

Sulistyani Puteri Ramadhani, M.Pd

BUMI & ANTARIKSA
KONSEP & PANDUAN PARA PENGAJAR PENDIDIKAN

BUMI &

ANTARIKSA

KONSEP & PANDUAN PARA PENGAJAR PENDIDIKAN

Sulistyani Puteri Ramadhani, M.Pd

WY
TEKNIK INFORMATIKA

BUMI DAN ANTARIKSA

(Konsep dan Panduan Pengajar Inovatif)

Sulistiyani Puteri Ramadhani, M.Pd

Penerbit Yiesa Rich Foundation

BUMI DAN ANTARIKSA

(Konsep dan Panduan Pengajar Inovatif)

Penulis : Sulistyani Puteri Ramadhani, M.Pd

Editor : Yiesa Media Karya
Desain Sampul : Yiesa Media Karya
Penyunting : Yiesa Media Karya

Diterbitkan oleh Yayasan Yiesa Rich Jl. Bima, Kecamatan
: Sawangan, Kelurahan Bedahan Depok Jawa Barat
www.yiesa-richfoundation.or.id

Cetakan Pertama, Desember 2018
21 cm x 14,9cm; x+265
ISBN : 978-623-925-003-4

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku
tanpa Ijin tertulis dari penerbit maupun penulis

KATA PENGANTAR

Assalamu'a laikum Wr. Wb

Puji dan syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahNya Buku Bumi dan Antariksa (Konsep dan Panduan Pengajar Inovatif) telah diselesaikan dengan baik. Buku Bumi dan Antariksa (Konsep dan Panduan Pengajar Inovatif) yang bertujuan untuk mendapatkan konsep-konsep ilmiah di bidang kajian ilmu Dasar Bumi dan Antariksa Calon Mahasiswa Keguruan SD, yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas pendidikan secara komprehensif memahami ilmu bumi didalam Sains Dasar.

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada: Tim Yiesha Media Karya sebagai editor dan inspirator bagi penulis, 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. Penulis juga bersyukur atas dukungan dari semua pihak sehingga Buku Bumi dan Antariksa (Konsep dan Panduan Pengajar Inovatif) ini juga dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan maupun mungkin kesalahan dalam penulisan buku ini, sehingga penulis mengharapkan 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.

Salam Pendidikan!

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Depok, Desember 2018

Penulis

DAFTAR ISI

BAB 1 ATMOSFIR

A. Pengantar	1
B. Unsur – Unsur Udara	2
C. Struktur Vertikal Atmosfer	7
D. Pengulangan	10
E. Kesimpulan	11
F. Latihan	12
G. Balikan dan Tindak Lanjut	14
H. Daftar Pustaka	15

BAB 2 LITOSFIR

A. Pengantar	17
B. Struktur Lapisan Kulit Bumi	18
C. Daur Batuan	21
D. Klasifikasi Batuan	22
E. Pengayaan	31
F. Kesimpulan	31
G. Latihan	33
H. Balikan dan Tindak Lanjut	35
I. Daftar Pustaka	36

BAB 3 RADIASI MATAHARI

A. Pengantar	38
B. Aktivitas Matahari	39
C. Energi Matahari	46

D. Radiasi Elektromagnetik	47
E. Intensitas Isolasi	48
F. Kesimpulan	50
G. Latihan	51
H. Balikan dan Tindak Lanjut	55
I. Daftar Pustaka	55

BAB 4 PELESTARIAN LINGKUNGAN

A. Pengantar	58
B. Cara Pencegahan Kerusakan Lingkungan	59
C. Penanggulangan Secara Teknologis	62
D. Etika Lingkungan	68
E. Kesimpulan	72
F. Latihan	74
G. Balikan dan tindak lanjut	76
H. Daftar Pustaka	77

BAB 5 HIDROSFER

A. Pengantar	80
B. Konsep Hidrosfer	81
C. Air Tanah	85
D. Perairan Darat	92
E. Perairan Laut	104
F. Perairan Wilayah, Landas Kontinen dan Zone Ekonomi Eksklusif serta Kaitannya dengan Wawasan	

Nusantara	107
G. Kesimpulan	110
H. Latihan	111
I. Balikan dan tindak lanjut	115
J. Daftar Pustaka	115

BAB 6 TATA SURYA

A. Pengantar	117
B. Model Tata Surya	119
C. Hukum-hukum kepler	125
D. Bagian – bagian Tatasurya	129
E. Benda-benda Lain dalam Tata Surya	134
F. Kesimpulan	137
G. Latihan	138
H. Balikan dan Tindak Lanjut	140
I. Daftar Pustaka	140

BAB 7 PLANET BUMI

A. Pengantar	143
B. Bentuk Bumi	144
C. Rotasi Bumi	148
D. Gravitasi Bumi	157
E. Kesimpulan	159
F. Latihan	163
G. Balikan dan Tindak Lanjut	164

H. Daftar Pustaka	164
-------------------	-----

BAB 8 GRAVITASI BUMI

A. Pengantar	167
B. Hukum Gravitasi Newton	169
C. Kuat Medan Gravitasi dan Percepatan Gravitasi	175
D. Potensial Gravitasi	176
E. Kesimpulan	178
F. Latihan	179
G. Balikan dan Tindak Lanjut	179
H. Daftar Pustaka	180

BAB 9 SUMBER DAYA ALAM

A. Pengantar	184
B. Klasifikasi Sumber Daya Alam	185
C. Aneka Ragam Sumber Daya Alam Dan Pemanfaatannya	188
D. SDA Yang Tak Dapat Diperbaharui	190
E. Sumber Daya Alam yang Dapat Diperbaharui	198
F. Sumber Daya Tumbuhan, Hewan dan Mikroba	200
G. Keseimbangan Lingkungan	204
H. Perubahan Lingkungan	205
I. Pencemaran Lingkungan	208

J. Keseimbangan Lingkungan	217
K. Latihan	219
L. Balikan dan Tindak Lanjut	222
M. Daftar Pustaka	223
 BAB 10 BULAN MERUPAKAN SATELIT BUMI	
A. Pengantar	226
B. Kalender Bulan (Tahun Komariah)	232
C. Gerhana	233
D. Kesimpulan	240
E. Latihan	241
F. Balikan dan Tindak Lanjur	243
G. Daftar Pustaka	243
 GLOSARIUM	245

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Gas Utama dalam Udara Kering	1
Gambar 1.2	Perubahan Fase Air	5
Gambar 1.3	Pembagian lapisan atmosfer berdasarkan suhu	7
Gambar 2.1	Struktur Lapisan Bumi	20
Gambar 2.2	Daur Batuan	21
Gambar 2.3	Contoh jenis-jenis batuan beku	27
Gambar 2.4	Contoh jenis-jenis batuan sedimen	29
Gambar 2.5	Contoh jenis-jenis batuan malihan	30
Gambar 3.1	Gumpalan Matahari (granula)	40
Gambar 3.2	Bintik Matahari	41
Gambar 3.3	Lidah api Matahari (Prominensa)	43
Gambar 3.4	Bumi dan <i>Magnetosphenya</i>	44
Gambar 3.5	Aurora Borealis	45
Gambar 4.1	Pembakaran hutan	66
Gambar 4.2	Pembuangan limbah ke sungai	66
Gambar 5.1	Siklus Air	85
Gambar 5.2	Penampang Air Bawah Tanah	92
Gambar 5.3	Pola-pola Aliran Sungai	97
Gambar 5.4	Penampang Daerah Aliran Sungai	98
Gambar 6.1	Model tata surya geosentris	122
Gambar 6.2	Model tata surya heliosentri	125
Gambar 7.1	Ukuran relatif aktual planet-planet dan Matahari	144
Gambar 7.2	Bumi bulat terlihat dari kapal ruang angkasa	145

Gambar 7.3	Awan dan gunung yang tinggi masih terang walaupun matahari baru terbenam	146
Gambar 7.4	Bentuk bumi yang bulat pepat	147
Gambar 7.5	Pembagian Bumi Berdasarkan Garis Lintang	150
Gambar 7.6	Kemiringan Sumbu Bumi Selama Mengitari Matahari	153
Gambar 7.7	Perbedaan antara posisi kutub magnet dan kutub Bumi	156
Gambar 7.8	Gerakan Sentripetal Bulan akibat Atraksi Gravitasi Antara Bulan dan Bumi	159
Gambar 9.1.	Air Terjun merupakan sumber daya energi yang potensial untuk pembangkit listrik	187
Gambar 9.2	Hamparan tanah merupakan sumber daya ruang	187
Gambar 9.3	lapisan endapan fosil tertimbun lapisan endapan tanah yang berasal dari erosi	194
Gambar9.4	Terbentuknya Batubara	197
Gambar 9.5	Penebangan hutan	206
Gambar 9.6	Efek rumah kaca. Syamsuri	213
Gambar 10.1	Gerakan Sistem Matahari – Bumi – Bulan	226
Gambar 10.2	Rupa permukaan Bulan yang terlihat dalam teropong dari Bumi	228
Gambar10.3	Foto bulan tampak dekat	229

Gambar 10.4 Fasa Bulan ketika berevolusi terhadap Matahari	230
Gambar 10.5 Sudut antara bidang edar Bumi dan Bulan sebesar $5,09^0$	234
Gambar 10.6 Gehana bulan	235
Gambar 10.7 Gerhana Matahari total	235
Gambar 10.7 Gehana Matahari Partial	236
Gambar 10.8 Gerhana Matahari Cincin	236
Gambar 10.9 Gerhana Matahari Cincin	236
Gambar 10.10 Bayangan Umbra dan Penumbra Bulan	237
Gambar 10.11 Gerhana Bulan Total	238
Gambar 10.11 Meniru rotasi dan revolusi Bulan	239

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Konsentrasi unsur-unsur utama pada kerak bumi (Litosfir)	19
Tabel 2.2 Persentase Batuan di Permukaan Bumi	23
Tabel 10.1 Nama-nama bulan dalam Kalender Hijriah	233

BAB 1

ATMOSFIR

Didalam bab ini membahas tentang materi dari mata kuliah Bumi dan Antariksa yang yaitu atmosfer. Dengan mempelajari materi ini Anda akan lebih memahami tentang atmosfer . Berkaitan dengan hal tersebut maka pada materi bab 1 ini Anda akan mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan Atmosfer.

Dalam Bab ini akan disajikan materi dan kegiatan yaitu:

1. Menjelaskan unsur-unsur udara
2. Menjelaskan ciri – ciri lapisan atmosfer
3. Menganalisis dinamika unsur cuaca
4. Menjelaskan klasifikasi iklim

Bab ini tersusun dari beberapa materi yang di akhir setiap materi akan diberikan soal-soal latihan dengan tujuan untuk lebih memantapkan pemahaman peserta dan mengulang materi-materi yang dianggap belum dikuasai. Diakhir bab dilakukan evaluasi secara keseluruhan mencakup semua materi yang terkandung sesuai bab nya. Umpan Balik evaluasi tersedia di akhir ini yang dapat digunakan sebagai analisis diri.

A. PENGANTAR

Sadarkah, jika setiap saat Anda membutuhkan udara segar. Sebaiknya Anda bernafas sedalam-dalamnya dan nikmati hidup sehat dengan menghirup udara bersih. Udara yang Anda hirup adalah udara

dengan berbagai kandungan unsurnya. Paru-paru kita secara otomatis akan menyerap memilih unsur oksigen untuk menyertai peredaran darah dalam tubuh kita. Pertanyaannya, bagaimana jika di permukaan bumi tidak ada udara? Makhluk hidup yang bernafas tentu saja akan mati. Begitu pentingnya unsur udara bagi kehidupan manusia juga makhluk hidup lainnya. Lapisan udara itulah yang dinamakan atmosfer.

B. URAIAN MATERI

Unsur-unsur udara

Atmosfir berasal dari Bahasa Yunani yaitu *atmosfer*. Kata *atmos* berarti uap dan *sphaira* berarti lapisan. Atmosfir merupakan lapisan udara yang menyelubungi bumi. Keberadaan udara dalam lapisan atmosfer sangatlah penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya untuk bernafas. Manusia dapat bertahan sampai satu hari tanpa air di daerah gurun yang paling panas, tetapi tanpa udara manusia hanya bertahan beberapa menit saja.

Pada skala yang lebih luas, atmosfer berfungsi sebagai payung atau pelindung kehidupan di bumi dari radiasi matahari yang kuat pada siang hari dan mencegah hilangnya panas ke ruang angkasa pada malam hari. Atmosfir juga merupakan penghambat benda-benda angkasa yang bergerak melaluinya, sehingga sebagian meteor yang melalui atmosfer akan menjadi panas dan hancur sebelum mencapai bumi.

Atmosfir sebagai lapisan pelindung bumi memiliki beberapa sifat berikut:

- 1) Tidak memiliki warna, tidak berbau, dan tidak memiliki wujud, hanya bisa dirasakan oleh indra

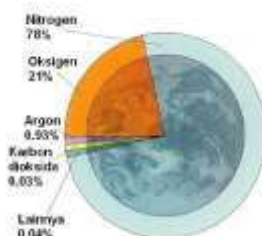
perasa kita dalam bentuk angin.

- 2) Memiliki berat sehingga dapat menyebabkan tekanan.
- 3) Memiliki sifat dinamis
- 4) dan elastis yang dapat mengembang dan mengerut.

Untuk menguji bahwa di dalam udara terdapat unsur-unsur fisik cobalah jawab pertanyaan berikut:

- 1) Jika Anda berada di suatu tempat dekat pompa pengisi bahan bakar bensin. Udara di sekitarnya tampak tidak berubah, tetapi hidung kita akan merasa terganggu oleh bau bensin.
- 2) Jika di sekitar Anda ada orang yang membakar kertas, tampak asap mengepul dan menyelimuti daerah sekitarnya. Cobalah Anda masuk pada gumpalan asap tersebut, tentu saja akan terasa sesak nafas karena udara didominasi oleh asap.
- 3) Di lain waktu anda berada di tempat berkabut. Kabut tersebut menyerupai asap, bergumpal dan tampak putih. Masuklah pada gumpalan kabut tersebut dan rasakan keadaan nafas Anda, apakah masih terasa sesak? Mengapa tidak terasa sesak seperti masuk pada gumpalan asap pembakaran?

Udara terkandung banyak unsur diantaranya adalah unsur oksigen (O_2) yang dibutuhkan oleh tubuh kita untuk bernafas.



Gambar 1.1 Gas Utama dalam Udara Kering

Ada unsur apa saja di dalam udara di sekitar kita? Atmosfir merupakan lapisan udara yang terdiri atas banyak unsur gas, seperti nitrogen (N_2), oksigen (O_2), argon (Ar), dan karbondioksida (CO_2) sebagai unsur utama dan unsur lainnya seperti *Neon* (Ne), *Helium* (He), *Ozon* (O_3), *Hidrogen* (H_2), *Krypton* (Kr), *Metana* (CH_4), dan *Xenon* (Xe). Selain itu, terkandung pula uap air dan partikel lain seperti debu dan garam-garaman yang kita sebut *aerosol*. Udara di permukaan bumi yang mengandung uap air disebut udara lembab, sedangkan jika tidak mengandung uap air disebut udara kering.

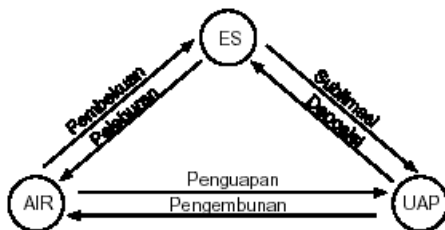
Gambar 1.1 di atas menunjukkan komposisi udara dalam keadaan kering. Pada gambar tersebut, coba sebutkan gas apakah yang paling banyak dalam udara? Ya, unsur kandungan nitrogen dan oksigen adalah yang paling banyak yaitu mencapai 99,03%. Selebihnya dalam jumlah kecil adalah argon, karbondioksida, ozon, dan lain-lain.

Unsur-unsur gas dalam udara sangat bermanfaat bagi kehidupan makhluk hidup. Nitrogen sangat bermanfaat bagi kehidupan karena dibutuhkan oleh tumbuhan yang berbintil-akar (seperti akar tanaman kedelai) dan beberapa jenis ganggang. Dalam bintil-bintil akar terdapat bakteri yang hidup bersimbiosis dengan tumbuhan inangnya. Bakteri itu akan menambat (menangkap) nitrogen bebas dari udara menjadi nitrat. Setelah menjadi nitrat, barulah diserap oleh tumbuhan untuk keperluan sintesis protein melalui proses metabolisme. Tumbuhan yang mengikat nitrit kaya akan protein dan tentu saja dibutuhkan untuk memenuhi protein nabati bagi manusia.

Manfaat oksigen sangat jelas yaitu untuk bernafas makhluk hidup yang bernafas dengan paru-paru termasuk manusia. Manfaat karbon dioksida adalah membantu proses fotosintesa tanaman yang berhijau daun untuk menghasilkan zat karbohidrat yang ditampung pada buah tanaman atau pada bagian tanaman lainnya (pada batang dan akar/umbi).

Ozon adalah gas yang molekulnya terdiri atas tiga atom oksigen (O_3). Pembentukan ozon adalah dari oksigen (O_2) yang pecah akibat radiasi ultraviolet menjadi atom oksigen. Atom oksigen hasil belahan itu masing-masing akan bertumbukan dan membentuk lapisan ozon (O_3). Kebocoran ozon adalah jika salah satu dari tiga unsur atom oksigen itu bukan lagi dari unsur oksigen, tetapi misalnya oleh suatu zat pencemar (polutan) seperti klorofluorokarbon (CFC).

Uap air dalam udara tidak dikatakan sebagai gas udara, karena uap air bukan gas tetapi butiran air yang ukurannya sangat kecil. Uap air (H_2O) merupakan salah satu unsur penting dalam atmosfer, yaitu dalam proses cuaca atau iklim yang dapat merubah fase (wujud) menjadi fase cair, atau fase padat melalui kondensasi dan deposisi. Perubahan fase air, dilukiskan pada gambar 12



Gambar1.2. Perubahan Fase Air

Uap air merupakan senyawa kimia udara yang tersedia dalam jumlah besar, tersusun dari dua bagian hidrogen (H_2) dan satu bagian oksigen (O). Uap air masuk ke dalam udara melalui proses evaporasi dan transpirasi (atau digabungkan menjadi istilah evapotranspirasi). Evaporasi adalah penguapan air yang berada di lautan, danau, sungai, dan massa air lainnya, sedangkan transpirasi adalah penguapan (perpindahan) air yang terkandung dalam tumbuh-tumbuhan ke udara. Uap air akan hilang dari udara jika ia mengalami kondensasi menjadi titik-titik air dan turun sebagai hujan.

Selain unsur gas dan uap air, lapisan udara juga memiliki unsur aerosol yang jumlahnya tidak tetap. Aerosol adalah partikel-partikel debu, garam laut, sulfat, atau nitrat yang berada dan melayang-layang di udara. Aerosol dapat berasal dari letusan gunungapi, pembakaran bahan bakar minyak dari kendaraan bermotor atau industri, deburan gelombang pecah di pantai, spora tumbuhan, bakteri, virus flu, dan lain-lain.

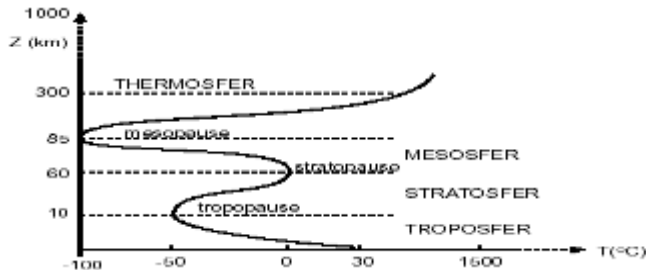
Atmosfer selalu dikotori oleh debu. Debu adalah istilah yang dipakai untuk benda yang sangat kecil sehingga tidak tampak kecuali dengan mikroskop. Jumlah debu berubah-ubah tergantung pada tempat. Sumber debu beraneka ragam, yaitu asap, abu vulkanik, pembakaran bahan bakar, kebakaran hutan, dan *smog*. *Smog* singkatan dari *smoke and fog* adalah kabut tebal yang sering dijumpai di daerah industri yang lembab.

Debu dapat menyerap, memantulkan, dan menghamburkan radiasi matahari. Debu atmosferik

dapat disapu turun ke permukaan bumi oleh curah hujan, tetapi kemudian atmosfer dapat terisi partikel debu kembali. Debu atmosfer adalah kotoran yang terdapat di atmosfer.

C. Struktur Vertikal Atmosfir

Ketebalan lapisan atmosfer ini mencapai 1000 km yang diukur dari atas permukaan air laut. Selain ketebalannya yang besar, lapisan ini juga memiliki berat 6 milyar ton. Lapisan atmosfer tersebar berbeda baik secara vertikal maupun horisontal. Secara vertikal, atmosfer terdiri dari *troposfir*, *stratosfir*, *mesosfir*, dan *termosfir*. Ada pula yang menambahkan dengan lapisan lain yaitu *ionosfir*, dan *exosfir*. Sebagai ilustrasi, dapat Anda lihat pada gambar 1.3!



Gambar 1.3. Pembagian lapisan atmosfer berdasarkan suhu

a. Troposfir

Gejala cuaca seperti awan, petir, topan, badai dan hujan terjadi di lapisan ini. Pada troposfir terdapat penurunan suhu akibat sangat sedikitnya troposfir menyerap radiasi gelombang pendek yang berasal dari matahari. Sebaliknya permukaan tanah memberikan panas pada lapisan troposfir yang terletak di atasnya

melalui peristiwa konduksi, konveksi, kondensasi, dan sublimasi yang dilepaskan oleh uap air atmosfer.

