lajur horizontal (baris) yang disebut periode. Pada satu golongan sifat unsur semakin mirip dan pada satu periode sifat unsur semakin berbeda.

Berikut adalah gambar Tabel Periodik Unsur.



Gambar 2.2 Tabel Periodik Unsur

3. Lambang Unsur

Untuk menyederhanakan nama unsur, para ilmuwan memberikan lambang unsur. Lambang unsur yang digunakan sampai sekarang dibuat oleh Jons Jacob Berzelius. Berikut adalah cara penulisan lambang unsur yang diusulkan oleh Jons Jacob Berzallius.

- a. Setiap unsur dilambangkan dengan satu huruf dari huruf awal nama latinnya yang dituliskan dengan huruf kapital. Perhatikan contoh tabel berikut.

Unsur		Lambang/symbol
Nama Indonesia	Nama Latin	Unsur
Karbon	Carbonium	C
Hidrogen	Hydrogenium	H
Oksigen	Oksygenium	O
Nitrogen	Nitrogenium	N
Belerang	Sulfur	S

Tabel 2.2 Nama unsur dan Lambangnya

- b. Jika Huruf awal dari nama latinnya sama, maka diberi huruf lain yang dituliskan dengan huruf kecil. Perhatikan contoh dalam tabel berikut.

Unsur		Lambang/symbol
Nama Indonesia	Nama Latin	Unsur
Karbon	Carbonium	C
Kalsium	Calsium	Ca
Kadnium	Cadnium	Cd
Kobalt	Cobalt	Co
Klorin	Chlorine	Cl
Tembaga	Cuprum	Cu
Kromium	Chromium	Cr
Hidrogen	Hydrogenium	H
Helium	Helium	He
Raksa	Hydrargyrum	Hg
Belerang	Sulfur	S
Silikon	Silikon	Si
Flourin	Flourine	F
Besi	Ferrum	Fe

Tabel 2.3 Nama Unsur dan Lambangnya

D. Senyawa

1. Pengertian Senyawa

Senyawa adalah zat tunggal yang secara kimia masih dapat diuraikan menjadi zat-zat lain yang lebih sederhana dimana sifatnya berbeda dengan zat semula. Bagian terkecil dari suatu senyawa adalah molekul (gabungan dua atom unsur/lebih lebih baik sejenis ataupun berbeda jenis. Contohnya gula pasir yang berwarna putih, berwujud padat, dan berasa manis jika dipanaskan sampai terbakar akan mengalami reaksi.

Berikut adalah hasil reaksinya.

Sebelum reaksi: gula pasir berwujud padat, berwarna putih, dan berasa manis

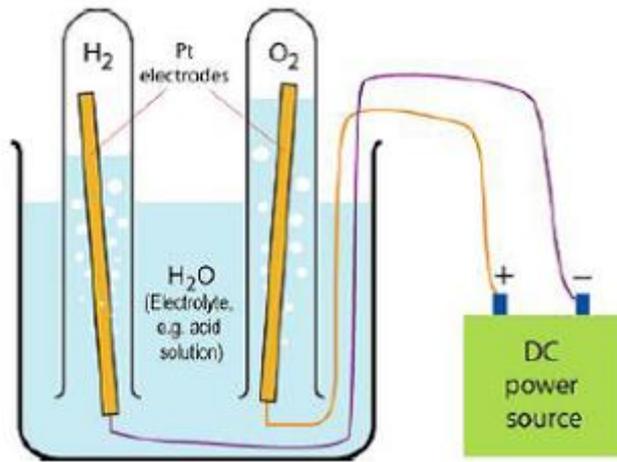
Setelah reaksi terdapat zat baru:

- Zat yang berwujud padat, berwarna hitam, dan berasa pahit (karbon)
- Titik-titik cairan, tak berwarna, tak berasa, tak berbau (air)

- Zat tak berwarna, tak berbau, dan mengeruhkan air kapur (karbon dioksida)

Berarti kita dapat mengetahui bahwa gula dapat dipecah menjadi karbon, air, dan gas karbon dioksida melalui reaksi pembakaran.

Air juga tergolong ke dalam senyawa. Air dapat diuraikan menjadi dua jenis zat lain, yaitu gas hidrogen dan oksigen. Penguraian air dapat terjadi jika uap air dipanaskan pada suhu tinggi atau jika air dialiri listrik. Sifat gas hidrogen dan oksigen berbeda dengan sifat air. Gas hidrogen mudah terbakar, sedangkan oksigen merupakan gas yang diperlukan pada proses pembakaran. Sementara air tidak dapat terbakar dan tidak dapat melangsungkan pembakaran.



Gambar 2.3 Penguraian Air menjadi Gas Hidrogen dan Oksigen oleh Arus Listrik

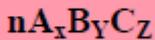
2. Lambang Senyawa/Rumus Kimia

Sama halnya dengan unsur, senyawa pun perlu diberi lambang. Lambang untuk senyawa disebut rumus kimia. Berikut adalah rumus kimia dari beberapa senyawa yang ditampilkan dalam tabel.