Pertukaran panas banyak terjadi pada bagian troposfir bawah, karena itu suhu turun dengan bertambahnya ketinggian pada situasi meteorologi (ilmu tentang cuaca). Nilainya berkisar antara 0,5 dan 1^o C tiap 100 meter dengan nilai rata rata 0,65^o C tiap 100 meter. Udara troposfir atas sangat dingin, sehingga lebih berat dibandingkan dengan udara di atas tropopause akibatnya udara troposfir tidak dapat menembus tropopause. Ketinggian tropopause lebih besar di ekuator daripada di daerah kutub. Di ekuator, tropopause terletak pada ketinggian 18 km dengan suhu - 80^o C, sedangkan di kutub tropopause hanya mencapai ketinggian 6 km dengan suhu - 40^o C. Tropopause adalah lapisan udara yang terdapat di antara troposfir dengan stratosfir.

b. Stratosfir

Lapisan atmosfer di atas tropopause merupakan lapisan *inversi*, artinya suhu udara bertambah tinggi (panas) seiring dengan naiknya ketinggian. Disebut juga lapisan isothermis. Kenaikan suhu ini disebabkan oleh lapisan ozonosfir yang menyerap radiasi ultra violet dari matahari. Bagian atas stratosfir dibatasi oleh permukaan diskontinuitas suhu yang disebut stratopause. Stratopause terletak pada ketinggian 60 km dengan suhu 0^o C.

c. Mesosfir

Pada mesosfir ditandai dengan adanya penurunan orde

suhu sebesar $0,4^{\circ}\text{C}$ setiap 100 meter, karena lapisan ini mempunyai keseimbangan radiasi yang negatif. Bagian atas mesosfir dibatasi oleh mesopause yaitu lapisan di dalam atmosfer yang mempunyai suhu paling rendah, kira-kira -100°C . Ketinggiannya sekitar 85 km.

d. Thermosfir

Lapisan ini terletak pada ketinggian 85 dan 300 km yang ditandai dengan kenaikan suhu dari -100°C sampai ratusan bahkan ribuan derajat. Bagian atas lapisan atmosfer dibatasi oleh termopause yang meluas dari ketinggian 300 km sampai pada ketinggian 1000 km. Suhu termopause adalah konstan terhadap ketinggian, tetapi berubah dengan waktu, yaitu dengan insolasi (*incoming solar radiation*). Suhu pada malam hari berkisar antara 300 dan 1200°C dan pada siang hari antara 700 dan 1700°C . Densitas termopause sangat kecil, kira-kira 10 kali densitas atmosfer permukaan tanah. Ionosfir merupakan bagian dari lapisan thermosfir. Fungsi lapisan ini untuk memantulkan gelombang radio sebagai alat komunikasi ke seluruh permukaan bumi. Di atas lapisan ionosfir terdapat lapisan eksosfir terluar yang memiliki ketinggian lebih dari 700 km di atas permukaan bumi. Lapisan ini semakin tinggi udara semakin tipis dan mendekati luar angkasa.

Persebaran kondisi atmosfer secara horisontal hanya berada pada lapisan troposfir dan keadaannya berbeda-beda antara satu tempat dengan tempat lainnya. Perbedaannya mengakibatkan perbedaan gejala cuaca dan iklim di permukaan bumi. Cuaca adalah suatu keadaan udara pada suatu saat di suatu tempat, yaitu keadaan berdasarkan gejala suhu,

tekanan udara, kelembaban, angin, dan curah hujan. Di samping itu terdapat unsur cuaca lainnya yang biasa kita saksikan yaitu penyinaran matahari, keadaan awan, gejala halilintar, pelangi, halo, dan lain-lain.

Iklim adalah suatu keadaan umum kondisi cuaca yang meliputi daerah yang luas. Iklim merupakan kelanjutan dari hasil-hasil pengamatan dan pencatatan unsur cuaca selama 30 tahun, karena itu iklim pada dasarnya merupakan rata-rata dari keadaan cuaca harian secara umum. Perbedaan lainnya, iklim bersifat relatif tetap dan stabil sedangkan cuaca selalu berubah setiap waktu.

D. PENGULANGAN

Jawablah soal latihan berikut dengan singkat!

1. Identifikasi manfaat atmosfer bagi kehidupan!
2. Sebutkan gas utama dalam udara!
3. Identifikasi gejala-gejala cuaca yang terdapat di lapisan troposfir!

Petunjuk jawaban latihan:

1. Manfaat Atmosfir adalah:
 - a. sebagai pelindung kehidupan di bumi dari radiasi matahari yang kuat pada siang hari dan mencegah hilangnya panas ke ruang angkasa di malam hari
 - b. penangkis meteor yang jatuh ke bumi
 - c. pemantul gelombang radio dan sarana komunikasi
 - d. untuk keperluan penerbangan
2. Gas utama dalam udara adalah Nitrogen, Oksigen, Argon, dan Karbon dioksida.
3. Gejala-gejala cuaca yang terdapat di lapisan

troposfir adalah awan, hujan, badai guruh, badai tropis, petir dan sebagainya.

E. KESIMPULAN

Atmosfir merupakan lapisan udara yang menyelubungi bumi. Keberadaan udara dalam lapisan atmosfir sangatlah penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya terutama untuk bernafas. Atmosfir juga berfungsi sebagai payung atau pelindung kehidupan di bumi yang memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau, dan berwujud, dan fleksibel.

Di dalam atmosfir terdiri banyak unsur gas antara lain nitrogen (N_2), oksigen (O_2), argon (Ar), dan karbondioksida (CO_2) sebagai unsur utama dan unsur lainnya seperti *Neon* (Ne), *Helium* (He), *Ozon* (O_3), *Hidrogen* (H_2), *Krypton* (Kr), *Metana* (CH_4), dan *Xenon* (Xe).

Lapisan atmosfir tersebar berbeda baik secara vertikal maupun ke arah horisontal. Secara vertikal, lapisan atmosfir terdiri dari lapisan *troposfir*, *stratosfir*, *mesosfir*, dan *thermosfir*. Selain itu ada *ionosfir*, dan *exosfir*. Persebaran kondisi atmosfir secara horisontal hanya berada pada lapisan troposfir dan keadaannya berbeda-beda antara satu tempat dengan tempat lainnya. Perbedaan ini mengakibatkan perbedaan gejala cuaca dan iklim di permukaan bumi.

Cuaca adalah suatu keadaan udara pada suatu saat di suatu tempat, yaitu keadaan berdasarkan gejala suhu, tekanan udara, kelembaban, angin, dan curah hujan. Unsur cuaca lainnya seperti sinar matahari, keadaan awan, gejala halilintar,

pelangi, halo. Sedangkan iklim adalah suatu keadaan umum kondisi cuaca yang meliputi daerah yang luas dan merupakan hasil-hasil pengamatan dan pencatatan unsur cuaca selama 30 tahun.

F. LATIHAN

Jawablah salah satu yang paling tepat pada pertanyaan di bawah ini!

1. Partikel yang bertebaran di udara disebut...
 - a. gas
 - b. asap
 - c. debu
 - d. aerosol
 - e. capung
2. Udara dikatakan lembab apabila kondisi dalam udara tersebut mengandung...
 - a. Gas
 - b. Aerosol
 - c. Angina
 - d. uap air
 - e. minyak
3. Lapisan ozon terganggu karena adanya unsur yang menggantikan unsur O pada salah satu O₃. Unsur tersebut adalah...
 - a. gas
 - b. asap
 - c. kabut
 - d. aerosol
 - e. debu

4. Lapisan ozon merupakan unsur udara yang berada pada ketinggian...
 - a. 10 – 15 km di atas permukaan bumi
 - b. 15 – 35 km di atas permukaan bumi
 - c. 35 – 65 km di atas permukaan bumi
 - d. 65 – 85 km di atas permukaan bumi
 - e. > 85 km di atas permukaan bumi
5. Lapisan udara yang paling dekat dengan permukaan bumi dinamakan...
 - a. troposfir
 - b. mesosfir
 - c. termosfir
 - d. stratosfir
 - e. ionosfir
6. Lapisan udara yang berfungsi memantulkan gelombang radio disebut...
 - a. Ionosfir
 - b. Mesosfir
 - c. Troposfir
 - d. Exosfir
 - e. stratosfir
7. Sumber suhu udara yang terjadi di permukaan bumi adalah...
 - a. tanah yang semakin tandus
 - b. perkotaan yang semakin padat
 - c. pemakaian kendaraan bermotor
 - d. sinar matahari
 - e. banyaknya pembakaran di pabrik kapur
8. Gejala atmosfir berupa efek rumah kaca terjadi pada bagian lapisan...

- a. troposfir
 - b. mesosfir
 - c. ionosfir
 - d. stratosfir
 - e. exosfir
9. Kondisi meteorologi dimana setiap naik 100 meter suhu udara akan turun 0,5 sampai dengan 0,6°C terjadi di lapisan...
- a. troposfir
 - b. mesosfir
 - c. ionosfir
 - d. stratosfir
 - e. termosfir
10. Perubahan uap air menjadi titik-titik air karena mengalami kenaikan tempat dinamakan...
- a. intersepsi
 - b. infiltrasi
 - c. aurora
 - d. kondensasi
 - e. evapotranspirasi

G. BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi atmosfer.

Tingkat Penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90%-100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Materi Atmosfer terutama bagian yang belum Anda kuasai.

H. DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Rukaesih, 2004. Kimia Lingkungan, Penerbit Andi Yogyakarta, Yogyakarta.

Juli Soemirat Slamet, 2015. Kesehatan Lingkungan. Gadjadara, University Press Jakarta.

Lukman, Rinaldi. Dkk. 2006. *Geografi untuk SMA/MA Kelas X*. Bekasi: PT Galaxy Puspa Mega (Anggota IKAPI).

Tinggi Banggali S. U, 2002. Kimia Lingkungan. FMIPA UNM.Makassar.

Jagalah bumi kita, sebelum
terlambat



BAB 2

LITOSFER

Didalam bab ini membahas tentang materi dari mata kuliah Bumi dan Antariksa yang yaitu litosfer. Dengan mempelajari materi ini Anda akan lebih memahami tentang litosfer. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada materi bab 2 ini Anda akan mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan Litosfer.

Dalam Bab ini akan disajikan materi dan kegiatan yaitu:

1. Mengidentifikasi struktur laipsan kulit bumi (litosfer) dan pemanfaatannya
2. Menjelaskan macam – macam bentuk muka bumi sebagai akibat proses vulkanisme, seisme, dan diastropisme.

Bab ini tersusun dari beberapa materi yang di akhir setiap materi akan diberikan soal-soal latihan dengan tujuan untuk lebih memantapkan pemahaman peserta dan mengulang materi-materi yang dianggap belum dikuasai. Diakhir bab dilakukan evaluasi secara keseluruhan mencakup semua materi yang terkandung sesuai bab nya. Umpan Balik evaluasi tersedia di akhir ini yang dapat digunakan sebagai analisis diri.

A. PENGANTAR

Sebagai calon guru profesional, sebaiknya Anda mempelajari pokok bahasan ini dengan sebaik-baiknya sehingga Anda mampu mengidentifikasi dan menganalisis berbagai gejala dan fenomena litosfir, sebagai materi pelajaran yang menarik untuk

dibelajarkan kepada siswa. Dengan demikian, para siswa akan merasa terbantu proses pembelajarannya di kelas dan guru pun akan merasa bangga karena hasil belajar siswa meningkat.

B. STRUKTUR LAPISAN KULIT BUMI

Makhluk hidup di planet bumi tinggal pada lapisan bumi yang keras dan kaku yang disebut kulit bumi atau litosfir. Litosfir ini terletak paling atas atau paling luar dari bagian bumi, sehingga sering disebut dengan kerak bumi. Meskipun kita tidak merasakan gerakan dari kerak bumi, tetapi kerak bumi memiliki sifat dinamis. Litosfir bukan merupakan suatu lapisan yang kompak, terutama kerak bumi, tetapi terpecah-pecah menjadi beberapa lempeng.

Istilah lithosfir berasal dari Bahasa Yunani yaitu *lithos* berarti batuan dan *sphera* berarti lapisan. Lithosfer mengandung pengertian sebagai lapisan kerak bumi paling luar dan terdiri atas batuan dengan ketebalan rata-rata 70 km. Dimaksud batuan di sini bukanlah benda yang keras saja berupa batu dalam kehidupan sehari-hari, namun juga dalam bentuk tanah liat, abu gunung api, pasir, kerikil dan sebagainya.

Tebal kulit bumi tidaklah merata, kulit bumi di bagian benua atau daratan lebih tebal dari bagian samudra. Litosfir merupakan lapisan yang tipis, jika Anda bandingkan kulit bumi yang keras seolah-olah cangkang telur, sedangkan di bawah litpsfir terdapat lapisan lapisan yang kental, panas dan tebal yang disebut astenosfir seolah-olah putih telurnya. Paling bawah merupakan lapisan inti sebagai kuning telurnya yang padat, karena tidak ada ruang gerak.

Litosfir terbentuk dari beberapa mineral yang disebut silikat (SiO_2) yang merupakan gabungan antara oksigen dan silikon. Selain itu terdapat senyawa lainnya, seperti pada tabel berikut :

Tabel 2.1. Konsentrasi unsur-unsur utama pada kerak bumi (Litosfir)

No	Unsur	Rumus Kimia	Berat (%)
1.	Oksigen	O	46,60
2.	Silikon	Si	27,72
3.	Alumunium	Al	8,13
4.	Besi	Fe	5
5.	Kalsium	Ca	3,63
6.	Sodium	Na	2,83
7.	Potassium	K	2,59
8.	Magnesium	Mg	2,09
9.	Titanium	Ti	0,44

Kulit bumi yang keras dinamakan kerak bumi, terbagi atas lempeng benua (*Continental Crust*) dan lempeng samudra (*Oceanic Crust*). Kedua lempeng ini memiliki karakteristik berbeda. Bahan utama pembentuk kulit bumi adalah magma. Magma merupakan batuan cair pijar yang bersuhu tinggi dan mengandung berbagai unsur mineral dan gas. Litosfir tersusun oleh sekitar 90 jenis unsur kimia yang satu dengan lainnya membentuk persenyawaan yang disebut Mineral.

Litosfir juga tersusun atas lapisan *Sial* dan lapisan *Sima*. Lapisan *Sial* memiliki berat jenis lebih ringan dari lapisan *Sima* karena lapisan ini tersusun dari silisium dan alumunium, senyawanya dalam bentuk SiO_2 dan Al_2O_3 . Sedangkan lapisan *Sima* tersusun dari silisium

magnesium, senyawanya dalam bentuk SiO_2 dan Mg O .

Selain litosfir, Planet Bumi juga tersusun dari lapisan lainnya. Adapun struktur lapisan bumi sebagai berikut :

1) *Litosfir* (Lapisan batuan pembentuk kulit bumi atau *crust*) Merupakan lapisan bumi paling atas dengan ketebalan lebih kurang 70 km yang tersusun dari batuan penyusun kulit bumi.

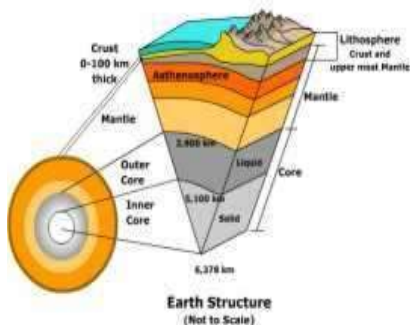
2) *Astenosfer* (Lapisan selubung atau *mantle*)

Astenosfer yaitu lapisan yang terletak di bawah litosfir dengan ketebalan sekitar 2.900 km berupa material cair kental dan berpijar dengan suhu sekitar 3.000°C , merupakan campuran dari berbagai bahan yang bersifat cair, padat dan gas bersuhu tinggi.

3) *Barisfer* (Lapisan inti bumi atau *core*)

Barisfer, yaitu lapisan inti bumi yang merupakan bagian bumi paling dalam yang tersusun atas lapisan Nife (*Niccolum* atau nikel dan *ferrum* atau besi). Lapisan ini dapat pula dibedakan atas dua bagian yaitu *inti luar* dan *inti dalam*. (1) Inti luar (*Outer Core*) Inti luar adalah inti bumi yang ada di bagian luar. Tebal lapisan ini sekitar 2.200 km, tersusun dari materi besi dan nikel yang bersifat cair, kental dan panas berpijar bersuhu sekitar 3.900°C . (2) Inti dalam (*Inner Core*).

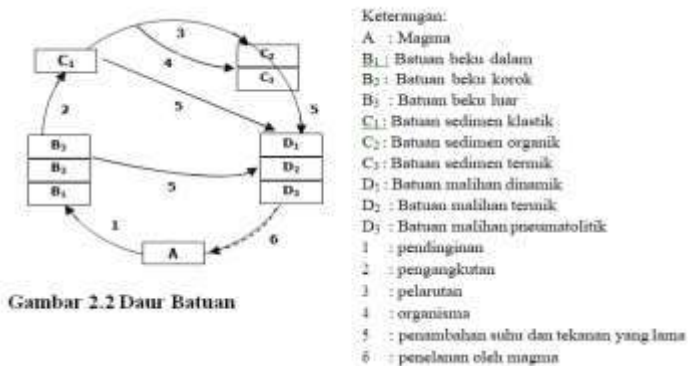
Inti dalam adalah inti bumi yang ada di lapisan dalam dengan



Gambar 2.1. Struktur Lapisan Bumi

ketebalan sekitar 2.500 km, tersusun atas materi besi dan nikel pada suhu yang sangat tinggi yakni sekitar 4.800⁰ C, akan tetapi tetap dalam keadaan padat dengan densitas sekitar 10 gram/cm³. Hal itu disebabkan adanya tekanan yang sangat tinggi dari bagian-bagian bumi lainnya.

Untuk lebih jelasnya tentang karakteristik perlapisan bumi, dapat anda lihat pada ilustrasi gambar 2.1. Batuan pembentuk kulit bumi selalu mengalami perubahan wujud melalui siklus (daur), karena magma, batuan beku, batuan sedimen, batuan malihan, dan kembali lagi menjadi magma yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2.2 Daur Batuan

C. Daur Batuan

Batuan sekitar magma itu dingin, sehingga mempengaruhi suhu magma. Secara berangsur-angsur magma mengalami pembekuan. Pembekuan terjadi mungkin di permukaan bumi atau di bawah permukaan bumi yang tidak begitu dalam,„aupun dalam dapur magma bersama-sama dengan proses

pembekuan magma. Karena itu, batuan yang berasal dari magma akan berbeda-beda.

Karena pengaruh atmosfer, batuan beku di permukaan bumi akan mengalami rusak, hancur, dan terbawa oleh aliran air, angin, gletser, hujan lebat, sehingga batuan hancur dan diangkut serta diendapkan di tempat baru, sehingga menjadi batuan endapan tertimbun di dataran rendah, sungai, danau atau di laut.

Batuan beku maupun batuan endapan mungkin akibat tenaga endogen, mencapai suatu tempat yang berdekatan dengan magma, sehingga persinggungan dengan magma, maka batuan sedimen maupun batuan beku berubah bentuk menjadi batuan *metamorf*.

Akibat tenaga endogen, terutama tenaga tektoni, batuan metamorf mengalami pengangkatan, sehingga batuan muncul ke permukaan bumi. Selanjutnya, karena pengaruh tenaga eksogen, akan terjadi pelapukan, pengangkutan, dan sebagainya, sehingga berubah lagi menjadi batuan sedimen. Dengan demikian, berdasarkan proses terjadinya, maka batuan dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: *batuan beku*, *batuan sedimen*, dan *batuan malihan (metamorf)*.

D. Klasifikasi Batuan

Secara umum komposisi batuan di pada litosfir didasarkan jenis batuannya didominasi oleh batuan sedimen yang menutupi hampir 66% permukaan bumi, sedangkan 34% berupa : batuan ekstrusi 8%, batuan intrusi 9%, dan batuan metamorf 17 %.

Tabel 2.2 Persentase Batuan di Permukaan Bumi

Benua	Batuan Kristal			Sedimen
	Ekstrusi	Intrusi	Metamor	
Asia	9	12	5	74
Afrika	4	16	22	58
Amerika Utara	11	6	31	52
Amerika	11	2	25	62
Eropa	3	7	3	87
Australia	8	11	11	70

Sumber: Geologi dan Mineralogi Tanah, 1996.

Coba Anda pahami tabel 2 di atas! Nampak bahwa batuan sedimen lebih banyak dijumpai di daratan Eropa. Hal ini, disebabkan hampir semua daratan Eropa terutama bagian daratan tidak dijumpai gunungapi. Batuan sedimen banyak dijumpai di daerah yang sudah berumur tua karena mengalami pelapukan lebih lanjut. Sedangkan batuan ekstrusi dan instrusi banyak dijumpai di daratan Asia, karena di kawasan ini, seperti di Indonesia, Jepang, Filipina, dan Italia, banyak terdapat gunungapi. Batuan ekstrusi dan intrusi akan dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik yang masih aktif.

Berdasarkan proses terjadinya, batuan dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu: *batuan beku*, *batuan sedimen*, dan *batuan malihan (metamorf)*.

a. Batuan Beku (*Igneous Rock*)

Batuan beku berasal dari bahasa latin *Inis* yang artinya api (*fire*). Batuan beku terbentuk akibat pembekuan cairan magma baik di dalam maupun di atas permukaan bumi yang mengalami pembekuan. Magma panas yang bergerak dari dalam bumi ke

permukaan melalui kepundan gunungapi, karena suhunya rendah sehingga akan membeku.

Aktifitas magma yang mengalami pembekuan akan membentuk pada tempat berbeda dibagi menjadi 3 jenis, yaitu :

- 1) Batuan beku dalam atau *plutonik*;
- 2) Batuan beku korok atau *porfirik*; dan
- 3) Batuan beku luar (lelehan atau *epusif*).

Material magma yang mengalami pembekuan di permukaan bumi disebut batuan beku luar atau *batuan ekstrusi* atau *batuan vulkanis*. Material magma yang membeku pada lubang kepundan atau retakan kulit bumi disebut batuan korok atau porfirik. Material magma yang membeku berada jauh di dalam bumi (15-50 km) disebut batuan beku dalam atau *plutonik* yang memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- 1) Umumnya berbutir lebih kasar dibandingkan batuan ekstrusi.
- 2) Jarang memperlihatkan struktur visikular (mengandung lubang-lubang benda gas).
- 3) Batuan dapat merubah batuan yang berbatasan pada semua sisinya.