Tabel 2.4 Nama Senyawa dan Rumus Kimianya

Nama Senyawa	Rumus Kimia	Komposisi
Sukrosa (gula)	$C_{11}H_{22}O_{11}$	11 atom C, 22 atom H, 11 atom O
glukosa	$C_6H_{12}O_6$	6 atom C, 12 atom H, 6 atom O
Urea	$CO(NH_2)_2$	1 atom C, 4 atom H, 1 atom O, 2 atom N
Air	H_2O	2 atom H, 1 atom O
Asetilena (gas karbid)	C_2H_2	2 atom C, 2 atom H
Asam sulfat	H_2SO_4	2 atom H, 1 atom S, 4 atom O
Natrium klorida (garam dapur)	$NaCl$	1 atom Na, 1 atom Cl

Secara umum rumus kimia ditulis



Keterangan :

n: Koefisien yang menunjukkan jumlah molekul

A, B, C: lambang atom unsur penyusun molekul senyawa

x, y, z: Indeks tiap atom unsur penyusun, yang menunjukkan banyaknya atom unsur dalam setiap molekul

Contoh:

$2C_6H_{12}O_6$: 2 molekul glukosa disusun oleh 12 atom karbon, 24 atom hidrogen, dan 12 atom oksigen

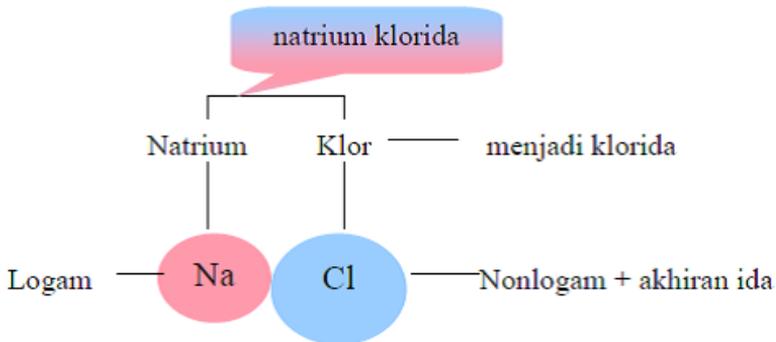
$3H_2SO_4$: 3 molekul asam sulfat disusun oleh 6 atom sulfur, 12 atom hidrogen, dan 12 atom oksigen

3. Tatanama Senyawa

Berdasarkan jenis unsur yang menyusun senyawa, senyawa dibedakan atas senyawa biner dan senyawa poliatom.

a. Senyawa Biner: Senyawa yang terdiri atas 2 jenis unsur

- Senyawa biner dari logam dan nonlogam: nama logam disebut terlebih dahulu, kemudian nama nonlogam yang diberi akhiran -ida. Perhatikan contoh berikut.



Tabel 2.5 Beberapa senyawa dan Unsur Penyusunnya

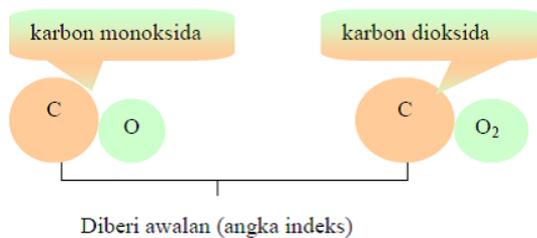
Angka	Nama	Angka	Nama
1	Mono	6	Heksa
2	Di	7	Hepta
3	Tri	8	Okta
4	Tetra	9	Nona
5	penta	10	Deka

Rumus Kimia	Unsur		Nama Senyawa
	Logam	Nonlogam	
NaCl	Natrium	Klor	natrium klorida
K ₂ O	Kalium	Oksigen	kalium oksida
MgCl ₂	Magnesium	Klor	magnesium klorida
BaO	Barium	Oksigen	barium oksida
PbS	Timbal	Sulfur	timbal sulfida

Senyawa biner dari nonlogam: nama nonlogam yang ditulis pertama kali disebut terlebih dahulu, kemudian nama nonlogam berikutnya yang diberi akhiran ida. Jika ada pasangan unsur yang bersenyawa lebih dari satu jenis senyawa, maka penamaan senyawa tersebut dapat dibedakan dengan menyebutkan angka indeksinya. Angka-angka tersebut dinyatakan dalam bahasa yunani, yaitu sebagai berikut.

Angka	Nama	Angka	Nama
1	Mono	6	Heksa
2	Di	7	Hepta
3	Tri	8	Okta
4	Tetra	9	Nona
5	penta	10	Deka

Tabel 2.6 Angka dalam Bahasa Yunani
Perhatikan contoh berikut.



Rumus Kimia	Unsur		Nama Senyawa
	Nonlogam I	Nonlogam II	
CO	Karbon	Oksigen	karbon monoksida
CO ₂	Karbon	Oksigen	karbon dioksida
N ₂ O ₃	Nitrogen	Oksigen	dinitrogen trioksida
N ₂ O ₅	Nitrogen	Oksigen	dinitrogen pentaoksida

Tabel 2.7 Beberapa senyawa dan Unsur Penyusunnya

Senyawa biner dari hidrogen dan nonlogam

- Menggunakan kata hidrogen sebagai nama depan, dan nama nonlogam sebagai nama belakang, diberi akhiran ida.
- Menggunakan kata asam sebagai nama depan dan nama nonlogam sebagai nama belakang diberi akhiran ida.

Rumus Kimia	Unsur		Nama Senyawa	
	Nonlogam I	Nonlogam II	Kata hidrogen	Kata asam
HF	Hidrogen	Flour	hidrogen flourida	asam flourida
HCl	Hidrogen	Klor	hidrogen klorida	asam klorida
HBr	Hidrogen	Brom	hidrogen bromida	asam bromida
HI	Hidrogen	Iod	hidrogen iodida	asam bromida
H ₂ S	Hidrogen	Sulfur	hidrogen sulfida	asam sulfida

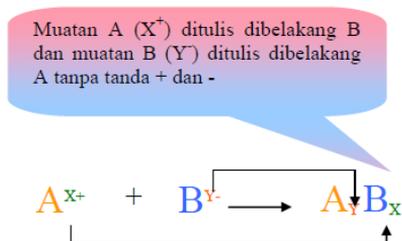
Tabel 2.8 Beberapa senyawa dan Unsur Penyusunnya

Senyawa poliatom: Senyawa ion (atom atau gabungan atom yang bermuatan listrik) yang terdiri dari dua atau lebih atom yang bergabung bersama-sama dalam satu ion. Penamaannya adalah nama ion positif (kation) disebut terlebih dahulu kemudian nama ion negatif (anion).

Rumus Kimia	Ion penyusun		Nama Ion		Nama Senyawa
	Positif	negatif	Positif	Negatif	
NH ₄ Cl	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	Ammonium	Klorida	ammonium klorida
Mg(OH) ₂	Mg ²⁺	OH ⁻	Magnesium	Hidroksida	magnesium hidroksida
Al ₂ (SO ₄) ₃	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	Alumunium	Sulfat	alumunium sulfat
H ₂ SO ₃	H ⁺	SO ₃ ²⁻	Hidrogen	Sulfit	hidrogen sulfit/asam sulfit
NaClO	Na ⁺	ClO ⁻	Natrium	Hipoklorit	natrium hipklorit
NaClO ₂	Na ⁺	ClO ₂ ⁻	Natrium	Klorit	natrium klorit
Ca(ClO ₃) ₂	Ca ²⁺	ClO ₃ ⁻	Kalsium	Klorat	kalsium klorat
Fe(NO ₂) ₂	Fe ²⁺	NO ₂ ⁻	Besi(II)	Nitrit	besi(II) nitrit
Fe(NO ₃) ₃	Fe ³⁺	NO ₃ ⁻	Besi(III)	Nitrat	besi(III) nitrat

Tabel 2.9 Beberapa senyawa dan Ion Penyusunnya

Secara umum senyawa ion dapat dituliskan sebagai berikut.



- A, B : lambang unsur
- X⁺ : muatan A
- Y⁻ : muatan B

Selengkapnya, perhatikan beberapa nama kation dan anion berikut

Rumus	Muatan	Nama	Rumus	Muatan	Nama
H^+	+1	hidrogen	Mn^{2+}	+2	mangan(II)
Na^+	+1	natrium	Mn^{4+}	+4	mangan(IV)
K^+	+1	kalium	Pb^{2+}	+2	timbal(II)
Li^+	+1	litium	Pb^{4+}	+4	timbal(IV)
NH_4^+	+1	ammonium	Hg^+	+1	raksa(I)
Ag^+	+1	perak	Hg^{2+}	+2	raksa(II)
Ca^{2+}	+2	kalsium	Cr^{3+}	+3	krom(III)
Ba^{2+}	+2	barium	Co^{2+}	+2	kobalt(II)
Mg^{2+}	+2	magnesium	Co^{3+}	+3	kobalt(III)
Ni^{2+}	+2	nikel	Au^+	+1	emas(I)
Zn^{2+}	+2	seng	Au^{3+}	+3	emas(III)
Al^{3+}	+3	aluminium	Sn^{2+}	+2	timah(II)
Cd^{2+}	+2	kadmium	Sn^{4+}	+4	timah(IV)
Fe^{2+}	+2	besi(II)	Cu^+	+1	tembaga(I)
Fe^{3+}	+3	besi(III)	Cu^{2+}	+2	tembaga(II)