Berdasarkan ukurannya (diameter), batuan plutonik dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu plutonik tabular dan plutonik masif. Batuan beku plutonik tabular berukuran relatif kecil dan biasanya terletak agak dekat ke permukaan bumi. Kalau diperhatikan dari letak dan bentuknya di dalam batuan sekitarnya membeku dikenal ada dua macam yaitu Sill dan Dike. Sill merupakan batuan plutonik tabular yang jika dilihat dari posisinya bersifat *concordant* selaras dengan lapisan batuan

sekitarnya. Letaknya ada yang mendatar, miring atau tegak sesuai arah lapisan. Sedangkan *Dike* merupakan tabular yang jika dilihat dari posisinya bersifat *discordant* atau memotong lapisan batuan sekitar. Hal ini terjadi karena dorongan magma ketika memasuki lapisan batuan itu cukup kuat sehingga batuan sulit sekali untuk dihancurkan. Batuan korok atau gang, yaitu batuan yang mengalami proses pembentukannya melalui pembekuan pada retakan dan rekahan batuan. Batuan ini terdiri dari kristal besar, kristal kecil dan ada yang tidak mengkristal, seperti granit fosfir.

Batuan beku luar, yaitu proses pembentukan batuan di luar permukaan bumi, karena magma yang keluar dari permukaan bumi dan mengalami pembekuan. Pembekuan yang cepat menyebabkan magma membentuk kristal- kristal kecil, seperti; andesit dan riolit, bahkan sama sekali tidak mempunyai kristal (amorf), seperti; batu apung dan batu kaca. Batuan beku luar memiliki ciri- ciri sebagai berikut :

- 1) Umumnya memiliki butir kristal yang halus bahkan amorf.
 - 2) Memperlihatkan struktur visikular (adanya lubang- lubang bekas materi gas yang terperangkap)
 - 3) Kristal mineral batuannya menunjukkan tekstur *Aphanitis* (kristal yang halus dan amorf)
- Adapun jenis-jenis batuan beku sangat penting yang tersebar di alam ini adalah :

1) *Granit*

Granit merupakan batuan beku dalam, dengan mineral berbutir kasar sampai sedang. Warna terang disebabkan karena kandungan feldspar, umumnya putih,

kelabu, merah jambu atau merah. Granit dalam bumi dan tersingkap di permukaan, karena erosi dan tektonik. Granit dapat digunakan sebagai bahan pengeras jalan, galangan kapal, bahan pemoles lantai, pondasi serta pelapis dinding.

2) *Granodiorit*

Granodiorit seperti granit yang termasuk batuan beku dalam, mineral berbutir kasar sampai sedang, warna terang. Granodiorit dapat digunakan untuk pengeras jalan, pondasi dan lain-lain. Granodiorit banyak terdapat di alam dalam bentuk batolit, stock, sill dan retas.

3) Diorit

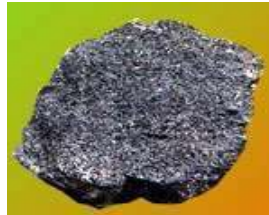
Diorit termasuk batuan beku dalam, mineralnya berbutir kasar sampai sedang, warnanya agak gelap.. Diorit merupakan batuan yang banyak terdapat di alam yang digunakan untuk pengeras jalan, pondasi dan sebagainya.

4) *Andesit*

Andesit terbentuk dari dari leleran diorit, mineralnya berbutir halus, komposisi mineral sama dengan diorit, warnanya kelabu. Gunungapi di Indonesia umumnya mengeluarkan batuan andesit dalam bentuk lava maupun piroklastika. Batuan mengandung mineral hornblenda dan ada yang mengandung piroksin. Andesit digunakan untuk pengeras jalan, pondasi, bendungan, konkresi beton, dan yang berstruktur lembar banyak digunakan sebagai batu tempel.



Batuan granit



Batuan andesit

Gambar 2.3 Contoh jenis-jenis batuan beku

5) Gabro

Gabro berwarna hitam, mineralnya berbutir kasar sampai sedang. Batuan ini digunakan untuk pengeras jalan, pondasi dan baik untuk lantai atau pelapis dinding.

6) Basal

Basal merupakan batuan leleran dari Gabro, mineralnya berbutir halus dan berwarna hitam. Gunungapi di Indonesia sebagian besar mengeluarkan basal dalam bentuk lava maupun piroklastik. Basal berstruktur lembar sebagai batu tempel pada bangunan. Basal umumnya berlubang bekas gas, terutama bagian muka. Batuan ini digunakan untuk pengeras jalan, pondasi, bendungan, konkresi beton dan bangunan lainnya.

7) Batukaca (Obsidian)

Batukaca merupakan batuan yang tidak memiliki susunan dan kristal (*metamorf*). Batuan ini terbentuk akibat lava membeku tiba-tiba. Batukaca berwarna coklat, kelabu, kehitaman atau putih seperti kaca. Batuan ini banyak digunakan untuk membuat mata lembing dan mata panah pada zaman purba.

8) Batuapung

Batuapung terbentuk dari lava yang mengandung

gas. Cairan lava membeku, maka gas keluar, sehingga berlubang-lubang. Lubang-lubang bekas gas menyebabkan batupung ringan. Di Indonesia batupung yang terkenal dihasilkan oleh Gunung Krakatau. Batupung dapat digunakan untuk memperhalus kayu.

b. Batuan Sedimen

Batuan sedimen atau endapan terbentuk karena proses pengendapan material hasil erosi. Sekitar 80% permukaan benua tertutup oleh batuan sedimen. Material batuan endapan terdiri dari berbagai jenis partikel, ada yang halus, kasar, berat, dan ada juga yang ringan. Berdasarkan Proses Pengendapannya, batuan endapan diklasifikasikan menjadi: *batuan sedimen klastik*, *batuan sedimen kimiawi*, dan *batuan sedimen organik*.

1) *Batuan sedimen klastik*

Batuan ini memiliki susunan kimia yang sama dengan susunan kimia batuan asalnya. Artinya, proses pembentukan batuan hanya mengalami penghancuran secara mekanik. Batu yang besar mengalami lapuk atau hancur menjadi lebih kecil. Pecahan batu ini terangkut hujan, longsor atau berguling-guling masuk ke dalam sungai. Arus sungai menghancurkan batu menjadi kerikil, pasir, lumpur serta mengendapkan di tempat lain, seperti konglomerat. Selain itu ada batuan sedimen non klastik yang dibedakan atas dasar komposisinya. Batuan sedimen non klastik akibat batuan mengalami pemanasan, sehingga air menguap, maka sisa material tersebut membeku, seperti; batu gamping dan dolomit, batu

garam, dehidrit dan gipsum dan batubara.

2) *Batuan sedimen kimiawi*

Batuan ini terbentuk karena proses kimia, seperti pelarutan, penguapan, oksidasi, dehidrasi, dan sebagainya. Hasil pengendapan secara kimiawi, seperti; batu kapur. Hujan yang mengandung CO_2 terjadi di gunung kapur air hujan meresap ke dalam retakan halus (diaklas) batu gamping (CaCO_3). Batu gamping larut dengan air menjadi larutan air kapur atau $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ sampai ke atap gua kapur. Tetesan air kapur itu membentuk stalaktit di atap gua dan stalagmit di dasar gua. Kedua bentukan sedimen kapur tersebut disebut batuan sedimen kimiawi.

2) *Batuan sedimen organik*

Batuan ini terbentuk karena sebagian material berasal dari organisme, seperti, daun, ranting atau bangkai binatang tertendapkan dan tertimbun di dasar laut. Berdasarkan tenaga pengangkutnya, batuan sedimen dapat diklasifikasikan menjadi 3, yaitu :

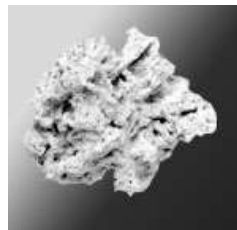
- (a) Angin membentuk *Batuan sedimen aerik (aeolis)*, seperti; tanah los, tuf, dan pasir di gurun.
- (b) Es membentuk *Batuan sedimen glasial, seperti;* Moraine.



Breksi



Batu kapur



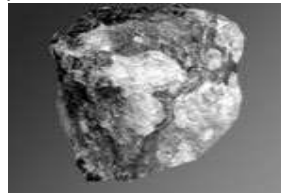
Batu koral

Gambar 2.4. Contoh jenis-jenis batuan sedimen

- (c) Air yang mengalir membentuk *Batuan sedimen aquatik, seperti; batu pasir, batu lempung dan sebagainya.*
- (d) Air laut membentuk *Batuan sedimen marin, seperti batu pasir.*
- b. Batuan Metamorf
- Batuan metamorf diakibatkan oleh proses metamorfosis. Batuan ini berasal dari batuan beku atau sedimen, karena adanya tekanan atau temperatur, sehingga susunan struktur maupun kimianya berubah. Batuan Metamorfik diklasifikasikan menjadi 3, yaitu :
- 1) Metamorfik termik (kontak), terbentuk karena adanya kenaikan suhu, seperti; batu pualam atau marmer.
 - 2) Metamorfik Dinamik (sintektonik), terbentuk karena adanya tekanan tinggi, biasanya tenaga tektonik.. Jenis batuan metamorfisa banyak ditemui di daerah patahan dan lipatan, seperti; batu sabak dan batubara.
 - 3) Metamorfik termik pneumatolitik, terbentuk karena adanya kenaikan suhu disertai masuknya zat bagian magma ke dalam batuan, seperti; azurit mineral (pembawa tembaga), topas, dan turmalin (batu permata)



Batu gamping



Batu marmer

Gambar 2.5. Contoh jenis-jenis batuan malihan

Litosfir merupakan bagian bumi yang langsung berpengaruh terhadap kehidupan dan memiliki manfaat yang sangat besar bagi kehidupan di bumi. Litosfir bagian atas merupakan tempat hidup bagi manusia, hewan dan tanaman. Manusia melakukan aktifitas di atas litosfir. Selanjutnya litosfir bagian bawah mengandung bahan mineral yang sangat bermanfaat bagi manusia. Bahan mineral atau tambang yang berasal dari lithosfer bagian bawah diantaranya minyak bumi dan gas, emas, batu bara, besi, nikel dan timah.

E. PENGAYAAN

Jawablah pertanyaan ini dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan susunan lapisan bumi?
2. Apakah sial itu?
3. Sebutkan tiga jenis batuan litosfir?
4. Sebutkan 3 jenis batuan metamorf berdasarkan proses pembentukannya?

F. KESIMPULAN

Litosfir yaitu lapisan kerak bumi paling luar dan terdiri atas batuan dengan ketebalan rata-rata 70 km. Tebal kulit bumi tidak merata, kulit bumi di bagian benua atau daratan lebih tebal dari di bawah samudra. Litosfir juga tersusun atas lapisan *Sial* dan lapisan *Sima*. Lapisan *Sial* memiliki berat jenis lebih ringan dari lapisan *Sima* karena lapisan ini tersusun dari silisium dan alumunium, senyawanya dalam bentuk SiO_2 dan Al_2O_3 . Sedangkan lapisan *Sima* tersusun dari silisium magnesium, senyawanya dalam

bentuk SiO_2 dan Mg O . Planet Bumi tersusun dari beberapa lapisan, yaitu litosfir, astenosfir, barisfir. Bagian litosfir yang merupakan kulit bumi, terbagi atas lempeng benua (*Continental Crust*) dan lempeng samudra (*Oceanic Crust*). Kedua lempeng ini memiliki karakteristik berbeda.

Litosfir dibentuk oleh berbagai jenis batuan utama, yaitu batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf. Batuan beku berdasarkan tempat pembekuan magma, dapat dibedakan menjadi batuan beku, batuan beku kerak dan batuan beku luar. Batuan sedimen/endapan terbentuk melalui proses pengendapan. Batuan metamorf adalah batuan yang sudah mengalami perubahan wujud dan susunan kimia akibat peningkatan suhu dan tekanan. Litosfir merupakan lapisan bumi yang langsung berpengaruh terhadap kehidupan di bumi, seperti tempat hidup bagi manusia, hewan dan tanaman. Manusia melakukan aktivitas di atas litosfir, selain itu didalamnya terdapat batuan dan mineral yang sangat berharga untuk kesejahteraan manusia.

Susunan lapisan bumi:

- 1) Litosfir (0 – 70 km)
- 2) Astenosfer (70 – 700 km)
- 3) Mantel bawah (700 – 2900 km)
- 4) Inti besi cair (2900 – 4980 km)
- 5) Inti besi padat (4980 – 6370 km)

Sial adalah lapisan kulit bumi yang tersusun atas logam silikon dan aluminium.

Tiga jenis batuan litosfir, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan malihan atau metamorf.

Batuan metamorf berdasarkan proses terbentuknya:

- a. Metamorfik termik (kontak), terbentuk karena adanya kenaikan suhu, seperti; batu pualam atau marmer.
- b. Metamorfik Dinamik (sintektonik), terbentuk karena adanya tekanan tinggi, biasanya tenaga tektonik.. Jenis batuan metamorfisa banyak ditemui di daerah patahan dan lipatan, seperti; batu sabak dan batubara.

Metamorfik termik pneumatolitik, terbentuk karena adanya kenaikan suhu disertai masuknya zat bagian magma ke dalam batuan, seperti;

G. LATIHAN

Jawablah salah satu yang paling tepat pada pertanyaan di bawah ini!

1. Lapisan kulit bumi yang keras dan kaku, yang biasa bergerak disebut...
 - a. astenosfir
 - b. litosfir
 - c. hidrosfir
 - d. mantel
 - e. barisfir
2. Batuan granit, diorit, gabro, memiliki bentuk kristal yang sempurna, batuan tersebut termasuk batuan beku yang mengalami proses pembekuan...
 - a. berlangsung lambat pada bagian dalam kulit bumi
 - b. pada lapisan kulit bumi dekat permukaan dan relatif lebih cepat
 - c. di permukaan bumi dan relatif cepat
 - d. bervariasi antara lambat dan cepat di dalam

- lapisan kulit bumi
- e. mengandung banyak mineral batuan
3. Lapisan bumi di bawah litosfir yang berbentuk cair disebut...
- a. Astenosfir
 - b. Litosfir
 - c. Barisfir
 - d. hidrosfir
 - e. mantel
4. Batuan yang telah mengalami pelapukan disebut batuan ...
- a. Malihan
 - b. Metamorf
 - c. Korok
 - d. Sedimen
 - e. pasir
5. Material magma yang mengalami pembekuan di permukaan bumi disebut...
- a. batuan beku dalam
 - b. batuan ekstrusi
 - c. batuan malihan
 - d. batuan beku korok
 - e. batuan beku forfirik
6. Batuan beku plutonik memiliki ciri-ciri sebagai berikut, *kecuali*...
- a. membeku jauh di dalam bumi
 - b. banyak mengandung lubang-lubang benda gas
 - c. umumnya berbutir lebih kasar
 - d. jarang memperlihatkan struktur visikular
 - e. batuan dapat merubah batuan yang berbatasan pada semua sisinya
7. Manakah yang bukan merupakan contoh jenis batuan sedimen...
- a. batu gamping

- b. dolomit
 - c. batu apung
 - d. konglomerat
 - e. batu koral
8. Batuan sedimen yang memiliki susunan kimia yang sama dengan susunan kimia batuan asalnya disebut...
- a. sedimen klastik
 - b. sedimen aerik
 - c. sedimen aquatik
 - d. sedimen kimiawi
 - e. sedimen organik
9. *Moraine* merupakan contoh batuan sedimen...
- a. sedimen klastik
 - b. sedimen aerik
 - c. sedimen aquatik
 - d. sedimen marin
 - e. sedimen glasial
10. Batuan metamorf yang terbentuk karena adanya kenaikan suhu disertai masuknya zat bagian magma ke dalam batuan...
- a. metamorf kontak
 - b. metamorf dinamik
 - c. metamorf termik
 - d. metamorf sintektonik
 - e. metamorf termik pneumatolitik

H. BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat

penguasaan Anda terhadap materi litosfer.

Tingkat Penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90%-100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Materi Litosfer terutama bagian yang belum Anda kuasai.

I. DAFTAR PUSTAKA

Hestianto Yusman, 2007. *Geografi 1 kelas X*. Jakarta: Yudhistira.

Tim Kreatif, 2009. *Geografi SMA/MA kelas X*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Yulir Yulmadia, 2004. *Geografi untuk SMA Kelas 1*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Menjaga bumi sama artinya menjaga kehidupan



BAB 3

RADIASI MATAHARI

Didalam bab ini membahas tentang materi dari mata kuliah Bumi dan Antariksa yang yaitu Radiasi Matahari. Dengan mempelajari materi ini Anda akan lebih memahami tentang Radiasi Matahari. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada materi bab 3 ini Anda akan mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan Radiasi Matahari.

Dalam Bab ini akan disajikan materi dan kegiatan yaitu:

1. Menjelaskan bentuk-bentuk aktivitas Matahari
2. Menjelaskan efek-efek yang timbul dari aktivitas Matahari terhadap Bumi
3. Menjelaskan proses pembentukan energi Matahari
4. Menjelaskan proses penyaluran energi Matahari ke seluruh ruang angkasa
5. Menjelaskan karakteristik fisis gelombang radiasi Matahari
6. Menjelaskan intensitas insolasi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya
7. Menjelaskan pengaruh keberadaan atmosfer Bumi terhadap radiasi Matahari yang menuju Bumi.

Bab ini tersusun dari beberapa materi yang di akhir setiap materi akan diberikan soal-soal latihan dengan tujuan untuk lebih memantapkan pemahaman peserta dan mengulang materi-materi yang dianggap belum dikuasai. Diakhir bab dilakukan evaluasi secara keseluruhan mencakup semua materi yang terkandung

sesuai bab nya. Umpan Balik evaluasi tersedia di akhir ini yang dapat digunakan sebagai analisis diri.

A. PENGANTAR

Setelah kita mengetahui struktur dan karakteristik Matahari, selanjutnya kita perlu mengetahui aktivitas-aktivitas dan proses-proses yang terjadi di Matahari dan apa saja produk yang dihasilkan dari aktivitas-aktivitas tersebut. Matahari meradiasikan produk-produk aktivitasnya ke ruang angkasa dan mencapai planet-planet. Proses apa yang terjadi di bagian inti matahari ? Di bagian inti matahari terjadi proses-proses reaksi inti (nuklir) berupa reaksi fusi (penggabungan inti) inti hidrogen menjadi inti helium, disertai pelepasan energi yang sangat besar.

Energi ini dihantarkan ke ruang angkasa dalam bentuk radiasi elektromagnetik yang memiliki kecepatan sangat tinggi yaitu 3×10^8 m/s dan dapat melewati ruang hampa. Energi Matahari adalah merupakan sumber energi utama untuk proses-proses yang terjadi di Bumi. Energi matahari sangat membantu berbagai proses fisis dan biologis di Bumi. Intensitas radiasi Matahari yang diterima Bumi (intensitas insolasi) bergantung pada lintang atau letak suatu tempat di permukaan Bumi. Intensitas insolasi di suatu tempat bergantung terutama pada dua faktor, yaitu sudut jatuh sinar Matahari dan lamanya radiasi. Aktivitas apa yang terjadi di bagian permukaan Matahari? Di permukaan Matahari juga terjadi berbagai bentuk aktivitas, yaitu granula atau gumpalan Matahari, Bintik Matahari dan lidah api Matahari. Aktivitas Matahari selama

terbentuknya suatu bintik Matahari maupun terbentuknya lidah api Matahari selalu disertai dengan pancaran partikel-partikel bermuatan listrik seperti proton-proton dan elektron-elektron yang melewati korona ke arah ruang angkasa dan dapat mencapai planet-planet. Pancaran partikel bermuatan ini disebut sebagai angin Matahari (solar wind). Interaksi angin Matahari dengan Bumi dapat mempengaruhi proses-proses di atmosfer Bumi.

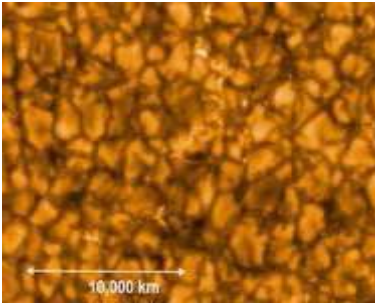
B. AKTIVITAS MATAHARI

Pada awalnya fotosfer (lapisan cahaya) dianggap sebagai sebuah bola cahaya yang seragam dan sempurna. Akan tetapi pengamatan menunjukkan bahwa pada fotosfer terdeteksi ada berbagai noda. Noda-noda ini muncul akibat adanya aktivitas di lapisan cahaya ini. Aktivitas atau kegiatan di permukaan Matahari digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu ; gumpalan Matahari (*granula*), bintik Matahari atau noda hitam (*sunspot*), dan lidah api Matahari (*prominensa atau protuberans*) (Kanginan, 1999).

Gumpalan Matahari (granula)

Apa yang disebut gumpalan Matahari dan bagaimana gumpalan ini dapat terjadi? Fotosfer bila diamati melalui sebuah teleskop yang dilengkapi dengan filter akan tampak adanya bentuk gumpalan-gumpalan. Gumpalan-gumpalan ini merupakan bintik-bintik panas (*hot spots*) yang terjadi akibat adanya perbedaan suhu yang sangat tinggi antara daerah panas dan daerah dingin pada fotosfer. Suhu gumpalan diperkirakan sekitar 100 kali lebih tinggi dibanding permukaan sekitarnya. Setiap

gumpalan dapat memiliki garis tengah yang berukuran ratusan kilometer dan dapat bertahan hanya beberapa menit saja. Gambar 8.1 melukiskan granula atau gumpalan Matahari (Kanginan, 1999).