Rumus	Muatan	Nama	Rumus	Muatan	Nama
OH^-	-1	hidroksida	$C_2O_4^{2-}$	-2	oksalat
F^-	-1	fluorida	SO_3^{2-}	-2	sulfit
Cl^-	-1	klorida	SO_4^{2-}	-2	sulfat
Br^-	-1	bromida	HSO_3^-	-1	bisulfit/hidrogen sulfit
I^-	-1	iodida	PO_3^{3-}	-3	fosfit
O^{2-}	-2	oksida	PO_4^{3-}	-3	fosfat
S^{2-}	-2	sulfida	MnO_4^-	-1	permanganat
CN^-	-1	sianida	MnO_4^{2-}	-2	manganat
NO_2^-	-2	nitrit	CrO_3^{2-}	-2	kromit
NO_3^-	-1	nitrat	CrO_4^{2-}	-2	kromat
ClO^-	-1	hipoklorit	$Cr_2O_7^{2-}$	-2	dikromat
ClO_2^-	-1	klorit	AsO_3^{3-}	-3	arsenit
ClO_3^-	-1	klorat	AsO_4^{3-}	-3	arsenat
ClO_4^-	-1	perklorat	IO^-	-1	hipoiodit
CH_3COO^-	-1	asetat	IO_2^-	-1	iodit
HCO_3^-	-1	bikarbonat/ Hidrogen karbonat	IO_3^-	-1	iodat
			IO_4^-	-1	periodat

Tabel 2.11 Anion (Ion Negatif)

E. Campuran

Seperti yang telah diuraikan di atas, air laut tergolong ke dalam campuran karena air laut terdiri atas air dan berbagai garam. Dari contoh tersebut kita dapat mengetahui bahwa campuran merupakan gabungan dua jenis zat atau lebih.

Campuran mempunyai sifat yang berbeda dengan senyawa. Dalam campuran sifat-sifat komponen tidak hilang. Ketika garam dapur dilarutkan dalam air, kedua zat itu tidak bersenyawa, melainkan bercampur.

Rasa garam sebelum dan sesudah dicampurkan tetap terasa asin, begitu pula dengan air. Air sebelum dicampurkan dan sesudah dicampurkan tetap dapat memadamkan api. Kemudian juga garam dengan air dapat bercampur dalam berbagai komposisi sesuai yang dikehendaki. Tidak demikian halnya dengan bersenyawa. Senyawa mempunyai komposisi tertentu. Air sebagai contoh, terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan perbandingan atom 2:1. Jadi, kita dapat menyatakan bahwa bersenyawa membentuk zat baru (berlangsung secara kimia), sedangkan bercampur tidak membentuk zat baru (berlangsung secara fisika).

F. Jenis-Jenis Campuran

- Terdiri dari zat terlarut (solut) dan pelarut (solven). Biasanya, komponen yang lebih banyak jumlahnya disebut sebagai zat pelarut, sedangkan yang lebih sedikit disebut sebagai zat terlarut. Namun, jika larutan berwujud cair, maka komponen cair disebut sebagai zat pelarut.

- Serba sama, tidak ada bidang batas antar komponen-komponen penyusunnya

- Tidak dapat disaring

- Tidak terdapat lapisan (komponen padat dan cair tidak memisah)

Contoh:

- Udara - Air gula

- Sirup - Air cuka

- Air hujan - Spirtus

2. Campuran heterogen

Campuran heterogen terdiri atas:

a. Suspensi

Ciri-ciri:

- Keruh
- Ada bidang batas antar komponen-komponen penyusunnya
- Dapat disaring
- Mengendap
- Terdapat lapisan (komponen padat dan cair memisah)

Contoh:

- Campuran terigu dan air
- Campuran pasir dan air
- Bubuk kopi dan air

b. Koloid

Ciri-ciri:

- Keruh
- Ada bidang batas antar komponen-komponen penyusunnya (jika dilihat dengan mikroskop ultra)
- Dapat disaring dengan kertas saring ultra
- Komponen padat dan cair dapat memisah sendiri dalam waktu relatif lama
- Dapat menghamburkan cahaya

Contoh:

- Air susu
- Cat
- Tinta
- santan
- Asap
- Kabut

c. Larutan



Larutan gula



koloid



Suspensi

Gambar 2.4 Campuran Homogen dan Heterogen

G. Hukum - Hukum Dasar Kimia

1. Hukum Kekekalan Massa (Antoine Lavoisier)

Reaksi kimia tanpa kita sadari merupakan proses yang telah sangat biasa dalam kehidupan kita sejak dulu, namun sangat sulit bagi kita maupun ilmuwan untuk menjawab teka-teki dibalik proses itu. Misalnya, kita membakar kayu, maka hasil pembakaran hanya tersisa abu yang massanya lebih ringan dari kayu. Hal ini bukan berarti ada massa yang hilang. Akan tetapi, pada proses ini kayu bereaksi dengan gas oksigen menghasilkan abu, gas karbon dioksida, dan uap air. Jika massa gas karbon dioksida dan uap air yang menguap diperhitungkan, maka hasilnya akan sama.

Antoine Lavoisier (1743-1794) seorang pelopor yang percaya pentingnya membuat pengamatan kuantitatif dalam eksperimen, mencoba memanaskan 530 gram logam merkuri dalam wadah terhubung udara dalam silinder ukur pada system tertutup. Ternyata volume udara dalam selinder berkurang $\frac{1}{5}$ bagian. Logam merkuri berubah menjadi merkuri oksida sebanyak 572,4 gram. Besarnya kenaikan massa merkuri sebesar 42,4 adalah sama dengan $\frac{1}{5}$ bagian udara yang hilang yaitu oksigen.

Logam merkuri + gas oksigen \rightarrow merkuri oksida
530 gram + 42,4 gram = 572,4 gram

Eksperimen-eksperimen seperti ini membawa Lavoisier pada kesimpulan bahwa oksigen dari udara berperan penting. Kemudian ia memformulasikan Hukum Kekekalan Massa yaitu : “ massa total suatu bahan sesudah reaksi kimia adalah sama dengan massa total bahan sebelum reaksi”. Dengan ungkapan lain, hukum ini menyatakan bahwa dalam reaksi kimia, suatu materi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan.

Cotoh soal dan penyelesaiannya

Sebanyak 0,455 g sampel magnesium, dibakar dalam 2,315 g gas oksigen untuk menghasilkan magnesium oksida. Setelah reaksi terjadi, diperoleh massa oksigen yang tidak bereaksi sebanyak 2,015 g. Berapakah massa magnesium oksida yang terbentuk?

Penyelesaian

Massa sebelum bereaksi

$$0,455 \text{ g magnesium} + 2,315 \text{ g oksigen} = 2,770$$

Massa sesudah bereaksi

$$X \text{ g magnesium oksida} + 2,315 \text{ g oksigen (sisa)} = 2,770 \text{ g}$$

$$X \text{ g magnesium oksida} = 2,770 \text{ g} - 2,015 \text{ g} = 0,755 \text{ g}$$

Jadi massa magnesium oksida yang terbentuk adalah 0,755 gram.

2. Hukum Perbandingan Tetap (Joseph Proust)

Selain Hukum Kekekalan Massa, dalam reaksi kimia juga dikenal adanya Hukum Perbandingan Tetap. Hukum ini dikemukakan oleh Joseph Proust. Pada tahun 1799, (Joseph Louis Proust, 1754-1826) melaporkan bahwa “seratus kilogram tembaga yang dilarutkan dalam asam sulfat atau asam nitrat dan diendapkan dengan karbonat dari potas (karbonat alam), akan selalu menghasilkan 194,5 kilogram karbonat hijau”. Sebelumnya ia juga telah melakukan reaksi yang sama di laboratorium dengan menggunakan karbonat murni dan menemukan hasil yang sama. Pengamatan-pengamatan seperti ini menjadi dasar munculnya Hukum Komposisi Tetap atau Hukum Perbandingan Tetap yaitu :”

semua sampel suatu senyawa akan memiliki komposisi (proporsi) yang sama dari massa unsure-unsur penyusunnya". Misalnya, air tersusun dari dua atom Hidrogen (H) untuk setiap atom Oksigen (O) yang kemudian setiap simbolik dituliskan sebagai rumus molekul yang sangat umum dikenal, yaitu H₂O. Dalam 10 g air, terdapat 1.119 g H dan 8,881 g O sebagai penyusun senyawanya. Demikian pula dalam 27 g air, maka terdapat 3,021 g H dan 23.979 g O. Dengan demikian komposisi H dan O dalam kedua air yang massanya berbeda tersebut adalah sama, yaitu H=11,19% dan O=88,81%.

Massa zat yang dicari X massa zat yang diketahui

Contoh soal dan penyelesaian

Gas hydrogen dan Oksigen akan bereaksi membentuk air dengan perbandingan m(H) : m(O) = 1 : 8. Jika diketahui massa hydrogen yang bereaksi 5 gram. Berapakah massa air yang dihasilkan?

Penyelesaian

$$m(\text{H}) : m(\text{O}) = 1 : 8$$

$$m(\text{H}) = 5 \text{ gram}$$

sehingga :

$$5 \text{ gram} : m(\text{O}) = 1 : 8$$

$$m(\text{O}) = 8/1 \times 5 \text{ g} = 40 \text{ g}$$

Jadi, massa air yang dihasilkan = 5 + 40 = 45 g.

3. Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton)

Hukum Proust dikembangkan lebih lanjut oleh para ilmuwan untuk unsure-unsure yang dapat membentuk lebih dari satu jenis senyawa. Salah seorang di antaranya adalah John Dalton (1766 - 1844). Dalton mengamati adanya suatu keteraturan yang terkait dengan perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa. Bila dua buah unsur dapat membentuk dua atau lebih senyawa untuk massa salah satu unsur yang sama banyaknya maka perbandingan massa unsur kedua akan berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana".