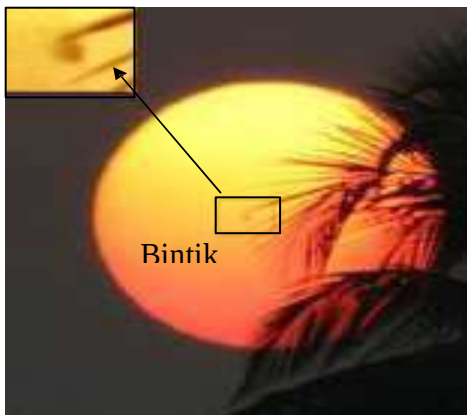
Gambar 3.1. Gumpalan Matahari (granula)

Bintik Matahari

Apa yang disebut bintik Matahari dan bagaimana bisa terbentuk? Bintik Matahari atau noda Matahari (*sunspot*) adalah daerah gelap pada fotosfer yang muncul akibat suhunya lebih rendah dari suhu daerah di sekitarnya. Sebuah bintik Matahari suhunya berkisar antara 4000 K sampai 5000 K. Bintik Matahari ditimbulkan oleh perubahan medan magnetik di Matahari. Bintik Matahari bisa tunggal atau berkelompok. Bintik ini tampak bergerak melintasi fotosfer akibat adanya rotasi Matahari pada sumbunya. Ukuran diameter bintik Matahari bervariasi, bintik yang besar dapat memiliki ukuran antara 200.000 – 300.000 km, sedangkan bintik yang kecil atau disebut pori-pori ukurannya kurang dari 3000 km. Sebuah pori-pori dapat bertahan dalam selang waktu dibawah satu jam, sedangkan bintik yang besar mampu bertahan

hingga 250 hari. Gambar 8.2 menunjukkan Bintik matahari.

Kapan keberadaan bintik Matahari mulai terdeteksi? Keberadaan bintik Matahari baru disadari pada tahun 1613, ketika Galileo melakukan pengamatan dan menyimpulkan bahwa bintik Matahari berlokasi di permukaan Matahari dan dibawa mengitari Matahari oleh gerak rotasinya. Pergerakan bintik itulah yang kemudian digunakan untuk menentukan periode rotasi Matahari, yang kemudian menunjukkan bahwa periode rotasi Matahari adalah kira-kira 25 hari terhadap ekuatornya.



Gambar 3.2 Bintik Matahari

Para ahli memperkirakan bahwa bintik Matahari mencapai jumlah maksimum dalam kurun waktu setiap 11 tahun sebelum akhirnya jumlahnya menurun kembali. Jadi frekuensi bintik Matahari mengikuti suatu siklus dengan periode rata-rata 11 tahun. Suatu teori bintik Matahari modern yang dibangun berdasarkan

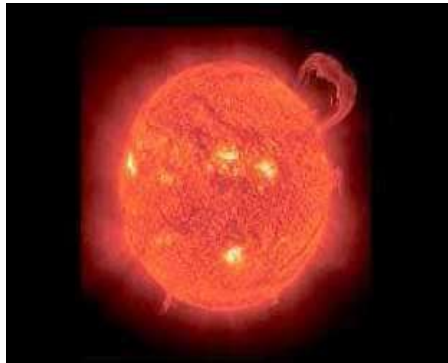
penemuan baru tentang medan magnetik di Matahari menyatakan bahwa suatu zat cair yang panas dan bermuatan listrik, seperti gas Matahari, dapat menghasilkan sifat kemagnetan. Pada saat gas bergerak, garis-garis medan magnetik mengikutinya. Gerakan gas Matahari yang teratur yang diikuti oleh medan magnetiknya itulah yang kemungkinan besar menimbulkan siklus bintik Matahari (Kanginan, 1999).

Lidah api Matahari

Bagaimana lidah api Matahari dapat terbentuk? Lidah api Matahari (*prominensa* atau *protuberans*) muncul akibat gangguan pada permukaan Matahari. Prominensa terjadi pada bagian tepi kromosfer. Prominensa merupakan gas panas yang tersembur dengan dahsyat dari permukaan Matahari. Semburan tersebut menyerupai lidah api besar berwarna kemerahan dan memiliki bentuk yang bervariasi. Prominensa dapat berbentuk seperti pita, simpal (*loop*), spiral, gunung, atau tabir. Prominensa dapat memanjang ke luar dari permukaan Matahari sejauh ribuan mil dan dapat mencapai ketinggian sampai satu juta mil, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.3. Kapan Prominensa dapat diamati? Prominensa dapat diamati pada saat terjadi gerhana Matahari total.

Aktivitas Matahari selama terbentuknya suatu bintik Matahari maupun terbentuknya lidah api Matahari selalu disertai dengan pancaran partikel-partikel bermuatan listrik seperti proton-proton dan elektron-elektron yang melewati korona ke arah planet-planet. Pancaran partikel bermuatan ini disebut sebagai angin Matahari (*solar wind*). Jika

dibandingkan dengan atmosfer Bumi yang mengandung sekitar 10^{19} partikel/cm³, konsentrasi partikel pada angin Matahari sangat kecil, yaitu hanya mengandung sekitar 5 partikel/cm³. Meskipun demikian kecepatan gerak partikel-partikel tersebut amatlah tinggi sehingga memiliki energi yang sangat tinggi pula (Kanginan, 1999).



Gambar 3.3 Lidah api Matahari (Prominensa)

Apakah keberadaan angin Matahari dapat mempengaruhi atmosfer Bumi? Meskipun kerapatan massa angin Matahari sangat rendah, angin Matahari dapat mempengaruhi bumi dalam beberapa hal. Pengaruh ini muncul ketika terjadi interaksi antara partikel-partikel bermuatan listrik dari angin Matahari dengan medan magnetik Bumi. Seperti telah diketahui bahwa ketika partikel bermuatan listrik melintasi daerah medan magnet dengan arah gerak membentuk sudut dengan arah medan magnet, maka partikel tersebut akan dibelokkan (disimpangkan). Selain itu akibat adanya interaksi partikel bermuatan

yang bergerak dalam medan magnet Bumi, maka akan dihasilkan suatu arus listrik induksi. Ketika proton-proton dan elektron-elektron berkecepatan tinggi dari angin Matahari melintasi medan magnet Bumi, kebanyakan dari partikel tersebut dibelokkan untuk seterusnya bergerak mengitari Bumi, meninggalkan suatu daerah yang menyerupai komet di sekitar Bumi, yang biasa disebut *Magnetosphere* (Gambar 8.4). Dengan demikian, medan magnet Bumi bertindak sebagai suatu perisai pelindung untuk menjaga agar sebagian besar partikel-partikel berenergi tinggi tidak mencapai permukaan Bumi.



Gambar 3.4. Bumi dan *Magnetosferenya*

Apakah efek dari adanya pergerakan partikel-partikel bermuatan listrik mengelilingi Bumi? Sebagai efek dari pergerakan partikel-partikel bermuatan listrik mengelilingi Bumi akan timbul arus listrik di sekitar Bumi. Melalui serangkaian proses interaksi yang cukup kompleks, beberapa diantara partikel bermuatan tersebut mampu menembus ke dalam *Magnetosphere*.

Beberapa partikel yang menembus *magnetosphere* tersebut berkumpul dalam beberapa zone di sekitar Bumi. Arus listrik yang dibangkitkan akan memberikan energi untuk mempercepat beberapa partikel ini untuk kembali menuju Bumi dengan arah gerak sejajar dengan garis-garis gaya magnetik Bumi yang mengarah dari kutub utara magnetik ke kutub selatan. Partikel-partikel ini kemudian menabrak atmosfer Bumi bagian atas, mengionisasi beberapa atom dan molekul yang berada di atmosfer dan mengeksitasi atom-atom dan molekul-molekul lainnya ke tingkat energi yang lebih tinggi (keadaan eksitasi). Ketika atom-atom ini kembali ke keadaan dasarnya, maka atom-atom dan molekul-molekul ini akan membebaskan energi radiasi berupa energi cahaya (foton) dengan panjang gelombang tertentu. Gelombang-gelombang cahaya tampak yang diradiasikan akan membentuk **aurora** yang dapat dilihat dari tempat-tempat yang memiliki lintang tinggi di Bumi seperti di kutub utara atau kutub selatan Bumi. Terlihat dari kutub utara dinamai *aurora Borealis* (Gambar 3.5) atau cahaya utara yang indah, sedangkan yang terlihat dari kutub selatan dinamai *aurora Australis* (Gambar 8.6) (Kanginan, 1999).



Gambar 3.5. Aurora Borealis

C. ENERGI MATAHARI

Bagaimana proses terbentuknya energi Matahari yang diradiasikan ke ruang angkasa dalam bentuk gelombang elektromagnetik? Energi yang diradiasikan oleh Matahari ke ruang angkasa terbentuk pada bagian inti Matahari. Energi ini terbentuk bukan merupakan hasil pembakaran, karena proses pembakaran selalu melibatkan reaksi antara oksigen dan bahan kimia lain untuk membentuk senyawa. Akan tetapi suhu di bagian inti Matahari sangatlah tinggi dan tidak memungkinkan untuk terbentuknya senyawa di sana. Selain itu energi yang dihasilkan dari proses pembakaran biasanya sangat kecil, sehingga tidak cocok dengan kenyataan bahwa energi Matahari yang diradiasikan amatlah besar.

Para ahli telah bersepakat bahwa energi yang terbentuk pada inti Matahari dihasilkan dari suatu proses reaksi inti (*nuklir*) yang biasa disebut reaksi fusi (reaksi penggabungan) inti-inti hidrogen membentuk inti helium. Reaksi fusi nuklir ini diperkirakan meliputi tiga tahapan yang disebut rantai proton-proton, yang dapat dituliskan dalam bentuk persamaan reaksi seperti berikut : (Tjasyono, 2003; Kanginan, 1999)

Radiasi Matahari yang kuat seperti sinar ultraviolet, sinar-X, dan sinar Gamma yang menuju Bumi akan diserap oleh molekul-molekul gas nitrogen dan gas oksigen yang terdapat dalam atmosfer Bumi bagian atas. Penyerapan ini menyebabkan molekul-molekul gas mengalami proses ionisasi, yaitu proses lepasnya sebagian elektron pada molekul-molekul gas sehingga terbentuk ion-ion positif. Dari proses ini maka pada lapisan atmosfer bagian atas akan

terbentuk lapisan-lapisan yang mengandung muatan listrik positif. Lapisan atmosfer ini oleh para ahli dinamai *ionosfer* (lapisan ion). Dengan demikian lapisan ionosfer ini melindungi Bumi dari radiasi Matahari yang berbahaya seperti radiasi ultraviolet. Ionosfer juga sangat bermanfaat untuk proses komunikasi dengan jangkauan jauh di permukaan Bumi. Hal ini dimungkinkan karena informasi yang dibawa oleh gelombang radio medium dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer kembali ke Bumi, dan tidak diteruskan ke ruang angkasa.

Kapan pancaran partikel-partikel bermuatan listrik dari Matahari intensitasnya akan meningkat ? Pancaran partikel-partikel bermuatan listrik dari Matahari kuantitasnya akan sangat meningkat ketika jumlah bintik matahari mencapai maksimum. Hujan partikel bermuatan ini menghasilkan induksi magnetik yang sangat kuat, kira-kira ribuan kali induksi magnetik permukaan

Bumi. Keadaan ini dapat menyebabkan sabuk radiasi Van Allen sangat radiatif, dan akibatnya komunikasi dengan gelombang radio di bumi akan terganggu, kadang-kadang terputis-putus. Kondisi ini terjadi akibat terganggunya lapisan ionosfer oleh pancaran partikel bermuatan yang sangat kuat. Gejala semacam ini dikenal dengan istilah badai magnetik yang sangat mengganggu proses komunikasi radio.

D. RADIASI ELEKTROMAGNETIK

Bagaimana radiasi Matahari dapat sampai di permukaan Bumi ? Radiasi adalah suatu proses

perambatan energi (panas) dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang tanpa memerlukan zat perantara. Energi Matahari bisa sampai ke permukaan Bumi adalah dengan cara radiasi (pancaran), karena diantara Bumi dan Matahari terdapat ruang hampa (tidak ada zat perantara). Sedangkan gelombang elektromagnetik adalah suatu bentuk gelombang yang dirambatkan dalam bentuk komponen medan listrik dan medan magnet, sehingga dapat merambat dengan kecepatan yang sangat tinggi dan tanpa memerlukan zat atau medium perantara.

Berapa laju penjaran gelombang elektromagnetik? Energi Matahari yang jatuh ke permukaan Bumi berbentuk gelombang elektromagnetik yang menjalar dengan kecepatan cahaya sebesar 3×10^8 m/s. Jika Matahari dianggap sebagai benda hitam (Benda hipotesis yang dapat memancarkan dan menyerap energi radiasi secara sempurna). Benda ini memiliki nilai emisivitas sama dengan 1, maka temperatur radiasi efektifnya dapat diperkirakan dari hukum Stefan Boltzman. Hukum ini menyatakan bahwa fluks radiasi sebuah benda hitam berbanding lurus dengan pangkat empat temperatur mutlaknya, yakni: (Tjasyono, 2003)

E. INTENSITAS INSOLASI

Insolasi yang berasal dari bahasa Inggris Insolation, adalah singkatan dari Incoming Solar Radiation yang berarti radiasi Matahari yang diterima Bumi. Faktor yang mempengaruhi intensitas insolasi adalah lintang atau letak suatu tempat di permukaan Bumi. Jika efek

penyerapan, pemantulan dan hamburan oleh lapisan atmosfer Bumi dapat diabaikan, maka intensitas insolasi bergantung terutama pada dua faktor, yaitu sudut jatuh sinar Matahari dan lamanya radiasi Matahari (Tjasyono, 2006).

Sebagai akibat dari pergerakan Bumi mengelilingi Matahari, maka sudut elevasi matahari terhadap suatu tempat di permukaan Bumi setiap saat akan berubah. Semakin tinggi elevasi Matahari, maka intensitas insolasi di tempat tersebut akan semakin tinggi. Terdapat tiga alasan mengapa tingginya elevasi matahari dapat menyebabkan intensitas insolasi menjadi lebih kuat dibandingkan dengan elevasi Matahari yang rendah (Tjasyono, 2006)

Ketika elevasi matahari tinggi, maka sinar matahari jatuh secara tegak lurus terhadap Bumi. Dengan sinar yang jatuh secara tegak maka luas bidang yang tersinari akan lebih sempit dari pada ketika sinar jatuh secara miring. Karena intensitas insolasi berbanding terbalik dengan luas bidang yang tersinari, maka efeknya intensitas insolasi akan lebih kuat ketika elevasi matahari tinggi.

Dengan posisi Matahari yang tinggi, maka sinar matahari akan melewati atmosfer Bumi yang lebih tipis dibanding ketika matahari berada pada posisi rendah. Akibatnya atenuasi gelombang radiasi akan lebih kecil (efek hamburan oleh partikel-partikel debu atmosferik akan lebih kecil). Efek ini secara nyata dapat kita rasakan, ketika matahari di posisi rendah, maka kita tidak merasa silau ketika melihat matahari dengan mata telanjang, tetapi ketika matahari berada pada posisi yang tinggi, maka kita tidak akan tahan melihat

Info Penting !!

Efek yang terkait erat dengan elevasi matahari adalah albedo, yaitu persentase insolasi yang dipantulkan oleh permukaan Bumi. Albedo dikendalikan oleh sifat fisis permukaan Bumi, terutama warnanya. Dalam kondisi yang sama, albedo akan berkurang ketika elevasi matahari bertambah tinggi. Efek pantulan ini akan lebih kuat terjadi pada permukaan perairan.

matahari dengan mata telanjang, karena sangat silau. Keadaan ini terjadi akibat proporsi radiasi gelombang pendek difus berbeda dengan proporsi radiasi gelombang pendek langsung. Radiasi gelombang pendek difus adalah radiasi matahari yang mengalami hamburan, sedangkan radiasi gelombang pendek langsung adalah radiasi matahari yang mengalami penyerapan, hamburan atau pemantulan. Efek hamburan gelombang

pendek dapat kita amati dari munculnya warna kemerah-merahan ketika matahari terbit atau terbenam (warna merah memiliki panjang gelombang panjang yang tidak dihambur).

F. KESIMPULAN

Aktivitas atau kegiatan di permukaan Matahari digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu ; gumpalan Matahari (*granula*), bintik Matahari atau noda hitam (*sunspot*), dan lidah api Matahari (*prominensa atau protuberans*). Pergerakan bintik Matahari telah digunakan untuk menentukan periode rotasi Matahari. Aktivitas Matahari selama terbentuknya suatu bintik Matahari maupun terbentuknya lidah api Matahari selalu disertai dengan pancaran partikel-partikel bermuatan listrik seperti proton-proton dan elektron-

elektron yang melewati korona ke arah planet-planet. Pancaran partikel bermuatan ini disebut sebagai angin Matahari. Energi yang terbentuk pada inti Matahari dihasilkan dari suatu proses reaksi inti (nuklir) yang biasa disebut reaksi fusi dan dipancarkan ke ruang angkasa secara radiasi. Setiap menit Matahari meradiasikan energi sebesar 56×10^{26} kalori dan energi radiasi Matahari yang diterima Bumi yang berjari-jari 6370 km adalah sebesar $3,67 \times 10^{21}$ kal/hari. Energi Matahari yang jatuh ke permukaan Bumi berbentuk gelombang elektromagnetik yang menjalar dengan kecepatan cahaya sebesar 3×10^8 m/s. Jika Matahari dianggap sebagai benda hitam maka temepartur radiasi efektifnya dapat diperkirakan dari hukum Stefan Boltzman sebesar 5800 K. Radiasi Matahari yang diterima Bumi dikenal istilah Insolasi. Intensitas insolasi bergantung terutama pada dua faktor, yaitu sudut jatuh sinar Matahari dan lamanya radiasi Matahari.

G. LATIHAN

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang anda anggap paling tepat, dengan cara membubuhkan tanda silang (X) pada option yang disediakan.

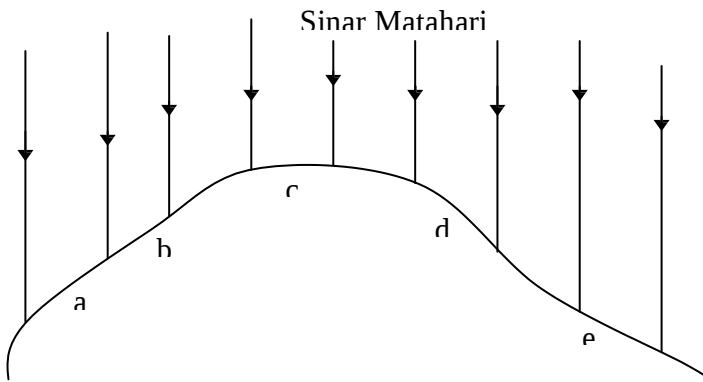
1. Bentuk aktivitas Matahari yang dapat digunakan untuk menentukan periode rotasi Matahari adalah
 - A. Granula
 - B. Korona
 - C. Prominensa
 - D. Hotspot
 - E. Bintik Matahari

2. Gas panas yang tersembur dengan dahsyat dari permukaan Matahari yang menyerupai lidah api besar berwarna kemerahan dan memiliki bentuk pita, simpal (*loop*), spiral, gunung, atau tabir yang dapat diamati pada saat terjadi gerhana Matahari total disebut
- A. Granula
 - B. Korona
 - C. Prominensa
 - D. Sunspot
 - E. Bintik Matahari
3. Angin Matahari adalah
- A. pancaran partikel-partikel bermuatan listrik seperti proton-proton dan elektron-elektron dari permukaan Matahari ke arah planet-planet
 - B. Aliran hidrogen dari Matahari ke planet
 - C. Pancaran energi dari Matahari
 - D. Semburan gas panas dari Matahari
 - E. Semburan bola api dari Matahari
4. Aurora adalah
- A. Pancaran gelombang ultraviolet ketika atom-atom ini kembali dari keadaan eksitasi ke keadaan dasarnya
 - B. Pancaran gelombang radio ketika atom-atom ini kembali dari keadaan eksitasi ke keadaan dasarnya
 - C. Pancaran gelombang infra merah ketika atom-atom ini kembali dari keadaan eksitasi ke keadaan dasarnya
 - D. Pancaran gelombang cahaya tampak ketika

atom-atom ini kembali dari keadaan eksitasi ke keadaan dasarnya

- E. Pancaran gelombang sinar gamma ketika atom-atom ini kembali dari keadaan eksitasi ke keadaan dasarnya
5. Energi Matahari yang diproduksi pada bagian intinya merupakan proses
- A. Pembakaran material-material di Matahari
 - B. Reaksi senyawa kimia endoterm
 - C. Reaksi senyawa kimia eksoterm
 - D. Reaksi inti (nuklir) yang biasa disebut reaksi fisi
 - E. Reaksi inti (nuklir) yang biasa disebut reaksi fusi
6. Intensitas insolasi di tempat kita berdiri akan bernilai paling besar pada saat
- A. jam 7.00
 - B. jam 9.00
 - C. Jam 12.00
 - D. Jam 14.00
 - E. Jam 17.00
7. Pada permukaan Bumi Intensitas insolasi terbesar terjadi di daerah
- A. Kutub utara
 - B. Ekuator
 - C. lintang 45°
 - D. lintang 135°
 - E. Kutub selatan

8. Intensitas insolasi terbesar terjadi pada daerah



- A. a
- B. b
- C. c
- D. d
- E. e

9. Keadaan terganggunya lapisan ionosfer akibat bombardir partikel bermuatan listrik yang berasal dari permukaan matahari yang menghasilkan induksi magnetik yang sangat kuat, disebut

- A. Aurora
- B. Magnetosphere
- C. Kosmik
- D. Angin Matahari
- E. Badai magnetik

10. Hal-hal di bawah ini merupakan faktor yang menyebabkan insolasi matahari lebih kuat ketika elevasi Matahari tinggi, kecuali

- A. luas bidang yang tersinari lebih sempit
- B. albedo bertambah
- C. efek hamburan berkurang
- D. albedo berkurang
- E. efek penyerapan radiasi berkurang

H. BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi radiasi matahari.

Tingkat Penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90%-100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Materi radiasi matahari terutama bagian yang belum Anda kuasai.

I. Daftar Pustaka

Handoko ahmad, 1994. Penerimaan radiasi surya di permukaan bumi sangat bervariasi menurut tempat dan waktu. Jakarta: balai pustaka.

Subarjo M. Buku Ajar Meteorologi Dan Klimatologi. Universitas Lampung: Bandar Lampung
Akhadi, M., 2003. Dasar-Dasar Proteksi Radiasi. Rineka Cipta, Jakarta.

Ko, M. (1999). Elert, G., ed. "Density of the Sun". The

Physics Factbook. "Principles of Spectroscopy".
University of Michigan, Astronomy Department. 30
August 2007

Jagalah bumi kita



BAB 4

PELESTARIAN LINGKUNGAN

Didalam bab ini membahas tentang materi dari mata kuliah Bumi dan Antariksa yang yaitu Pelestarian Lingkungan. Setelah mempelajari materi ini Anda akan lebih memahami tentang Pelestarian Lingkungan. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada materi bab 4 ini Anda akan mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan Pelestarian Lingkungan.

Dalam Bab ini akan disajikan materi dan kegiatan yaitu:

1. Menjelaskan usaha-usaha pelestarian lingkungan tentang pencegahankerusakan lingkungan.
2. Memberi contoh-contoh perbuatan sehari-hari yang tidak mencemari lingkungan secara edukatif.
3. Menjelaskan etika lingkungan.
4. Memberikan contoh tindakan etika lingkungan.
5. Menjelaskan tujuan pengelolaan lingkungan.
6. Pengelolaan sumber daya alam mineral
7. Menjelaskan pengelolaan sumberdaya air, dan tanah.

Bab ini tersusun dari beberapa materi yang di akhir setiap materi akan diberikan soal-soal latihan dengan tujuan untuk lebih memantapkan pemahaman peserta dan mengulang materi-materi yang dianggap belum dikuasai. Diakhir bab dilakukan evaluasi secara keseluruhan mencakup semua materi yang terkandung sesuai bab nya. Umpan Balik evaluasi tersedia di akhir ini yang dapat digunakan sebagai analisis diri.

A. PENGANTAR

Mengapa lingkungan sekitar Anda mengalami kerusakan? Karena lingkungan sekitar tidak dipelihara dengan baik sehingga lingkungan tercemar dan rusak, maka manusia tidak mampu menghindar dari dampak negatif yang ditimbulkannya. Pada akhirnya kehidupan umat manusia menjadi terancam. Ketika lingkungan telah mengalami kerusakan, kita baru menyadari pentingnya pelestarian lingkungan. Kita sadar bahwa apa yang dilakukan pada masa lalu adalah suatu kekeliruan yang besar. Dahulu manusia selalu berfikir apa yang dapat saya ambil dari lingkungan? Manusia merasa seolah-olah dirinya berada di luar lingkungan.

Peningkatan kesadaran dan wujud kepedulian lingkungan pada masyarakat dewasa ini terus berkembang hingga sekarang. Manusia semakin menyadari pentingnya pelestarian bagi kelangsungan hidupnya, baik untuk masa sekarang maupun untuk generasi yang akan datang. Manusia memang terus berupaya untuk meningkatkan kesejahteraan hidupnya. Tetapi, tidak berarti harus merusak dan mencemari lingkungan sehingga mengancam kelestarian kehidupan dan mengurangi hak generasi yang akan datang. Oleh karena itu yang harus kita lakukan adalah melakukan pembangunan berkelanjutan. Artinya tetap membangun untuk meningkatkan kesejahteraan tanpa mengurangi hak generasi yang akan datang.

Tanggung jawab siapa yang melakukan pencegahan pencemaran dan usaha untuk melestarikan lingkungan? Cara-cara pencegahan pencemaran dan mengusahakan kelestarian lingkungan adalah tanggung jawab Pemerintah maupun setiap individu. Pada

dasarnya, ada 3 (tiga) prinsip dasar yang dapat dilakukan untuk melakukan pelestarian, pencegahan, dan penanggulangan pencemaran yaitu sebagai berikut :

1. Secara administratif (adanya peraturan/undang-undang dari pemerintah);
2. Secara teknologis (adanya peralatan pengolah limbah, pembakar sampah);
3. Secara edukatif/pendidikan (melakukan penyuluhan kepada masyarakat, pendidikan di sekolah-sekolah).

B. CARA PENCEGAHAN KERUSAKAN LINGKUNGAN

1. Pencegahan Secara Administratif

Masalah lingkungan hidup dari tahun ke tahun akan terus memperhatikan karena berbagai hasil kemajuan teknologi, terutama dalam dunia industri. Jika tidak diimbangi dengan berbagai aturan mengenai lingkungan hidup, akhirnya akan memusnahkan semua kehidupan. Bukan saja berbagai pencemaran lingkungan akan membunuh manusia secara perlahan-lahan, tetapi juga mematikan segala makhluk hidup termasuk berbagai macam tumbuhan dan binatang yang sebenarnya sangat berguna bagi kehidupan manusia. Sebagaimana diketahui bahwa pembangunan di Indonesia adalah pembangunan manusia seutuhnya, maksudnya pembangunan dalam bidang material dan spiritual secara seimbang. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi kepincangan antara pemenuhan kebutuhan fisik masyarakat dengan kebutuhan psikis yang merupakan unsur penentu tindakan seorang dalam hidup bermasyarakat. Oleh karena itu, salah satu bidang fisik material yang sangat berkaitan dengan

psikis adalah tentang lingkungan hidup yang mana di dalamnya mencakup tanah, air, hutan, dan udara yang semuanya itu berkaitan erat dengan kehidupan manusia.

Berbicara mengenai pembangunan nasional jangka panjang tentu masalah lingkungan jangan dianggap remeh. Maka untuk melakukan pelestarian, pencegahan dan penanggulangan dilakukan penanggulangan secara administratif. Secara administratif diperlukan aturan dan hukum yang mengikat. Oleh karena itu berbagai pengaturan mengenai lingkungan hidup harus benar-benar dilaksanakan secara baik. Lebih jelas, tentang pemeliharaan dan pembinaan lingkungan hidup diungkapkan dalam ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup dalam UU RI No. 4 Tahun 1982 dan berlaku sejak 11 Maret yang menjelaskan: pengelolaan lingkungan hidup berasaskan pelestarian kemampuan yang lestari serasi dan seimbang untuk menunjang pembangunan yang berkesenambungan bagi peningkatan kesejahteraan manusia.

Demikian juga tentang peraturan Pemerintah RI No. 29 Tahun 1986 tentang Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL) yang ditetapkan tanggal 5 Juni 1986 dan mulai berlaku tanggal 5 Juni 1987 harus dianggap serius. Dari ketentuan itu diharapkan agar masyarakat menyadari bahwa lingkungan hidup yang baik dan sehat mempunyai manfaat yang besar bagi masyarakat itu sendiri.

Pemerintah mengeluarkan berbagai kebijakan untuk mencegah pencemaran dan mencegah terjadinya eksploitasi sumber daya alam secara berlebihan.

Peraturan dan undang-undang telah dikeluarkan. Misalnya, sebelum membuang limbahnya ke lingkungan, industri diwajibkan memiliki pengolahan limbah cair, atau memasang saringan udara pada cerobong-cerobong asap. Produk (barang) pabrik harus bersahabat dengan lingkungan. Misalnya, tidak menghasilkan barang-barang yang adapat mencemari lingkungan. Gas kelompok CFC misalnya akan dihentikan produksinya karena dapat menyebabkan menipisnya lapisan ozon di statosfer. Pembuangan sampah pabrik harus dilakukan ke tempat-tempat tertentu. Misalnya, di Surabaya terdapat **insenator**, yaitu tempat pembakaran sampah dengan suhu yang sangat tinggi sehingga tidak menghasilkan asap, dan abu yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain.

Sebelum membangun pabrik atau melakukan proyek, pihak pengembang diharuskan melakukan Analisis mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). AMDAL dilakukan sebelum proyek didirikan. Hal-hal yang dianalisis misalnya seberapa besar proyek akan mencemari lingkungan, faktor lingkungan apa yang terkena dampak negatifnya, bagaimana dampaknya terhadap penduduk dan masyarakat sekitarnya. Jika dampak negatif lebih besar daripada positifnya, Pemerintah tidak akan mengeluarkan ijin untuk melanjutkan proyeknya.

Pemerintah juga mengeluarkan baku mutu lingkungan. **Baku Mutu Lingkungan** artinya standar yang ditetapkan untuk menentukan mutu lingkungan. Misalnya, baku mutu air, baku mutu sungai, dan baku mutu udara. Di dalam baku mutu air tercantum kadar bahan pencemar (juga kadar CO₂), oksigen, fosfor,

nitrit, dan sebagainya yang boleh terdapat di dalamnya. Jika pencemaran melewati standar baku mutu berarti pihak pencemar dapat dikenakan sanksi.

Selain dalam bentuk perundangan dan peraturan Pemerintah juga mencanangkan **Pembangunan Berkelanjutan**. Programnya meliputi berbagai sektor. Tujuannya agar pembangunan dapat berlangsung secara lestari dengan mempertahankan fungsi lingkungan. Salah satu contoh program pemerintah yang harus kita dukung adalah Program Kali Bersih (PROKASIH). Hal ini disebabkan karena ekosistem sungai mengalami kerusakan akibat berbagai hal. Pemerintah berupaya agar sungai dapat ditingkatkan fungsinya, airnya tidak tercemar, di dalamnya hidup biota air. Sungai yang bersih dapat dijadikan sebagai objek wisata. Kebijakan pemerintah yang lain adalah mengembangkan pendidikan lingkungan melalui pendidikan formal, nonformal, serta melalui berbagai lembaga pendidikan yang lain.

C. PENANGGULANGAN SECARA TEKNOLOGIS

Beberapa industri mengadakan unit pengolahan limbah misalnya unit pengolah limbah cair yang digunakan untuk mengolah limbah cair sebelum limbah itu dibuang ke lingkungan. Dalam proses pengolahan limbah cair digolongkan menjadi 3 bagian yaitu: proses fisika, proses kimia, dan proses biologi. Ketiga macam proses ini tidak berjalan secara sendiri-sendiri, tetapi kadang-kadang harus dilaksanakan secara kombinasi antara satu dengan yang lainnya.

Pengolahan secara proses fisika

Apa yang anda ketahui tentang pengoalahan limbah cair secara proses fisika? Pengolahan secara fisika ditujukan untuk buangan yang polutannya bersifat tersuspensi atau tidak larut, umumnya buangan cair yang mengandung padatan, akan memakai cara ini di dalam pemisahannya. Oleh karena itu cara fisika dinilai efektif dari segi biaya. Perlakuan terhadap air limbah dengan cara fisika, yaitu proses pengolahan secara mekanis. Dengan atau tanpa perataan air pencampuran, penggumpalan, pengendapan, pengapungan dan penampisan. Pemilihan cara pengoalahan limbah yang tepat didasarkan atas:

- a) Kualitas dan karakteristik padatan yang tersuspensi relatif terhadap cairannya.
- b) Toleransi kadar yang diinginkan di dalam buangan terolah.

Pengolahan secara proses kimia

Apa yang anda ketahui tentang pengoalahan limbah cair secara proses kimia? Proses pengoalahan secara kimia adalah menggunakan bahan kimia untuk mengurangi konsentrasi zat pencemar dalam limbah. Menggunakan bahan kimia membutuhkan perkiraan dari sudut biaya. Mengingat di antara bahan tersebut harganya mahal.

Pengolahan secara kimia memanfaatkan reaksi kimia untuk mengubah aliran buangan yang berbahaya menjadi lebih kurang berbahaya. Reaksi kimia ini sering dipakai untuk mengawali upaya penggunaan kembali buangan dan hasil olahannya aman bagi lingkungan. Kegiatan yang termasuk proses kimia adalah

pengendapan, khlorinasi, oksidasi, dan reduksi.

Bahan pencemar yang dapat dihilangkan atau dikurangi oleh bahan kimia adalah:

- a) Material yang tersuspensi, baik organik maupun anorganik.
- b) Posphat yang terlarut dalam direduksi bila kadar daripada 1 mg per liter dengan bahan pengendap ferri sulfat.
- c) Beberapa Calsium, Magnesium, Silica, dapat dihilangkan dengan CaOH. Khusus untuk Calsium dan Magnesium efisiensi lebih tinggi tercapai bila kapur dalam air buangan terdiri dari Carbonat yang tinggi.
- d) Beberapa logam berat dapat dihilangkan dengan kapur dan cukup efektif dalam pengendapan Kadnium, Tembaga, Nikel, Timbal, dan Perak.
- e) Pengurangan bakteri dan virus dapat dicapai dengan kapur pada kondisi pH 10,5 – 11,5 dengan cara penggumpalan dan sedimentasi.

Pengolahan secara proses biologi

Apa yang anda ketahui tentang pengolahan limbah cair secara proses biologi? Proses pengolahan air limbah dengan cara biologis ialah memanfaatkan mikroorganisme (ganggang, bakteri, protozoa) untuk menguraikan senyawa organik dalam air limbah menjadi senyawa yang sederhana dan dengan demikian mudah mengambilnya. Proses biologi membutuhkan zat organik sehingga kadar oksigen makin lama makin sedikit, dalam air limbah kadang-kadang tidak hanya satu jenis mikroorganisme yang hidup tetapi bermacam-macam. Bakteri adalah yang

paling menonjol perannya sebagai pengurai. Selain bakteri, protozoa dan ganggang (algae) juga berperan. Pengolahan limbah dengan cara biologis dapat Anda lakukan dengan dua cara yakni: pengoalahan secara aerob, pengoalahan secara anaerob. Pemilihan pengolahan tergantung pada karakteristik limbah, kondisi, dan maksud serta tujuan pengoalahan.

Penanggulangan secara Edukatif/Pendidikan

Berbagai kegiatan penyuluhan masyarakat diadakan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya kelestarian lingkungan. Demikian pula pendidikan melalui sekolah-sekolah. Setiap individu hendaknya tidak mencemari lingkungan. Misalnya tidak membuang limbah (limbah manusia, limbah rumah tangga) ke sembarang tempat, melainkan pada tempat sampah. Bungkus permen, kue, tidak dibuang di sembarang tempat. Masukkan bungkus permen terlebih dahulu ke dalam tas/saku, sebelum menemukan tempat sampah untuk membuang sampah. Contoh lainnya adalah menggunakan secara berulang kali kertas, tas plastik, kaleng sebelum dibuang ke tempat sampah. Dengan penanggulangan secara edukatif diperlukan pendidikan kepada masyarakat. Dengan pendidikan diharapkan masyarakat memiliki etika lingkungan.

Gambar-gambar tentang pelestarian lingkungan, penanggulangan pencegahan kerusakan dan perbuatan-perbuatan yang dilakukan manusia yang berhubungan dengan kerusakan lingkungan, dapat Anda lihat pada Gambar 4.1 pembakaran hutan. Pembakaran hutan menimbulkan permasalahan lingkungan dari tingkat lokal hingga global, tapi terus saja berlangsung.

Manakah yang lebih efisien dalam menanggulangnya secara administratif, teknologis, atau edukatif?, Gambar 4.2. Pembuangan limbah ke sungai. Ekosistem perairan memiliki kemampuan “membersihkan diri sendiri” dengan jalan menguraikan dan memanfaatkan bahan yang diterimanya. Akan tetapi kemampuan itu ada batasnya. Bagaimana jika limbah dari industri, rumah tangga, atau lainnya secara terus menerus dibuang ke ekosistem perairan? Akan mengalami apa ekosistem perairan tersebut?.



Gambar 4.1. Pembakaran hutan **Gambar 4.2.** Pembuangan limbah ke sungai.

Perlindungan dan Pengawetan Alam (PPA)

Perlindungan dan pengawetan alam di Indonesia lahir pada tahun 1912 di Bogor, tokohnya **S.H. Kooders**. Menurut Undang-undang Perlindungan Alam (Pratiwi; 2000), pencagaralaman di Indonesia dibedakan menjadi 2, yaitu sebagai berikut:

1. Cagar Alam. Penanaman ini berlaku di daerah yang keadaan alam (tanah, flora, dan keindahan)

mempunyai nilai yang khas bagi ilmu pengetahuan dan kebudayaan serta bagi kepentingan umum sehingga dirasa perlu untuk dipertahankan dan tidak merusak keadaannya. Cagar alam dapat diartikan pula sebagai sebidang lahan yang dijaga untuk melindungi flora dan fauna di dalamnya.

2. Suaka Margasatwa. Istilah ini berlaku untuk daerah-daerah yang keadaan alamnya (tanah, fauna, dan keindahan) memiliki nilai khas bagi ilmu pengetahuan dan kebudayaan sehingga perlu dilindungi.

Nilai-nilai dalam Perlindungan Alam

Apakah Anda mengetahui nilai-nilai yang terkandung dalam perlindungan alam? Nilai-nilai yang terkandung dalam perlindungan alam meliputi nilai ilmiah, nilai ekonomi, dan nilai budaya yang saling berkaitan. Secara terperinci, nilai-nilai yang dimiliki dalam perlindungan dan pengawetan alam dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Nilai Ilmiah, yaitu kekayaan alam, misalnya hutan dapat digunakan sebagai tempat penelitian biologi untuk pengembangan ilmu (sains). Misalnya, botani, proteksi tanaman, dan penelitian ekologi.
2. Nilai Ekonomi, yaitu perlindungan alam ditujukan untuk kepentingan ekonomi. Misalnya pengembangan daerah wisata. Hal ini akan mendatangkan berbagai lapangan kerja. Hutan dengan hasil hutannya, dan laut dapat menjadi sumber devisa bagi Negara.
3. Nilai Budaya, yaitu flora dan fauna yang khas maupun hasil budaya manusia pada suatu daerah dapat menimbulkan kebanggaan tersendiri, misalnya Candi

Borobudur, komodo, dan tanaman khas Indonesia (melati dan anggrek).

4. Nilai Mental dan Spiritual, misalnya dengan perlindungan alam, manusia dapat menghargai keindahan alam serta lebih mendekatkan diri kepada Tuhan Yang Maha Esa.

INFO PENTING !!

Seperti telah kita ketahui bersama, bahwa sumber daya alam hayati terdiri dari hewan, tumbuhan, manusia dan mikroba yang dapat kita manfaatkan untuk kesejahteraan hidup manusia. Pemanfaatan sumber daya tersebut antara lain di bidang sandang, pangan, papan, dan perdagangan. Oleh karena dimanfaatkan oleh berbagai tingkatan manusia dan berbagai kepentingan, maka diperlukan campur tangan berbagai pihak dalam melestarikan sumber daya alam hayati.

Pihak-pihak yang memanfaatkan sumber daya alam baik negeri maupun swasta memiliki kewajiban yang sama dalam pelestarian sumber daya alam hayati. Misalnya, pabrik penambangan batu bara, selain memanfaatkan batu bara diharuskan pula untuk mengolah limbah industrinya agar tidak mencemari daerah sekitarnya dan merusak ekosistem. Pabrik-pabrik, seperti pabrik obat-obatan, selain memanfaatkan bahan dasar dari hutan diwajibkan pula untuk melakukan penanaman kembali dan mengolah limbah industrinya (daur ulang) agar tidak merusak lingkungan.

D. Etika Lingkungan

Etika adalah penilaian terhadap tingkah laku atau

perbuatan. Etika bersumber pada kesadaran dan moral seseorang. Perbuatan seseorang dapat dinilai sebagai perbuatan etis atau tidak etis. Dalam beretika tidak ada yang mengawasi, kecuali dirinya sendiri. Etika lingkungan pada dasarnya adalah perbuatan apa yang dinilai baik untuk lingkungan dan apa yang tidak baik bagi lingkungan. Berdasarkan pemahaman Anda dapat menunjukkan berbagai perbuatan yang etis dan tidak etis untuk lingkungan.

Etika lingkungan bersumber pada pandangan seseorang tentang lingkungan. Pandangan tentang lingkungan artinya bagaimana seseorang memandang lingkungan. Lingkungan itu dipandang sebagai benda mati ataukah dipandang seseorang agar memiliki kesadaran lingkungan bukan merupakan pekerjaan yang mudah dilakukan.

Berikut disajikan pandangan tentang lingkungan agar kita memiliki etika lingkungan dan selanjutnya dapat dijadikan pedoman untuk bertingkah laku yang positif terhadap lingkungan.

1. Manusia merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari lingkungannya; manusia tidak berada di luar lingkungan.
2. Lingkungan itu merupakan suatu sistem yang terdiri dari komponen biotik dan abiotik, yang mengadakan interaksi membentuk sistem lingkungan (ekosistem); kerusakan salah satu komponen lingkungan akan menimbulkan dampak negatif, karena itu kita harus menjaga kelestariannya.
3. Lingkungan menyediakan sumber daya alam untuk semua makhluk hidup yang ada di dalamnya, SDA itu tidak hanya untuk umat manusia.

Dalam memanfaatkan SDA, umat manusia hendaknya memperhatikan dan mempertahankan fungsi lingkungan, pemanfaatan SDA yang melebihi kapasitas lingkungan akan menimbulkan dampak negatif pada lingkungan dan generasi yang akan datang. Kita semua bertanggung jawab terhadap keseimbangan kestabilan, dan kelestarian lingkungan, tanggung jawab itu bukan hanya milik pemerintah atau seseorang. Iptek dapat menyebabkan kerusakan dan pencemaran lingkungan, tetapi sebaliknya iptek juga dapat digunakan untuk melestarikan lingkungan.

Prinsip-prinsip etika lingkungan adalah prinsip-prinsip yang mengatur sikap dan tingkah laku manusia dengan lingkungannya. Prinsip-prinsip tersebut adalah: prinsip tidak merugikan, tidak campur tangan, kesetiaan dan keadilan. Prinsip tidak merugikan (*The Rule of Nonmaleficare*) yakni tidak merugikan lingkungan, tidak menghancurkan populasi spesies ataupun komunitas biotik dan tidak merugikan apa yang tidak merugikan manusia. Prinsip tidak campur tangan (*The Rule of Noninterference*), yakni tidak memberi hambatan kepada kebebasan setiap organisme, yaitu kebebasan mencari makan, tempat tinggal dan berkembang biak. Prinsip kesetiaan (*The Rule of Fidelity*) yakni tidak menjebak, menipu, atau memasang perangkap terhadap makhluk hidup untuk semata-mata kepentingan manusia. Prinsip keadilan (*The Rule of Restitutive Justice*), yakni Mengembalikan keadilan dari apa yang telah kita rusak dengan membuat kompensasi.