Contoh:

Bila unsur Nitrogen dan oksigen disenyawakan dapat terbentuk,

NO dimana massa N : O = 14 : 16 = 7 : 8

NO₂ dimana massa N : O = 14 : 32 = 7 : 16

Untuk massa Nitrogen yang sama banyaknya maka perbandingan massa Oksigen pada senyawa NO : NO₂ = 8 : 16 = 1 : 2

H. Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay Lussac)

Pada awalnya para ilmuwan menemukan bahwa gas hidrogen dapat bereaksi dengan gas oksigen membentuk air. Perbandingan volume gas hidrogen dan oksigen dalam reaksi tersebut adalah tetap, yaitu 2 : 1. Pada tahun 1808, Joseph Louis Gay Lussac melakukan percobaan serupa dengan menggunakan berbagai macam gas. Ia menemukan bahwa perbandingan volume gas-gas dalam reaksi selalu merupakan bilangan bulat sederhana.

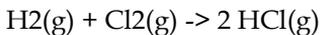
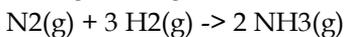
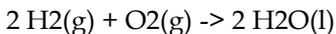
2 volume gas hidrogen + 1 volume gas oksigen → 2 volume uap air

1 volume gas nitrogen + 3 volume gas hidrogen → 2 volume gas Ammonia

1 volume gas hidrogen + 1 volume gas klorin → 2 volume gas hidrogen klorida

Percobaan-percobaan Gay Lussac tersebut dapat kita nyatakan dalam persamaan

reaksi sebagai berikut.



Dari percobaan ini, Gay Lussac merumuskan hukum perbandingan volume (hukum Gay Lussac):

“Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat sederhana.” Hukum perbandingan volume dari Gay

Lussac dapat kita nyatakan sebagai berikut.

“Perbandingan volume gas-gas sesuai dengan koefisien masing-masing gas.” Untuk dua buah gas (misalnya gas A dan gas B) yang tercantum dalam satu persamaan reaksi, berlaku hubungan:

Volume A / Volume B = koefisien A / koefisien B

Volume A = koefisien A / koefisien B × volume B

I. Hipotesis Avogadro

Mengapa perbandingan volume gas-gas dalam suatu reaksi merupakan bilangan sederhana? banyak ahli termasuk Dalton dan Gay Lussac gagal menjelaskan hukum perbandingan volume yang ditemukan oleh Gay Lussac. Ketidakmampuan Dalton karena ia menganggap partikel unsur selalu berupa atom tunggal (monoatomik). Pada tahun 1811, Amedeo Avogadro menjelaskan percobaan Gay Lussac. Menurut Avogadro, partikel unsure tidak selalu berupa atom tunggal (monoatomik), tetapi berupa 2 atom (diatomik) atau lebih (poliatomik). Avogadro menyebutkan partikel tersebut sebagai molekul.

Gay Lussac:

2 volume gas hidrogen + 1 volume gas oksigen → 2 volume uap air

Avogadro:

2 molekul gas hidrogen + 1 molekul gas oksigen → 2 molekul uap air

Dari sini Avogadro mengajukan hipotesisnya yang dikenal hipotesis Avogadro yang berbunyi:

“Pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas dengan volume yang sama akan mengandung jumlah molekul yang sama pula.” Jadi, perbandingan volume gas-gas itu juga merupakan perbandingan jumlah molekul yang terlibat dalam reaksi. Dengan kata lain perbandingan volume gas-gas yang bereaksi sama dengan koefisien reaksinya (Martin S. Silberberg, 2000).

Marilah kita lihat bagaimana hipotesis Avogadro dapat menjelaskan hukum perbandingan volume dan sekaligus dapat menentukan rumus molekul berbagai unsur dan senyawa.

Ikatan kimia pada prinsipnya berasal dari interaksi antar elektron-elektron yang ada pada orbit luar, atau orbit yang terisi sebagian atau orbit bebas dalam atom lainnya.

1. Interaksi atom-atom logam (ikatan metalik/ikatan logam).

Dalam interaksi antar atom logam, ikatan kimia dibentuk oleh gaya tarik menarik-menarik elektron oleh inti (nucleus) yang berbeda. Asalnya elektron milik satu atom yang ditarik oleh inti atom tetangganya yang bermuatan +, dan elektron ini disharing dg gaya tarik yang sama oleh inti lain yang mengitarinya. Akibat jumlah elektron valensi yang rendah dan terdapat jumlah ruang kosong yang besar, maka e- memiliki banyak tempat untuk berpindah. Keadaan demikian menyebabkan e- dapat berpindah secara bebas antar kation-kation tersebut. Elektron ini disebut "delocalized electron" dan ikatannya juga disebut "delocalized bonding".

Elektron bebas dalam orbit ini bertindak sebagai perekat atau lem. Kation yang tinggal berdekatan satu sama lain saling tarik menarik dengan elektron sebagai semennya.

2. Ikatan kovalen

a. Ikatan dengan non logam

Pada prinsipnya semua ikatan kimia berasal dari gaya tarik menarik inti (nucleus) yang bermuatan + terhadap e yang bermuatan negatif, Gaya tarik menarik ini ditentukan oleh Hukum Coulomb.

$F =$

F : Gaya tarik menarik atau tolak menolak

Q_1 dan Q_2 : Muatan partikel 1 dan 2

r : Jarak antara partikel 1 dan 2

k : Konstante dielektrik

Bila Q_1 dan Q_2 bermuatan sama, maka keduanya akan tolak-menolak, sebaliknya bila Q_1 dan Q_2

bermuatan berlawanan akan terjadi tarik menarik. Ikatan kovalen terbentuk, karena hampir semua unsur memiliki ruang kosong dan orbit luar berenergi rendah. Makin rendah energi suatu orbit, makin tinggi stabilitas elektron yang ada di dalamnya. Semua unsur non-logam memiliki paling tidak 4 dari 8 elektron yang mungkin berada pada orbit luar, kecuali: H, He, dan B. Perbedaan unsur non-logam dengan logam adalah tidak memiliki kelebihan ruang kosong yang berenergi rendah untuk penyebaran elektron yang akan disharing. Elektron yang dapat disharing dalam unsur non-logam tidak mengalami "delocalised" seperti pada ikatan metalik (ikatan logam). Jadi elektron ini tinggal terlokalisasi dalam kedekatan antar 2 inti (ikatan kovalen).

Contoh: pembentukan H_2 dari 2 atom H. Pada molekul H_2 ada 3 gaya yang bekerja yaitu:

- Gaya tolak-menolak antara 2 inti
- Gaya tolak-menolak antara 2 elektron
- Gaya tarik-menarik antara inti dari satu atom dengan elektron dari atom yang lainnya. Besarnya gaya c ini lebih besar dari jumlah gaya a dan b.

Ikatan kovalen pada H_2 , 2 elektron disharing oleh 2 atom dan orbit dari 2 elektron itu juga disharing oleh 2 atom. Ikatan kovalen: gaya tarik-menarik bersih (net) yang terjadi ketika setiap atom memasok 1 elektron yang tidak berpasangan untuk dipasangkan dengan yang lain, dan ada satu ruang kosong untuk menerima elektron dari atom yang lain, sehingga 2 elektron ditarik oleh kedua inti atom tersebut.

- Valensi atau kekuatan penggabungan

Valensi suatu atom adalah jumlah ikatan kovalen yang dapat terbentuk. Contoh: valensi H = 1, He = 0, F = 1, O = 2, Li = 1.

3. Ikatan non-logam dengan logam

Pasangan elektron yang membentuk suatu ikatan antara atom logam dan non-logam terletak pada orbit yang overlap antara 2 atom tersebut. Karena atom non logam tidak mempunyai ruang kosong dengan energi rendah, maka elektron akan tersebar pada daerah orbit yang overlap.

Atom dari unsur yang berbeda memiliki kemampuan yg berbeda dalam menarik pasangan elektron dalam suatu ikatan kovalen.

F, O, Cl : kemampuan menariknya kuat

Na, K : kemampuan menariknya lemah.

Elektro-negativitas: kemampuan relatif suatu unsur untuk memenuhi muatan listrik yang negatif.

a. Ikatan ionic (elektro-valent, hetero-polar)

Ikatan ini berasal dari gaya tarik elektrostatik antara ion yang bermuatan berlawanan [Kation (+) dan anion (-)]. (Hukum Coulomb). Untuk sebagian besar unsur, proses pelepasan atau penambatan elektron adalah proses endotermik (membutuhkan energi). Ini berarti bahwa bentuk ion adalah kurang stabil dibandingkan atom yang tak bermuatan.

Na Na⁺ + (-) - energi

$\frac{1}{2}O_2 + 2(-) O^{2-}$ - energi

Senyawa yang memiliki derajat paling tinggi dalam ikatan ionik adalah yang terbentuk oleh reaksi antara unsur alkali dengan halogen.

Contoh: Na + Cl NaCl.

Keduanya memiliki perbedaan elektronegativitas yang besar, sehingga pasangan elektron yang membentuk ikatan lebih banyak tertarik oleh atom Cl. Makin besar perbedaan elektro-negativitasnya makin besar pula karakter ioniknya. Namun ada pengecualian untuk F dan Cs, F memiliki elektro-negativitas paling kuat, sedang Cs memiliki elektro-negativitas paling lemah, sehingga ikatannya tidak sepenuhnya ionik.