Etika lingkungan hendaknya diwujudkan dalam tingkah laku kita sehari-hari. Untuk itu diperlukan adanya kesadaran lingkungan, kepedulian lingkungan

untuk menjaga kelestarian. Beberapa contoh tindakan yang sesuai dengan etika lingkungan:

1. Anak-anak hendaknya dibiasakan membuang sampah (misalnya bungkus permen) pada tempatnya. Jika belum ditemukan tempat sampah, bungkus permen itu hendaknya dimasukkan saku terlebih dahulu sebelum dibuang pada tempatnya.
2. Jika mandi gunakan air secukupnya. Jangan bor walaupun air itu tidak membeli. Ingat bahwa tidak hanya untuk manusia, tetapi juga untuk makhluk hidup lainnya.
3. Segera matikan lampu listrik jika tidak digunakan. Segera matikan kompor, setrika, mesin untuk penghematan.
4. Tidak membunuh hewan yang ada di lingkungan, menangkap atau memeliharanya. Biarkan hewan-hewan itu hidup bebas di alam.
5. Tidak memetik daun, ranting, bunga, atau menebang pohon tanpa tujuan yang jelas dan bermanfaat. Dalam menebang pohon hendaknya diperhatikan fungsi ekologis dari tumbuhan.
6. Gemar menanam bunga, merawat tanaman, melakukan penghijauan.
7. Melakukan pencegahan terhadap terjadinya pencemaran lingkungan.
8. Mengembalikan hewan atau tumbuhan yang ditemukan pada habitat aslinya.

Manusia yang sadar lingkungan akan senantiasa mengusahakan menjadi lebih baik, serta mampu mendukung semua kehidupan yang ada di dalamnya, baik itu tumbuhan atau hewan. Walaupun manusia tidak

mampu dengan sepenuhnya mencegah terjadinya pencemaran dan penurunan kualitas lingkungan, namun manusia senantiasa berusaha untuk menjadikan bumi sebagai tempat tinggal yang layak untuk masa sekarang maupun masa yang akan datang. Dan untuk mencapai itu semua manusia harus sadar akan lingkungan.

E. KESIMPULAN

Untuk mencegah kerusakan lingkungan, kita dapat melakukan upaya baik secara administratif, teknologis, maupun edukatif. Secara administratif diperlukan aturan dan hukum yang mengikat. Secara teknologis diperlukan langkah-langkah penanganan yang tepat. Sedangkan secara edukatif diperlukan pendidikan kepada masyarakat. Dengan pendidikan diharapkan masyarakat memiliki etika lingkungan. Saat ini muncul kesadaran lingkungan untuk mencegah kerusakan lingkungan. Pemerintah mengeluarkan kebijakan dan program pelestarian lingkungan. Etika lingkungan tumbuh dari kesadaran dan moral dan bersumber pada pandangan seseorang tentang lingkungan. Etika lingkungan adalah kebijakan moral manusia dalam pergaulannya dengan lingkungan. Etika lingkungan menyangkut hubungan dan perbuatan manusia dengan lingkungan hidupnya yang meliputi sikap dan perbuatan secara benar. Etika lingkungan hendaknya diwujudkan dalam tingkah laku.

Untuk mencegah kerusakan lingkungan, kita dapat melakukan upaya baik secara administratif, teknologis, maupun edukatif. Secara administratif

diperlukan aturan dan hukum yang mengikat. Secara teknologis diperlukan langkah-langkah penanganan yang tepat. Sedangkan secara edukatif diperlukan pendidikan kepada masyarakat. Dengan pendidikan diharapkan masyarakat memiliki etika lingkungan. Saat ini muncul kesadaran lingkungan untuk mencegah kerusakan lingkungan. Pemerintah mengeluarkan kebijakan dan program pelestarian lingkungan. Etika lingkungan tumbuh dari kesadaran dan moral dan bersumber pada pandangan seseorang tentang lingkungan.

Etika lingkungan adalah kebijakan moral manusia dalam pergaulannya dengan lingkungan. Etika lingkungan menyangkut hubungan dan perbuatan manusia dengan lingkungan hidupnya yang meliputi sikap dan perbuatan secara benar. Tiga prinsip dasar untuk melakukan pelestarian, pencegahan dan penanggulangan pencemaran lingkungan yaitu sebagai berikut: Secara administratif yaitu dengan adanya peraturan/undang-undang dari pemerintah Secara teknologis diperlukan langkah-langkah penanganan yang tepat, misalnya industri diwajibkan /mengadakan unit pengolah limbah cair, atau memasang saringan udara pada cerobong asap.

- a. Secara edukatif/pendidikan yaitu melakukan penyuluhan kepada masyarakat untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya kelestarian lingkungan. Dan secara edukatif diperlukan pendidikan kepada masyarakat maupun sekolah-sekolah. Dengan pendidikan diharapkan masyarakat memiliki etika lingkungan.
- b. Orang di atas mobil membuang sampah ke jalan raya,

maka perbuatan orang tersebut merupakan perbuatan yang tidak etis, karena membuang sampah tidak pada tempatnya. Sedangkan orang yang beretika tinggi akan berbuat etis dimanapun dia berada. Ada orang yang melihat atau tidak, dia tetap menjaga citra dirinya dengan melakukan etika yang murni.

F. LATIHAN

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang dianggap paling tepat!

1. Manusia memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan tumbuhan dan hewan lainnya. Manusia secara optimal dapat mengembangkan lingkungan melalui
 - A. Pertanian
 - B. Industri
 - C. Teknologi
 - D. Pendidikan
 - E. Politik
2. Etika lingkungan adalah menyangkut pergaulan berikut, kecuali.....
 - A. Manusia dengan Penciptanya
 - B. Hewan dengan tumbuhan
 - C. Manusia dengan organisme lain
 - D. Manusia dengan hewan
 - E. Manusia dengan lingkungannya
3. Tindakan manusia yang tidak mengganggu keseimbangan lingkungan adalah...
 - A. Pemupukan berlebihan
 - B. Penggunaan pestisida
 - C. Perladangan berpindah

- D. Pembuangan sampah ke sungai
 - E. Penyiangan gulma
4. Ada beberapa tujuan yang termuat dalam undang-undang RI no 4 tahun 1982, antara lain
- A. Pemeliharaan hutan secara optimal.
 - B. Pengambilan kekayaan bumi secara maksimal.
 - C. Mencegah kerusakan hutan dan tata kota
 - D. Mencegah kerusakan lingkungan
 - E. Menggalakkan pemakaian bahan-bahan kimiawi dalam kehidupan sehari-hari.
5. Perbuatan yang **tidak** sesuai dengan etika lingkungan adalah
- A. Mengumpulkan gading gajah untuk koleksi
 - B. Penanaman kembali hutan gundul
 - C. Mengembangbiakkan hewan langka
 - D. Perburuan secara musiman
 - E. Penebangan pohon dengan sistem tebang pilih
6. Komponen biotik berikut yang berpengaruh terhadap perubahan lingkungan adalah
- A. Herbivora
 - B. Dekomposer
 - C. Karnivora
 - D. Detritivor
 - E. Manusia
7. Berikut ini yang **bukan** merupakan akibat penebangan pohon-pohon di hutan secara terus menerus adalah
- A. Kadar CO₂ meningkat
 - B. Akan terjadi banjir
 - C. Kadar CO₂ menurun
 - D. Sumber plasma nutfah berkurang
 - E. Suhu meningkat
8. Peraturan Pemerintah tentang Analisa Dampak Lingkungan, tercantum dalam

- A. PP Nomor 29 tahun 1986
 - B. PP Nomor 29 tahun 1985
 - C. UU Republik Indonesia Nomor 4 tahun 1982
 - D. UU Republik Indonesia Nomor 29 tahun 1982
 - E. Ketentuan-ketentuan pokok pengelolaan lingkungan hidup
9. Untuk menjaga ketersediaan sumber daya alam, maka sikap kita terhadap sumber daya alam adalah
- A. Mengelola penggunaannya secara optimal
 - B. Terserah bagaimana kodrat sumber daya alam tersebut
 - C. Dibiarkan saja agar tetap lestari
 - D. Tidak mengganggu agar tetap berjalan secara alamiah
 - E. Mengeksploitasi secara maksimal
10. Manakah diantara perbuatan ini yang melanggar etika lingkungan?
- A. Membunuh hewan buas yang akan menerkam anak.
 - B. Memelihara binatang buas untuk kesenangan
 - C. Mengembangbiakkan hewan langka
 - D. Melakukan penghijauan
 - E. Mengembangkan predator alami

G. BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi radiasi matahari.

Tingkat Penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90%-100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Materi pelestarian lingkungan terutama bagian yang belum Anda kuasai.

H. Daftar Pustaka

Aziz, Erwati. 2013. Upaya Pelestarian Lingkungan Hidup. Pustaka Pelajar. Yogyakarta

Eddy, Karden. 2019. Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta : Djambatan

Rama, Bahaking Dkk. Pengetahuan Lingkungan Makassar: Penerbit Alauddin Press; 2019.

Soemartono, R.M. Gatot P. Mengenal Hukum Lingkungan Indonesia, Jakarta: Sinar Grafika; 2016

Rawat lingkungan sekitar sebagai bentuk peduli
masa depan bumi



BAB 5

HIDROSFER

Didalam bab ini membahas tentang materi dari mata kuliah Bumi dan Antariksa yang yaitu Hidrosfer. Setelah mempelajari materi ini Anda akan lebih memahami tentang Silkus air dan Hidrosfer. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada materi bab 5 ini Anda akan mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan Hidrosfer.

Dalam Bab ini akan disajikan materi dan kegiatan yaitu:

1. Menjelaskan Konsep Hidrosfer
2. Menjelaskan Konsep Siklus Air
3. Menjelaskan Konsep Air Tanah
4. Menjelaskan Konsep Sungai
5. Menjelaskan Konsep Perairan Darat
6. Menjelaskan Konsep Danau
7. Menjelaskan Konsep Rawa
8. Menjerlaskan Konsep Pantai dan Pesisir
9. Menjelaskan Konsep Perairan Laut

Bab ini tersusun dari beberapa materi yang di akhir setiap materi akan diberikan soal-soal latihan dengan tujuan untuk lebih memantapkan pemahaman peserta dan mengulang materi-materi yang dianggap belum dikuasai. Diakhir bab dilakukan evaluasi secara keseluruhan mencakup semua materi yang terkandung sesuai bab nya. Umpan Balik evaluasi tersedia di akhir ini yang dapat digunakan sebagai analisis diri.

A.PENGANTAR

Adakah makhluk hidup yang tidak memerlukan air? Manusia tanpa makan mungkin akan bertahan dalam waktu tiga minggu. Akan tetapi tanpa air, manusia hanya bisa bertahan sampai tiga hari. Sungguh, betapa pentingnya keberadaan air bagi makhluk hidup. Karena itu, mari kita kenali air dan berusaha untuk selalu menjaga kualitas dan kuantitasnya agar ketersediaannya selalu terjaga di bumi ini.

Pada bagian ini, Anda akan mempelajari tentang siklus air sebagai materi pertama yang harus Anda pahami dalam mempelajari hidrologi. Dengan demikian, cobalah untuk mempelajarinya dengan baik agar Anda dapat menjelaskan siklus air dalam kehidupan dunia ini.

Bila kita amati, pada saat musim hujan air sangat berlimpah bahkan menimbulkan banjir di beberapa daerah. Sebaliknya, apabila musim kemarau datang banyak tempat di sekitar kita yang kekurangan air, kemanakah air tersebut? apakah jumlah air dari semanjak diciptakan oleh Tuhan YME hingga sekarang berkurang jumlahnya?

Bumi tempat kita hidup dan beraktivitas ternyata merupakan satu-satunya planet dalam sistem keluarga matahari yang sebagian besar wilayahnya tertutup oleh wilayah perairan, baik dalam bentuk padat (lembaran-lembaran salju dan es), cair, maupun bentuk gas (uap air). Berdasarkan hasil pengamatan para ahli, hampir $\frac{3}{4}$ bumi tertutup oleh air, baik yang terletak di kawasan darat dalam bentuk air permukaan (sungai, danau, rawa, laut), dan air tanah, ataupun di atmosfer dalam bentuk uap air. Jumlah total air di bumi termasuk cairan, gas dan es sekitar 336 juta mil kubik ($1,4 \text{ miliar km}^3$), dan

sebanyak 97,2% berada di samudera.

Bentang perairan yang menyelubungi planet bumi dinamakan *Hidrosfer*. Hidrosfer berasal dari kata *hydro* berarti air dan *sphaira* berarti lapisan, jadi hidrosfer adalah bagian lapisan air yang menutupi atau berada dalam bumi kita. Cabang ilmu kebumihan yang secara khusus mempelajari bentang perairan terutama di kawasan darat adalah *Hidrologi*, sedangkan yang mempelajari permasalahan yang berhubungan bentang perairan laut dinamakan *Oseanografi*.

B. KONSEP HIDROSFER

Volume air yang ada di muka bumi ini senantiasa tetap. Hal ini disebabkan adanya proses alam yang dikenal dengan istilah daur hidrologi atau siklus air.

1. Siklus Air

Tahukah Anda, air yang kita manfaatkan sekarang sebenarnya telah terbentuk jutaan tahun silam oleh suatu proses dinamakan siklus air. Air di permukaan bumi selalu mengalami perputaran. Siklus atau perputaran massa air diawali melalui proses pemanasan muka bumi oleh sinar matahari. Akibat proses pemanasan ini, sebagian massa air mengalami penguapan ke udara. Proses penguapan terjadi dalam beberapa cara yaitu evaporasi, transpirasi, dan atau evapotranspirasi. Pada saat massa air menguap ke atmosfer, uap air tersebut senantiasa mengalami penurunan suhu yaitu sekitar $0,5^{\circ}\text{C}$ – $0,6^{\circ}\text{C}$ setiap ketinggian tempat mengalami kenaikan sekitar 100 meter. Akibat penurunan suhu, sampai pada ketinggian tertentu dimana kelembaban relatifnya mencapai 100%, maka akan terjadi proses kondensasi atau

pengembunan dimana uap air kembali berubah menjadi titik-titik air atmosfer yang dikenal dengan awan. Kumpulan awan di atmosfer ada kalanya berpindah lokasi ke wilayah lain akibat gerakan angin. Akan tetapi, ada kalanya langsung dijatuhkan kembali sebagai curahan hujan atau *presipitasi*.

Di daerah pegunungan tinggi, curahan hujan ini dapat terjadi dalam bentuk kristal es dan salju karena suhu udara di sekitarnya sangat dingin di bawah titik beku. Beberapa proses alam yang dapat terjadi saat kejadian hujan antara lain sebagai berikut: langsung jatuh kembali ke laut, sebelum sampai ke permukaan bumi, langsung menguap kembali ke atmosfer, jatuh di atas daun-daun dan ranting tetumbuhan dan menguap kembali ke atmosfer sebelum sampai ke permukaan bumi. jatuh ke permukaan bumi dan meresap melalui lapisan-lapisan tanah dan menjadi persediaan air tanah. jatuh ke permukaan bumi dan menggenang, kemudian bergerak atau mengalir di permukaan bumi sebagai air larian permukaan. Proses ini dapat terjadi jika tanah sudah jenuh air karena hujan berlangsung lama dengan intensitas tinggi. Dengan demikian, unsur-unsur utama yang terjadi dalam proses siklus air, adalah sebagai berikut:

Evaporasi, yaitu air di permukaan bumi, baik di daratan maupun di laut dipanasi oleh sinar matahari kemudian berubah menjadi uap air yang tidak terlihat di atmosfer. Uap air juga dikeluarkan dari daun-daun tanaman melalui sebuah proses yang dinamakan transpirasi. Setiap hari tanaman yang tumbuh secara aktif melepaskan uap air 5 sampai 10 kali sebanyak air yang dapat ditahan. Sekitar 95.000 mil kubik air

menguap ke angkasa setiap tahunnya. Hampir 80.000 mil kubik menguapnya dan lautan. Hanya 15.000 mil kubik berasal dari daratan, danau, sungai, dan lahan yang basah, dan yang paling penting juga berasal dari transpirasi oleh daun tanaman yang hidup. Proses semuanya itu disebut evapotranspirasi.

Kondensasi, yaitu uap air naik ke lapisan atmosfer yang lebih tinggi akan mengalami pendinginan, sehingga terjadi perubahan wujud melalui kondensasi menjadi embun, titik-titik air, salju dan es. Kumpulan embun, titik-titik air, salju dan es merupakan bahan pembentuk kabut dan awan.

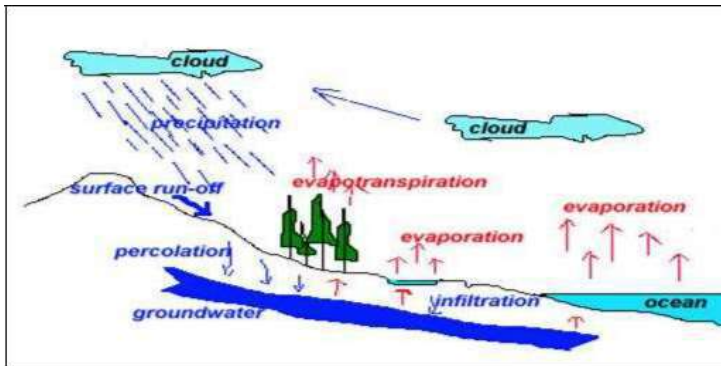
Presipitasi, dimana ketika titik-titik air, salju dan es di awan ukurannya semakin besar dan menjadi berat, mereka akan menjadi hujan. Presipitasi pada pembentukan hujan, salju dan hujan es berasal dari kumpulan awan. Awan-awan tersebut bergerak mengelilingi dunia, yang diatur oleh arus udara. Sebagai contoh, ketika awan-awan tersebut bergerak menuju pegunungan, awan-awan tersebut menjadi dingin, dan kemudian segera menjadi jenuh air yang kemudian air tersebut jatuh sebagai hujan, salju, dan hujan es, tergantung pada suhu udara sekitarnya.

Infiltrasi/perkolasi, yaitu air hujan yang jatuh ke permukaan bumi khususnya daratan meresap ke dalam tanah mengalir secara infiltrasi atau perkolasi melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan sehingga mencapai muka air tanah (*water table*) yang kemudian menjadi air bawah tanah.

Surface run off, yaitu air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal di bawah permukaan tanah hingga air

tersebut memasuki kembali sistem air permukaan. Air permukaan, baik yang mengalir maupun tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses transformasi massa air terus berlangsung seolah-olah membentuk lingkaran daur yang tidak terputus. Karena itu, proses siklus air di bumi ini dinamakan Daur Hidrologi atau siklus air. Siklus air dibedakan menjadi 3 jenis, sebagai berikut: siklus panjang, yaitu air laut menguap, terjadi kodensasi, uap air terbawa angin dan membentuk awan di atas daratan hingga ke pegunungan tinggi, jatuh sebagai salju, terbentuk gletser, mengalir ke sungai selanjutnya kembali ke laut lagi. Siklus menengah, yaitu air laut menguap, terjadi kodensasi, uap air terbawa angin dan membentuk awan di atas daratan, hujan jatuh di daratan menjadi air darat, dan kemudian menuju laut. siklus pendek, yaitu air laut menguap, terjadi kodensasi, uap air membentuk awan dan kemudian terjadi hujan dan kembali ke laut lagi.

Air di bumi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu *Air Permukaan* dan *Air Bawah Tanah*. Air permukaan merupakan air yang menggenang, mengalir, dan dapat terlihat secara langsung di permukaan bumi. Air permukaan dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu perairan darat, misalnya sungai, danau, rawa, dan perairan laut yang luas dan volumenya relatif lebih besar daripada perairan darat, contohnya laut, samudra, teluk, selat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar 5.1 siklus air dibawah ini.



Gambar 5.1. Siklus Air

C. AIR TANAH

Air tanah (*ground water*) adalah massa air yang ada di bawah permukaan tanah. Lebih dari 98 % dari semua air di daratan tersembunyi di bawah permukaan tanah, 2% terlihat sebagai air di sungai, danau dan reservoir. Setengah dari 2% ini disimpan di reservoir buatan. Sumber air tanah adalah curah hujan. Pada saat curah hujan mencapai permukaan tanah, seluruh atau sebagian curah hujan tersebut akan diserap oleh tanah. Bagian yang tidak terserap tanah akan menjadi limpasan permukaan hingga terbentuk parit-parit dan mengalir ke sungai hingga ke danau dan berakhir di laut. Kapasitas infiltrasi setiap permukaan tanah berbeda-beda tergantung pada tekstur dan struktur tanah. Sebelum air diloloskan ke dalam tanah, pada dasarnya "ditahan" terlebih dahulu oleh butir tanah hingga tanah menjadi lembab. Air di dalam tanah ditahan oleh *gaya absorpsi* permukaan butir-butir tanah dan tegangan antara molekul air.

Di sekeliling butir-butir tanah terdapat membran (lapisan tipis) air higroskopis yang diserap secara kuat.

Makin jauh air itu dari permukaan, makin lemah gaya absorpsi butir tanah itu. Pada jarak tertentu, air hanya ditahan oleh tegangan antara butir-butir tanah yang dinamakan *air kapiler*. Jika air bertambah, kemudian akan mengalir ke bawah akibat gaya gravitasi. Air itu selanjutnya dinamakan *air gravitasi*. Tanah yang mengikat air higroskopis akan terlihat lembab. Setiap tanah memiliki sifat yang berbeda dalam menahan kelembabannya. Gaya yang menahan pergerakan air supaya tidak terloloskan disebut *kapasitas menahan air* (*waterholding capacity*).

Banyaknya air dalam tanah pada suatu keadaan tertentu disebut tetapan kelembaban tanah dan digunakan untuk menentukan sifat menahan air dari tanah. Jika infiltrasi lebih besar dari kapasitas menahan air yang minimum, air itu akan terus ke permukaan air tanah (perkolasi). Akan tetapi, jika infiltrasinya lebih kecil, maka air akan tertahan dalam tanah sehingga perkolasi tidak terjadi. Kapasitas menahan air yang minimum disebut kapasitas menahan air normal. Air yang dapat bergerak dalam tanah adalah air kapiler dan air gravitasi. Melihat cara Bergeraknya, air kapiler berasal dari air tanah yang naik ke ruang-ruang antara butir-butir karena kapilaritas. Tinggi kenaikan air kapiler tergantung pada besar butiran tanah. Semakin kecil butiran tanah, semakin tinggi kenaikan air kapiler. Sebaliknya semakin besar butiran tanah, semakin rendah kenaikan air kapiler. Air gravitasi bergerak dalam ruang tanah karena pengaruh gravitasi. Jika ruang-ruang itu telah jenuh air, maka air akan bergerak ke bawah. Air yang menginfiltrasi mula-mula diabsorpsi untuk meningkatkan kelembaban tanah. Selebihnya akan turun

ke permukaan air tanah dan mengalir ke samping. Tinggi rendahnya infiltrasi akan sangat berpengaruh terhadap keberadaan air tanah. Tinggi rendah infiltrasi tergantung berbagai faktor, yaitu curah hujan, kemiringan lereng, kerapatan vegetasi, serta kelembapan tanah. Makin tinggi curah hujan, makin rapat vegetasi, lereng makin landai serta kelembapan yang rendah mengakibatkan peluang tingkat infiltrasi makin tinggi.

Walaupun *soil water* dapat diartikan air tanah, tetapi di Indonesia yang dimaksud dengan air tanah adalah *groundwater*. Jadi air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah di dalam zona jenuh (*saturation*). Apakah setiap lapisan tanah memiliki zona jenuh? Tidak, tergantung pada sifat batuan, yaitu ada yang kedap air (sulit ditembus air) dan ada yang lolos air. Lapisan kedap air disebut *impermeable*, sedangkan yang lolos air disebut permeabel. Lapisan tanah kaitannya dengan kemampuan menyimpan dan meloloskan air dibedakan atas empat lapisan yaitu:

Aquifer, yaitu lapisan yang dapat menyimpan dan mengalirkan air dalam jumlah besar. Lapisan batuan bersifat permeabel, seperti pasir, kerikil, dan batupasir yang retak-retak;

Aquiclude, yaitu lapisan yang dapat menyimpan tetapi tidak dapat mengalirkan air dalam jumlah yang berarti, seperti lempung, tuf halus, dan silt;

Aquifuge, yaitu yang tidak menyimpan dan mengalirkan air, contohnya batuan granit dan batuan yang kompak;

Aquitard, yaitu lapisan atau formasi batuan yang dapat menyimpan air, tetapi hanya dapat meloloskan air dalam jumlah yang terbatas.

Dengan demikian, volume air tanah yang ada di berbagai tempat tidak sama, bergantung kepada persyaratan yang menunjang proses peresapannya. Di dataran rendah pada umumnya permukaan air tanahnya dangkal. Makin tinggi permukaan tanah, makin dalam letak air tanahnya. Sehingga kedalaman air tanah di berbagai tempat tidak sama. Ketidaksamaan ini mungkin juga akibat jenis tanah dan struktur tanah yang berbeda, dan juga mungkin karena faktor musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Untuk mencari dan mengambil air tanah, para ahli sangat memperhatikan keberadaan akuifer. Karena pada lapisan tanah ini, akan memiliki *zona aerasi* dan *zona saturasi*. Akuifer dapat dijumpai pada bentuk lahan sebagai berikut:

Lembah isian, yaitu bekas lembah yang terisi material lepas (*unconsolidated*) berupa pasir halus sampai kasar. Lembah isian sering disebut juga sungai purba. Pasir tersebut bisa saja berasal dari lahar gunungapi menutupi lembah besar, sehingga lembah tersebut menampung sejumlah air tanah dalam jumlah yang berarti; Dataran banjir di sepanjang alur sungai dengan materialnya yang terdiri atas batuan aluvial; Lembah antara dua pegunungan atau lebih (seperti cekungan), materialnya berasal dari hasil erosi dan gerak massa batuan dari pegunungan sekitarnya. Lereng kali di sekitar gunungapi, material penyusunnya yang lepas hasil letusan gunungapi tersebut. Berdasarkan letaknya di dalam lapisan bawah permukaan, akuifer dapat dibedakan atas *akuifer bebas* dan *akuifer terkekang*. Akuifer bebas adalah akuifer yang bagian bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air (*impermeabel*) dan bagian atasnya dibatasi oleh permukaan air tanah.

Permukaan air tanah dari akuifer bebas disebut permukaan preatik. Akuifer terkekang adalah akuifer yang bagian atas dan bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air dan mempunyai tekanan hidrostatik yang lebih besar daripada tekanan atmosfer. Sumur yang dibuat pada akuifer terkekang bersifat artesis (air sumur dapat keluar sendiri).

Info Penting !!

Lapisan akuifer merupakan lapisan yang terendam air. Semakin tebal dan luas akuifer, semakin banyak jumlah air tanah di tempat tersebut. Lapisan ini biasanya mengikuti topografi akuifer yang berada di lereng pegunungan yang permukaan air tanah bebasnya akan lebih dekat dengan permukaan tanah. Karena itu, sumur gali pada lereng bukit atau gunung akan berbeda kedalamannya, yaitu ada yang dangkal, dalam, dan ada juga yang sangat dalam sehingga tidak kelihatan riak airnya.

Berdasarkan jenisnya, air tanah dapat dikelompokkan ke dalam tujuh bagian yaitu sebagai berikut: *Meteoric Water (vadose water)*. Air tanah ini berasal dari air hujan, dan terdapat pada lapisan tanah yang tak jenuh. *Connate Water* (air tanah tubir). Air tanah yang terperangkap dalam rongga-rongga batuan endapan, sejak pengendapan itu terjadi, termasuk juga air yang terperangkap pada rongga-rongga batuan beku leleran (lelehan) sewaktu magma tersembur ke luar ke permukaan. Asalnya mungkin dari air laut atau air darat.

Fossil Water (air fosil). Air yang terperangkap dalam rongga-rongga batuan dan tetap tinggal di dalam

batuan tersebut sejak penimbunan itu terjadi. Kadang-kadang istilah ini disamakan dengan *Connate water*. *Juvenil Water* (air magma). Air yang berasal dari dalam bumi (magma). Air ini bukan dari atmosfer atau air permukaan. *Pelliculka water* (air pelikular/ari). Air yang tersimpan dalam tanah karena tarikan molekul-molekul tanah. *Phreatis Water* (air freatis). Air tanah yang berada pada lapisan kulit bumi yang poreus (sarang). Lapisan air tersebut berada di atas lapisan yang tidak tembus air (pejal/kedap) atau di antara dua lapisan yang tidak tembus air. *Artesian Water* (air artesis). Air artesis ini dinamakan juga air tekanan (*pressure water*). Air tersebut berada di antara dua lapisan batuan yang kedap (tidak tembus) air sehingga dapat menyebabkan air tersebut dalam keadaan tertekan.

Sebagian besar penduduk, terutama yang tinggal di kota memanfaatkan air tanah untuk kebutuhan hidup sehari-hari. Pernahkah Anda merasakan kekurangan air bersih setiap tahunnya? Memang sumber air tanah yang berasal dari air hujan yang meresap ke dalam tanah sangat besar, akan tetapi jika musim kemarau tiba, ketersediaan air tanah juga akan berkurang. Belum lagi banyak faktor yang dapat mengurangi volume air tanah ini, seperti permukaan tanah tidak lagi ada pepohonan, diperkeras dengan aspal atau beton, sehingga air hujan tidak memiliki kesempatan untuk berinfiltrasi.

Selain itu, di kota-kota dan di daerah-daerah industri sering terjadi polusi pada air tanah yang disebabkan oleh sampah dan buangan limbah industri. Sampah-sampah yang padat, apabila membusuk akan meresap ke dalam lapisan tanah oleh pengaruh air hujan, sehingga akan mengotori air tanah di tempat-

tempat yang dekat dengan sumber polusi itu. Air tanah yang sudah tercemar bisa dibedakan dari air tanah yang masih murni dari warna, bau, dan rasa. Akibat polusi, air tanah bisa membahayakan kehidupan manusia.

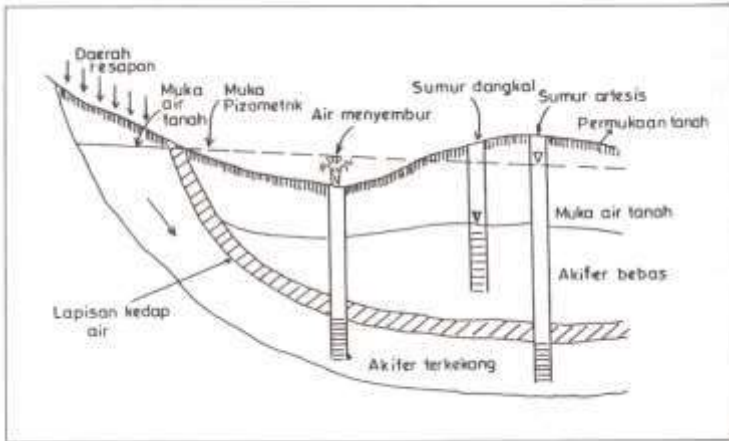
Kegiatan industri yang besar bisa juga menguras air tanah, sehingga sumur penduduk yang berada di dekat pabrik akan kering kerontang karena kedalaman sumur penduduk tidak menjangkau permukaan air yang sedang disedot oleh sumur pompa pabrik. Karena itu, pembangunan pabrik jaraknya harus jauh dari permukiman penduduk dan pihak pabrik wajib dilarang mengambil air tanah dangkal (dari akuifer bebas) tetapi harus mengambil hanya dari air tanah dalam.

Air tanah mempunyai berbagai kegunaan bagi manusia, yaitu: untuk keperluan rumah tangga seperti minum, memasak makanan, mandi dan mencuci; untuk keperluan industri; untuk keperluan pertanian, misalnya pengairan sawah dan palawija di daerah yang sukar dibuat irigasi, seperti di daerah-daerah gurun, daerah karst (di Gunung Kidul Yogyakarta).

Air tanah yang digunakan untuk berbagai keperluan tersebut, pada zaman sekarang lebih banyak dikeluarkan melalui sumur bor. Pengeluaran air tanah yang tidak seimbang dengan penambahannya secara alamiah akan menyebabkan terjadinya tanah ambles (*subsidence*). Penyedotan air tanah secara besar-besaran juga akan menurunkan permukaan air tanah dalam, terutama pada musim kering.

Di daerah pantai yang dijadikan kota atau pemukiman lain, penyedotan air tanah melalui sumur pompa menyebabkan intrusi air asin ke arah darat. Di

daerah itu seringkali air tanah yang rasanya tawar atau sedikit asin. Untuk melihat lebih jelas dapat diamati gambar 5.2 dibawah ini.



Gambar 5.2. Penampang Air Bawah Tanah

Sumber: Hidrologi untuk Pengairan, 1987.

D. PERAIRAN DARAT

Perairan darat adalah semua bentuk air yang terdapat di daratan. Wujud air dapat berupa benda cair, padat (es dan salju), maupun uap. Sedangkan yang banyak dimanfaatkan oleh manusia adalah yang berwujud cair yaitu berupa air, baik air permukaan, air tanah, sungai danau dan sebagian air rawa. Perbandingan antara banyaknya air yang meresap dan mengalir di permukaan, bergantung pada berbagai faktor yaitu: jumlah curah hujan yang jatuh kekuatan jatuhnya butiran air hujan di permukaan bumi lamanya curah hujan penutupan vegetasi di permukaan bumi derajat permeabilitas dan struktur bumi, dan kemiringan topografi

Coba Anda sebutkan apa saja yang termasuk ke dalam bentangan perairan darat? Ya, pasti anda sudah tahu, bahwa bentangan perairan darat terdiri dari air tanah, sungai, danau dan rawa. Berikut ini akan diuraikan masing-masing karakteristik dari bagian-bagian perairan darat tersebut.

▪ **Sungai**

Sungai adalah bagian dari muka bumi yang karena sifatnya, menjadi tempat air mengalir. Sifat yang dimaksud adalah bagian permukaan bumi yang paling rendah bila dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Sungai dapat dibedakan dari massa airnya, karena: kebanyakan mengalir di permukaan bumi ke tempat yang lebih rendah, kadang-kadang di bawah permukaan tanah, pengalirannya tidak tetap, kadang-kadang deras, kadang-kadang lambat, dan di beberapa tempat membentuk riak, mengangkut beban dari mulai lumpur yang halus, pasir, kerikil sampai batu-batu guling, mengalir mengikuti saluran tertentu yang di kanan-kirinya dibatasi oleh suatu tebing yang biasanya curam. Apabila Anda lihat lebih seksama, maka bentang alam yang dinamakan sungai dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat fisiknya.

1) Klasifikasi sungai

Berdasarkan fisik profil sungai dapat dibagi 3 bagian yaitu bagian hulu, tengah dan hilir. Pada bagian hulu, sungai memiliki karakteristik: arus air deras; arah erosi ke dasar sungai (erosi vertikal); lembahnya curam ; lembahnya berbentuk V; kadang-kadang terdapat air terjun; terdapat erosi mudik; tidak terjadi pengendapan (sadimentasi).

Di bagian hulu sungai kadang-kadang dijumpa bentukan dari air terjun. Macam-macam air terjun sebagai berikut: *Jeram Tunggal*: massa air terjun sebagai satu kesatuan ke bawah. *Jeram Jamak*: Masa air yang terpisah oleh pulau-pulau di dalam palung sungai menjadi beberapa jeram tersendiri dengan tinggi terjun yang hampir sama. *Jeram katarak*: Jeram dengan tinggi terjun yang relatif kecil, tetapi dengan volume air yang besar. *Cascade*: Massa air merupakan beberapa jeram, yang satu di atas yang lain dan diceraai-ceraikan dengan jelas (jeram ber-tingkat-tingkat). *Jeram Mengembun* : Jeram dengan tinggi terjun yang relatif besar, tetapi volume air kecil, akibatnya sebagian besar dari air itu pecan menjadi embun.

Berbeda dengan bagian hulunya, maka karakteristik fisik sungai di bagian tengah, adalah sebagai berikut: arus air sungai tidak begitu deras; erosi sungai mulai ke samping (*erosi horizontal*); aliran sungai mulai berkelok-kelok ; mulai terjadi proses sedimentasi (pengendapan) karena kecepatan air mulai berkurang. Sedangkan pada bagian hilir sungai memiliki karakteristik sebagai berikut: arus air sungai tenang; banyak terjadi sedimentasi ; erosi ke arah samping (*horizontal*); sungai berkelok-kelok (terjadi proses meandering) ; kadang-kadang ditemukan meander yang terpotong se-hingga membentuk kali mati/danau tapak kuda (*oxbow lake*); di bagian muara kadang-kadang terbentuk delta.

Selain karakteristik di atas, jenis-jenis sungai juga dapat diklasifikasikan menurut arah alirannya, sebagai berikut. Sungai Konsekwen, yaitu sungai yang alirannya searah dengan lerengnya. Sungai Insekwen yaitu sungai

yang arah alirannya tidak teratur.

2) Pengaruh air sungai terhadap kehidupan manusia

Air merupakan sumber kehidupan. Ini berarti banyak makhluk hidup yang tidak dapat tumbuh dan berkembang karena kekurangan air. Adapun manfaat sungai sebagai salah satu bentangan perairan darat, mulai dari yang sederhana seperti keperluan minum, mandi, dan mencuci, hingga kebutuhan yang lebih kompleks, seperti *Irigasi/pengairan* khususnya di daerah kering orang membutuhkan air untuk mengairi sawah. Dalam sistem pertanian intensif sekarang ini, di daerah basah pun perlu pengairan agar diperoleh hasil yang lebih menguntungkan. *Sumber tenaga* di daerah industri yang kondisinya memungkinkan, air dimanfaatkan sebagai penggerak turbin yang dihubungkan dengan generator sehingga menghasilkan pembangkit tenaga listrik (PLTA). *Keperluan domestik* yaitu kebutuhan primer rumah tangga seperti : air minum, memasak, mencuci, mandi. Bahkan bagi masyarakat kota air juga dipergunakan untuk menyiram tanaman dan rumput hias di halaman. *Sebagai sumber penghasil bahan makanan mentah*. Seperti terdapatnya bermacam-macam ikan, udang dan sebagainya.

Industri: Sebagian besar industri, terutama di daerah perkotaan air juga sangat penting sebagai : pencuci bahan dasar, pencair atau pelarut bahan.

Transportasi: Sejak zaman dahulu manusia telah memanfaatkan air sebagai sarana perhubungan. Karena hingga sekarang transportasi di perairan relatif lebih murah. *Rekreasi dan Olah Raga*: di sungai-sungai atau danau orang mengadakan rekreasi sekaligus merupakan

arena olah raga seperti berenang, dayung, selancar angin dan sebagainya.

3) Pola aliran sungai

Aliran sungai akan menyusun pola tertentu yang disebut pola aliran sungai. Pola aliran sungai ini dipengaruhi oleh struktur geomorfologi dan geologi daerah yang dilaluinya. Pola aliran yang dijumpai antara lain:

Pola dentritis. Ciri-cirinya adalah bahwa anak-anak sungainya bermuara pada sungai induknya secara tidak teratur yaitu membentuk sudut yang berlain-lainan besarnya dan tidak tentu besarnya. Pola ini terdapat di daerah yang menunjukkan tidak adanya pengaruh struktur. Pola ini sering terdapat pada batuan yang horizontal (mendatar).

Pola memusat (centripetal), yaitu pola aliran yang memusat ke suatu depresi, seperti cekungan, kawah dan sebagainya.

Pola menyebar radial (centrifugal), yaitu pola aliran yang tersebar dari suatu puncak, seperti pada kubah, gunung berapi, bukit terpencil.

Pola trellis, yaitu sungai yang memperlihatkan letak yang paralel. Anak-anak sungainya bergabung secara tegak pada sungai yang paralel (sejajar) tadi. Pola ini terjadi di daerah dengan struktur lipatan.

Pola aliran rektangular. Pada pola ini, sungai induk dengan anak-anak sungainya membelok dengan membentuk sudut 90°. Pola aliran ini terdapat di daerah patahan.

Pola annular. Pola ini terdapat pada kubah yang telah mengalami pengirisan yang lebih lanjut dan

dikelilingi oleh lapisan yang berganti antara yang keras dan yang lunak. Pada keseluruhannya pola ini hampir membentuk cincin.

Pola aliran pinnate. Pola ini menunjukkan kecuraman lereng yang besar.



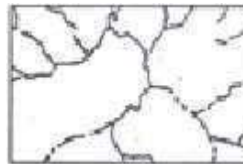
Rektangular



Radial



Annular



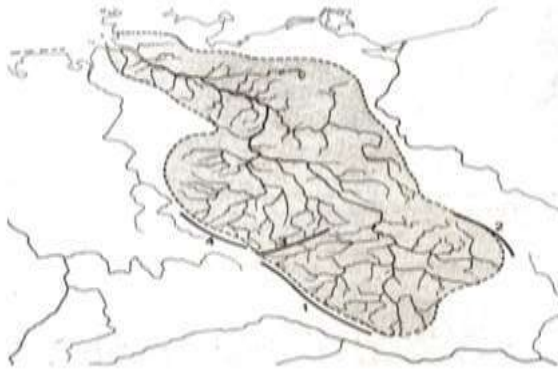
Memusat

Gambar 5.3. Pola-pola Aliran Sungai

Sungai bermula dari sejumlah aliran-aliran air yang berasal dari mata air, pencairan gletsyer, atau sumber lain dari dalam gunung yang menjadi anak-anak sungai dan kemudian bergabung dengan aliran lain menjadi sebuah sistem sungai, yang kemudian kita sebut Daerah Aliran Sungai. Daerah aliran sungai (drainage area/riverbasin) yang disingkat menjadi DAS adalah bagian dari muka bumi yang airnya mengalir ke dalam sungai tertentu. Atau pengertian lain yang dimaksud daerah aliran sungai yaitu wilayah tampungan air hujan yang masuk ke dalam wilayah air sungai. Jadi sebuah sungai beserta anak-anak sungainya membentuk satu daerah aliran. Misalnya sungai Cimanuk dengan anak-

anak sungainya disebut daerah aliran sungai Cimanuk, DAS, Citarum, DAS Bengawan Solo dan sebagainya.

Daerah yang memisahkan antara daerah aliran sungai yang satu dengan daerah aliran sungai yang lainnya merupakan daerah punggung dinamakan *watershed* atau *stream divide*. Dalam satu DAS hanya ada satu induk sungai dan memiliki percabangan anak-anak sungai. Perhatikan satu satuan DAS pada gambar 2 di bawah ini!



Gambar 5.4. Penampang Daerah Aliran Sungai

Untuk melestarikan suatu bendungan agar supaya bendungan itu tidak cepat mengalami proses pendangkalan maka daerah aliran sungai tersebut harus dihindarkan. Besar kecilnya air sungai tergantung luas tidaknya daerah aliran dan sedikitnya curah hujan di daerah aliran sungai tersebut.

Daerah aliran sungai itu merupakan daerah penangkap air hujan (*catchment area*) pembangunan di daerah pertanian, pemukiman, Industri, tidak bisa

dilepaskan dari kebutuhan sumber daya air. Sebagai akibat pemanfaatan air di atas, air akan menampung buangan limbah dari akibat pembangunan tersebut, sehingga terjadilah pencemaran (polusi) air.

Pentingnya pengolahan DAS jelas berkaitan dengan penyediaan air bersih, mengamankan sumber air dari pencemaran, mencegah banjir dan kekeringan, mencegah erosi serta mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah.

▪ **Danau**

Selanjutnya air permukaan yang ada di daratan adalah berupa danau. Danau merupakan suatu cekungan (basin) di permukaan bumi yang digenangi air dalam jumlah yang relatif banyak. Air pada danau bersumber dari banyak sumber seperti sungai, air tanah atau hujan. Pengaliran air danau dapat terjadi karena penguapan, perembesan ke dalam tanah, dan pengaliran air melalui sungai. Berdasarkan proses terjadinya, danau dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Danau Tektonik, yaitu danau yang terbentuk karena proses tektonik, seperti proses patahan dan lipatan. Tenaga tektonik menyebabkan retakan atau cekungan pada lapisan kulit bumi. Retakan ini terisi air dalam jumlah yang banyak sehingga terbentuklah danau. Contoh danau ini adalah: danau Tempe (Sulawesi Selatan), danau Poso (Sulawesi Tengah), danau Singkarak (Sumatera Barat) dan danau Maninjau (Sumatera Barat). *Danau Vulkanik*, yaitu danau yang terbentuk di kawah bekas letusan gunung api yang terisi oleh air dalam jumlah banyak. Danau vulkanik dapat dibagi menjadi 2 golongan yaitu:

Danau *Maar* adalah danau yang terjadi akibat letusan gunung api menimbulkan lubang yang terisi oleh air hujan. Contohnya yaitu: danau Grati (Jawa Timur).