Bagaimanapun juga ikatan kovalen murni ada dalam molekul yang tersusun oleh molekul yang sama (H_2 , Cl_2 , C-C) atau molekul yang tersusun dari atom yg memiliki elektro-negativitas yang hampir sama, contoh: C-H.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin. 2014. *Energi Alternatif*, [Online]. Tersedia: <http://id.wikipedia.org>. [10 April 2014]
- Agus Fany Chandra Wijaya. 2010. *GERAK BUMI DAN BULAN*.
- Anonim. 2012. *Pengertian Energi Alternatif*, [Online]. Tersedia; <http://www.indoenergi.com>. [10 April 2014]
- Anonim. 2013. *Macam-macam Energi Alternatif dan Contohnya*, [Online]. Tersedia:
- Anonim. *Energi Alternatif*, [Online]. Tersedia: <http://www.pustakasekolah.com>. [10 April 2014]
- Antariksa 2016: Menjaring Komitmen Stake Holder Terhadap Tantangan*
April 2014]
- Atmasari, Nita Nurrachamawati. 2010. *Energi Alternatif*, [Online]. Tersedia:
- Biondy, Yogi. 2017. *Antariksa Indonesia. Jurnal Tingkat Sarjana bidang Senirupa dan*
Bogor, 2016, 26-42.
- Borowski Bianca. 2008. *Iklim dan Perubahan Iklim*. Penerbit Mizan: Bandung.
- Darmodjo, Hendro. 1991. *Pendidikan IPA 1*. Jakarta:Depdikbud
Desain. Volume 3 Nomor 1.
- Fatmawati, N.S., Yusuf, Khanan, 2016. *Seminar Nasional Kebijakan Penerbangan dan*
- Foster,Bob.2004.*Terpadu Fisika SMA*.Jakarta : Erlangga
<http://faizalnizbah.blogspot.com>. [10 April 2014]
<http://nitanurrachmawatiatmasari.blogspot.com>. [10 April 2014]
<http://teknologi.inilah.com>. [10 April 2014]
<http://www.miung.com>. [10 April 2014]
<https://id.wikipedia.org/wiki/Kalender> (Diakses pada 17 Februari 2022)
<https://www.gramedia.com/literasi/gerhana-matahari/> (Diakses pada 17 Februari 2022)
- Iskandar, Delik dkk. 2019. *CUACA DAN IKLIM JILID I*. Semarang:

PENERBIT ALPRIN.

- Jasin, Margaretha. 2006. *Konsep Dasar IPA*. Bandung:UPI Press
- Jasin, Maskoeri. (1987). *Ilmu Alamiah Dasar*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada,
- Mardianis, 2016. *Masalah Defenisi dan Delimitasi Antariksa: Analisis Kecenderungan Pengaturan dan Posisi Indonesia. Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa*. In Media: Bogor, 2016, 65-86.
- Marshall, mini. 2001. *Cuaca*. Anggia Prasetyo Putri. 2005. Penerbit Erlangga.
- Modul Pendidikan Profesi Guru (PPG). Modul 3. Ilmu Pengetahuan Alam. Penulis Drs. Nana Djumhana, M.Pd.
- Mushlih, Ahmad dkk. 2014. *Ilmu Pengetahuan Sosial SMP/MTS Kelas VII*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud.
- Nandy. *Mengenal Gerhana Matahari: Pengertian, Proses dan Jenis*.
- Nathabradja, Ikhsan. 2013. *Sumber Energi Alternatif Untuk Masa Depan*, [Online]. Tersedia:
- Nisbah, Faisal. 2013. *Buku Bacaan Siswa Tentang Energi*, [Online]. Tersedia:
- Nurnaningsih, C. (2018). Penerapan Media Audio Visual Untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa Pada Pembelajaran Tentang Rotasi Bumi Dan Revolusi Bumi Di Kelas Vi Sd Negeri Sindangpala. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 1(1).
- Penyelenggaraan Keantariksaan di Indonesia*. Buletin KKPA, edisi kedua tahun 2016, 42-47.
- Perkin, Otho E, et al.1981. *Work-a Text in Earth Science, Edisi revisi*. New York: Globe Book Company, Inc
- Rachman, H. B. PLANET BUMI (1).
- Rafikasari, A., 2016. *Reposisi Peran Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Setelah pembubaran Dewan Penerbangan dan Antariksa Nasional Republik Indonesia (DEPANRI)*. Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa. In Media:

- Rahmatiah, H. L. (2017). Urgensi Pengaruh Rotasi dan Revolusi Bumi Terhadap Waktu Shalat. *ELFALAKY*, 1(1).
- Said, Noor. 2009. *Mengenal Musim di Dunia*. Semarang: Penerbit Alprin.
- Setyawan, Rival A. 2012. *Energi Alternatif*, [Online]. Tersedia: <http://rivalsahabat.wordpress.com>.
- Soendjojo, dkk. 2003. *Pendidikan IPA II*. Jakarta:Depdikbud
- Sukma Perdana Prasetya. *GERHANA*.
<http://geo.fish.unesa.ac.id/berkas/Gerhana1.pdf> (Diakses pada 16 Februari 2022)
- Wadiyatmoko, K. 2004. *Geografi SMA*. Jakarta : Erlangga.
- Wijaya, A. F. C. (2010). Gerak Bumi dan Bulan. *Digital Learning Lesson Study Jayapura*.
- Winarsih, Sri. 2019. *Seri Sains: Iklim*. Semarang: Penerbit Alprin.