Danau *Kawah* adalah danau yang terjadi karena kawah atau lubang kepundan terisi air hujan. Contohnya yaitu: danau Kelimutu (Flores).

Danau Tektovulkanik merupakan jenis danau yang terbentuk akibat dari gabungan tektonik dan vulkanik. Pada saat terjadi erupsi gunung api sebagian badan gunung api patah dan merosot menutupi lubang kepundan. Contoh yaitu: danau Toba (Sumatera Utara).

Danau Karst atau *Dolina* adalah danau yang terjadi di daerah kapur sebagai hasil proses pelarutan batu kapur sehingga membuat cekungan. Danau Karst ini lebih dikenal dengan sebutan Dolina. Contohnya banyak terdapat di daerah Gunung Kidul (Yogyakarta).

Danau Glasial adalah danau yang terjadi karena erosi glasial pada zaman es dilluvium. Contohnya: danau Michigan, danau Superior , dan danau Ontario, semuanya dekat perbatasan antara Amerika Serikat dan Kanada.

Danau Bendungan adalah danau yang terjadinya karena terbendungnya aliran sungai oleh lava, akibat letusan gung api. Contohnya: danau Air Tawar (Aceh), danau Tondano (Sulawesi Utara).

Danau Buatan adalah jenis danau yang sengaja dibuat oleh manusia, misalnya untuk kepentingan irigasi atau PLTA. Danau buatan ini sering pula dinamakan waduk atau bendungan. Contoh danau buatan ini adalah Waduk Jatiluhur (Jawa Barat), Saguling (Jawa Barat), Cirata (Jawa Barat), Riam Kanan (Kalimantan Selatan). Air

danau dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu air yang masuk, air yang berada dalam danau dan air yang keluar dari danau. Ciri-ciri dari masing-masing air tersebut adalah sebagai berikut :

Air yang masuk Relatif keruh karena berisi materi hasil pengikisan/erosi dari sungai atau aliran yang masuk. Mengandung bermacam-macam unsur kimiawi (karena berasal dari daerah yang relatif berbeda-beda).

Air yang berada dalam danau. Relatif jernih karena sedang mengalami pengendapan. Terjadi reaksi kimia dari unsur-unsur air dan membentuk zat kimia yang homogen.

Air yang keluar dari danau Relatif lebih jernih karena proses pengendapan sudah berlanjut. Susunan gas homogen, karena telah terjadi pencampuran. Biasanya air danau itu menerima dan melepaskan airnya di permukaan tanah yaitu pada ujung danau air itu masuk dan pada ujung lain air itu mengalir (keluar). Danau sangat penting keberadaannya bagi kehidupan khususnya manusia antara lain sebagai cadangan air untuk kepentingan pengairan (irigasi), air minum, sebagai sumber pembangkit tenaga listrik, sebagai sarana olahraga dan rekreasi, sebagai pengatur air untuk mencegah banjir, dan sebagai tempat untuk kegiatan perikanan (tambak udang dan ikan) dan manfaat lainnya. Manfaat danau bagi kehidupan antara lain adalah untuk hidro listrik (PLTA); untuk irigasi pengairan; pengendalian banjir; perikanan darat; objek wisata; lalu lintas air; tempat berolah raga air; meninggikan air tanah disekitar danau; danau di dataran tinggi merupakan sumber peresapan air tanah bagi daerah hilirnya.

▪ Rawa

Rawa adalah lahan genangan air secara alamiah yang terjadi terus menerus atau musiman akibat drainase alamiah yang terhambat serta mempunyai ciri-ciri khusus secara fisik, kimiawi, dan biologis. Rawa selalu digenangi air karena kekurangan saluran atau letaknya yang rendah, baik yang bersifat sementara maupun sepanjang waktu, sehingga pelepasan air dan lahan tersebut lambat. Genangan ini disebabkan oleh kondisi pembuangan (drainase) yang buruk. Rawa bisa juga merupakan suatu cekungan yang menampung luapan air dan sekitarnya. Dengan kondisi genangan ini komposisi tanahnya akan berlapis yang dasarnya bahan organik bercampur dengan endapan. Karena saluran airnya jelek maka kondisi airnya menyesuaikan diri. Manfaat dan rawa yaitu sebagai tempat pemeliharaan ikan tambak, misalnya bandeng dan udang atau bisa juga untuk sawah pasang surut. Di rawa-rawa yang airnya asam, tidak terdapat kehidupan binatang. Berdasarkan sifat airnya, rawa terbagi atas rawa air payau; rawa air tawar; dan rawa air asin. Tetapi kita mengenal jenis-jenis rawa lainnya, sebagai berikut:

Rawa dataran rendah, ini terjadi di daerah depresi yang membentuk permukaan datar dan cekung. Air rawa ini berasal dari air hujan, air tanah dan air sungai, kaya akan mineral. Ditumbuhi oleh tumbuhan *autotrophic*. Gambut yang terbentuk di daerah ini berasal dari sisa-sisa tumbuhan *autotrof*. Rawa dataran tinggi. Bila terletak di daerah yang letaknya lebih tinggi dari daerah sekitarnya yang mempunyai bentuk permukaan cekung. Air tanah permukaan (*water table*) sangat kurang. Rawa ini mendapat air dari air hujan. Airnya tidak begitu asam.

Rawa peralihan yang ditumbuhi oleh tumbuhan *mesothropic*. Sebahagian rawa-rawa telah diusahakan untuk dijadikan daerah pertanian dengan jalan membuat saluran drainase (membuang airnya) atau membuat saluran-saluran untuk memasukkan air sungai yang kemudian dikeluarkan pada waktu air sungai itu susut.

Keadaan air yang ada di rawa ada yang tidak mengalami pergantian (tidak mengalir), dimana ciri airnya sangat asam, berwarna merah, tidak dapat dijadikan air minum, tidak ada organisme yang hidup, dan sukar dimanfaatkan. Akan tetapi banyak juga rawa yang keadaan airnya selalu mengalami pergantian misalnya karena pengaruh pasang surut air laut atau karena luapan sungai.

Gambut yang terdapat di rawa untuk masa yang akan datang bisa dipergunakan untuk bahan bakar, karena gambut itu sifatnya mudah terbakar. Gambut juga berguna untuk bahan isolasi panas dan untuk bahan pupuk. Rawa di daerah yang mengalami pasang surut kadang-kadang masih dapat diusahakan dalam bentuk sawah pasang surut.

▪ **Pantai dan Pesisir**

Pantai (*shore* atau *beach*, dalam bahasa Inggris) adalah kenampakan alam yang menjadi batas antara wilayah yang bersifat daratan dengan wilayah yang bersifat lautan. Wilayah pantai dimulai dari titik terendah air laut pada saat surut hingga arah ke daratan sampai batas paling jauh gelombang atau ombak menjangkau daratan. Tempat pertemuan antara air laut dengan daratan tadi dinamakan dengan garis pantai (*shore line*). Garis pantai ini setiap saat berubah-ubah sesuai dengan

perubahan pasang-surut air laut.

Bentuk pantai ada yang landai dan ada pula yang terjal (*cliff*). Sedangkan pantai yang berpasir disebut gisik (*sand beach*) dan pantai yang berlumpur disebut (*mud beach*). Sementara pesisir adalah suatu wilayah yang lebih luas dari pada pantai. Wilayahnya mencakup wilayah daratan yang masih mendapat pengaruh laut (pasang-surut, suara deburan ombak, rembesan air laut di daratan) dan wilayah laut sejauh masih mendapat pengaruh dari darat (aliran air sungai dan sedimentasi dari darat). Menurut Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL), batas wilayah pesisir ialah daerah yang masih ada pengaruh kegiatan bahari dan sejauh konsentrasi permukiman nelayan. Wilayah pesisir dan Lautan Indonesia juga kaya akan bahan tambang dan mineral, seperti minyak dan gas, timah, biji besi, bauksit dan pasir kwarsa. Wilayah pesisir dan lautan termasuk prioritas utama untuk pusat pengembangan industri pariwisata.

E. PERAIAN LAUT

Laut adalah sekumpulan air yang sangat luas di permukaan bumi yang memisahkan atau menghubungkan suatu benua atau pulau dengan yang lainnya. Umumnya perairan laut merupakan massa air asin dengan kadar garam cukup tinggi (rata-rata 3.45 %). Laut memiliki sumber daya alam yang melimpah sampai saat ini belum dapat dikelola semuanya. Bumi memiliki lima lautan luas (samudera) yaitu lautan Pasifik, Atlantik, Hindia, Antartika, dan Artik. Lautan di bumi memiliki luas kira-kira 361 juta km², lebih dari 70% luas permukaan bumi, dengan kedalaman rata-rata 3.730 m.

Ilmu yang mempelajari laut atau lautan disebut Oceanografi. Objek yang dipelajarinya adalah mengenai keadaan fisik airnya, arus, gelombang, kedalamannya, pasang naik-pasang surut dan sebagainya. Samudera adalah bentangan air asin yang menutupi cekungan yang sangat luas sedangkan laut adalah merupakan bagian dari samudera.

1. Klasifikasi Laut

Laut sebagai salah satu bentangan hidrosfir memperlihatkan adanya perbedaan yang dapat dikelompokkan berdasarkan karakteristiknya. Berdasarkan proses terjadinya, laut dapat diklasifikasikan, sebagai berikut: Laut Transgresi, adalah laut yang terjadi sebagai akibat dari naiknya permukaan air laut. Kedalaman laut transgresi biasanya kurang dari 200 meter, oleh karena itu laut ini sering juga disebut laut dangkal; laut Ingresi, adalah laut yang terjadi karena adanya penurunan bagian permukaan bumi (*degradasi*). Kedalaman laut ingresi biasanya lebih dari 200 meter sehingga laut ingresi dikenal sebagai laut dalam; laut Regresi, adalah laut yang terjadi sebagai akibat dari proses pengendapan lumpur sungai (sedimen fluvial).

Laut juga diklasifikasikan berdasarkan letak keberadaannya, yaitu: Laut tepi, yaitu laut yang terletak ditepian benua seolah terpisah dari lautan oleh deretan pulau-pulau dan semenanjung. Contohnya Laut Cina Selatan. Laut Pertengahan, adalah laut yang terletak diantara benua-benua. Biasanya merupakan wilayah laut dalam. Contoh: Laut Mediteran yang terletak diantara Benua Eropa-Asia dan Afrika. Laut Pedalaman, adalah laut yang terletak di tengah-tengah benua atau hampir

seluruhnya dikelilingi daratan. Contoh: Laut Kaspia, Laut Baltik, Laut Mati, dan Laut Hitam.

Berikut ini, merupakan klasifikasi laut berdasarkan kedalamannya. Laut dikelompokkan kedalam empat zone, yaitu: Zone *litoral* adalah wilayah laut yang pada saat terjadinya pasang naik tertutup oleh air laut dan ketika air laut surut wilayah ini menjadi kering. Zona ini sering disebut sebagai wilayah pasang surut.

Zona *neritik* adalah wilayah laut mulai zona pasang surut sampai kedalaman 200 meter. Zona ini merupakan tempat terkonsentrasinya biota laut, terutama berbagai jenis ikan.

Zona *abisial* adalah wilayah laut yang merupakan wilayah dasar samudra. Kedalamannya diatas 2000 meter, dan jenis biota yang ada pada zona ini terbatas.

Untuk mengukur kedalaman laut ada dua cara yaitu melalui metode Batu duga dan Gema duga. *Metode Batu duga*, yaitu dengan cara yang sederhana dan telah lama dipergunakan. Prinsip dari alat ini adalah sebuah tali yang dibebani dengan timah yang berat yang diturunkan ke dasar laut. Pengukuran dengan cara ini ada keuntungan dan kerugiannya. Keuntungannya adalah dapat mengetahui jenis organisme di dasar laut dan dapat mengetahui jenis sedimen dasar laut. Sedangkan kerugiannya adalah memerlukan waktu lama; tidak dapat mengetahui dalamnya laut secara tepat, karena tali tersebut tidak bisa berdiri tegak lurus karena pengaruh air laut; dan tidak bisa mengetahui relief dasar laut.

Info Penting !!

Pengukuran kedalaman laut melalui metode *Gema Duga* sudah digunakan sejak tahun 1920. Prinsip kerjanya adalah menggunakan kecepatan rambatan suara/bunyi dalam air yaitu dengan menghitung waktu berangkat dan waktu kembalinya gema suara/bunyi. Jika diketahui waktu berangkat dan kembalinya dan kecepatan rambatan pada air maka kedalaman laut dapat ditentukan. Kecepatan rambatan bunyi/suara dalam air 1500 m /detik.

Cara gema duga ini mempunyai keuntungan diantaranya adalah waktunya singkat (praktis), kapal tidak usah berhenti, dapat mengetahui kedalaman laut secara tepat, dapat diketahui relief dasar laut. Sedangkan kerugiannya adalah tidak dapat mengetahui endapan atau sedimen dasar laut, tidak dapat mengetahui temperatur air laut pada kedalaman tertentu, tidak dapat mengetahui perubahan temperatur/suhu air laut, salinitas, dan tekanan air. Karena unsur-unsur tersebut di atas dapat memengaruhi kecepatan rambatan bunyi.

F. Perairan Wilayah, Landas Kontinen dan Zone Ekonomi Eksklusif serta Kaitannya dengan Wawasan Nusantara

Berdasarkan Konvensi Hukum Laut Internasional yang ditetapkan di Jenewa (1958) Montevideo (1982), perairan laut suatu negara meliputi laut teritorial, zone ekonomi eksklusif (ZEE) dan landas kontinen.

a. Laut Teritorial

Laut teritorial adalah wilayah laut yang berada di

bawah kedaulatan suatu negara. Batas laut teritorial ditarik dan garis dasar pantai pulau terluar ke arah laut bebas sejauh 12 mil laut. Jika lebar laut antara pantai dua negara kurang dari 24 mil, maka batas laut teritorial ditetapkan dengan cara membagi dua jarak antara pantai dua negara yang bersangkutan. Perairan laut di luar batas 12 mil disebut laut lepas atau laut bebas.

b. Zone Ekonomi Eksklusif (ZEE)

ZEE merupakan wilayah perairan laut ekonomis suatu negara tetapi berada di luar laut teritorial, selebar 200 mil laut di tarik dari garis dasar pantai pulau terluar ke arah laut bebas. Di dalam batas ZEE, negara yang bersangkutan memiliki prioritas untuk mengeksplorasi dan mengeksploitasi sumberdaya alam (hayati dan non hayati) yang terdapat di permukaan, di dalam dan di dasar laut.

c. Landas Kontinen

Landas kontinen adalah bagian dari benua yang terendam oleh air laut. Wilayah ini merupakan zone neritik dengan kedalaman antara 130-200 meter. Batas landas kontinen diukur dari garis dasar ke arah laut dengan jarak paling jauh 200 mil laut. Jika terdapat dua negara yang berdampingan pada batas landas kontinen, maka batas laut akan dibagi dua sama jauh dari garis dasar masing-masing negara. Pada landas kontinen, suatu negara memiliki hak dan wewenang untuk memanfaatkan sumberdaya alam yang terkandung di dalamnya, seperti ikan dan barang tambang.

Sebagai negara kepulauan (*archipelago state*) yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia (61.000

krn), Indonesia memiliki ketiga macam wilayah perairan tersebut di atas. Indonesia telah membuat perjanjian internasional (konvensi, traktat) dengan Thailand, Malaysia, Singapura, Filipina, dan Australia. Batas wilayah laut teritorial, ZEE dan Landas Kontinen Indonesia dengan negara-negara tersebut berimpit pada satu garis yang sama. Selain itu Indonesia telah membuat perjanjian batas ZEE dan landas kontinen dengan India di laut Andaman dan dengan Australia di Laut Arafura dan laut Timor. Perairan Iaut Indonesia dapat dibedakan menjadi perairan laut dangkal di bagian barat dan timur serta perairan laut dalam di bagian tengah. Perbedaan ini berhubungan dengan sejarah pembentukan Kepulauan Indonesia yang dimulai sejak sekitar 2 juta tahun yang lalu. Pada mulanya Kepulauan Indonesia bagian barat pernah berupa satu daratan dengan benua Asia dan kepulauan Indonesia bagian timur, khususnya Papua pernah berupa satu daratan dengan benua Australia. Akibat naiknya permukaan air laut dunia, bagian daratan yang rendah tergenang oleh laut sehingga memisahkan Kepulauan Indonesia bagian barat dan benua Asia dan pulau Papua dan benua Australi.

Bagian dasar laut Indonesia bagian barat merupakan kelanjutan dan Benua Asia, yang disebut Paparan Sunda bagian sedangkan dasar laut Indonesia bagian timur disebut Paparan Sahul. Perairan laut yang terletak di atas paparan Sunda dan paparan Sahul merupakan laut transgresi, oleh karena itu lautnya dangkal. Indonesia bagian tengah sejak semula memang sudah menjadi laut, oleh karena itulah perairan lautnya dalam.

G. KESIMPULAN

Hidrosfer adalah bagian lapisan air yang menutupi atau berada dalam bumi kita. Air di permukaan bumi selalu mengalami perputaran atau siklus air, yaitu perputaran massa air di bumi diawali dengan proses pemanasan muka bumi oleh pancaran sinar matahari. Akibat proses pemanasan ini sebagian massa air mengalami penguapan ke udara, baik melalui evaporasi, transpirasi, dan evapotranspirasi. Air yang menguap mengalami kondensasi menjadi titik-titik air dan turunkan sebagai hujan. Siklus hidrologis dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu siklus panjang, siklus menengah, dan siklus pendek. Air tanah (*ground water*) adalah massa air yang ada di bawah permukaan tanah. Sumber air tanah adalah curah hujan. Pada saat hujan mencapai permukaan tanah, seluruh atau sebagian airnya akan diserap oleh tanah. Bagian yang tidak terserap tanah akan menjadi limpasan permukaan hingga terbentuk parit-parit dan mengalir ke sungai hingga ke danau dan berakhir di laut. Kapasitas infiltrasi setiap permukaan tanah berbeda-beda tergantung pada tekstur dan struktur tanah.

Lapisan tanah yang berhubungan dengan kemampuan menyimpan dan meloloskan air dibedakan atas lapisan aquifer, aquiclude, Aquifuge, dan Aquitard. Perairan darat adalah semua bentuk air yang terdapat di daratan, baik dalam wujud cair atau padat (es dan salju). Jenis perairan darat meliputi sungai, danau, rawa, pesisir dan pantai. Indonesia memiliki garis pantai sepanjang 81.000 km. Wilayah pantai dan pesisir Indonesia kaya akan bahan tambang dan mineral, seperti minyak dan gas, timah, biji besi, bauksit dan pasir kwarsa. Selain itu

juga termasuk prioritas utama untuk pengembangan industri pariwisata. Potensi air permukaan banyak bermanfaat untuk berbagai pemenuhan kebutuhan manusia, mulai dari yang sederhana (kebutuhan minum, mencuci, mandi) hingga kebutuhan yang lebih besar dan kompleks seperti untuk pembangkit listrik, transportasi, dan irigasi. Air permukaan sebagian besar berupa samudera yang menutupi bumi ini. Samudera adalah bentangan air asin yang menutupi cekungan yang sangat luas sedangkan laut adalah merupakan bagian dari samudera. Laut sebagai salah satu bentangan hidrosfer dapat dikelompokkan berdasarkan karakteristik fisiknya, yaitu berdasarkan arus, gelombang, kedalamannya, pasang naik-pasang surut dan sebagainya.

Jenis perairan laut berdasarkan Konvensi Hukum Laut Internasional yang ditetapkan di Jenewa (1958) Montevideo (1982), bahwa perairan laut suatu negara meliputi laut teritorial, zone ekonomi eksklusif (ZEE) dan landas kontinen. Laut banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia diantaranya sebagai sumber bahan makanan dan mineral misalnya garam untuk keperluan memasak, rumput laut dapat digunakan untuk pembuatan agar-agar, ikan laut merupakan sumber bahan makan dengan protein tinggi.

H. LATIHAN

Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Hujan dalam istilah hidrologi dikenal dengan istilah...
 - a. presipitasi
 - b. evaporasi

- c. perkolasi
 - d. infiltrasi
 - e. transpirasi
2. Jika infiltrasi lebih besar dari kapasitas menahan air minimum, air itu akan terus ke permukaan disebut...
- a. Infiltrasi
 - b. Presipitasi
 - c. Perkolasi
 - d. Evaporasi
 - e. transpirasi
3. Air laut menguap, terjadi kodensasi, uap air membentuk awan dan kemudian terjadi hujan dan kembali ke laut lagi disebut...
- a. siklus menengah
 - b. siklus pendek
 - c. siklus hidrologi
 - d. sirkulasi air
 - e. siklus panjang
4. Lapisan di dalam bumi yang mudah membawa air atau melewati air disebut lapisan...
- a. akuifer
 - b. vados
 - c. aquiclude
 - d. pizomatik
 - e. artesis
5. Penguapan yang berasal dari badan-badan air dan dari benda/pohon/ batuan atau lainnya disebut...
- | | |
|----------------|----------------|
| a. Intersepsi | d. Perkolasi |
| b. Transpirasi | e. presipitasi |
| c. Reboisasi | |

6. Jumlah air yang berada di daratan 98 % dari seluruhnya merupakan...
- a. air tanah
 - b. air laut
 - c. reservoir buatan
 - d. air sungai
 - e. air danau
7. Prinsip utama dalam menentukan suatu DAS adalah sebagai berikut, *kecuali*...
- a. hanya ada satu saluran pelepasan ke laut
 - b. luas DAS dapat beribu-ribu kilometer persegi
 - c. luasnya tidak seragam antara DAS satu dengan lainnya
 - d. memiliki anak-anak sungai
 - e. bentuk sungai berkelok-kelok
8. Karakteristik sungai di dataran rendah dengan batuan yang mudah ditoreh oleh aliran air dicirikan dengan adanya...
- a. lurus dalam
 - b. meander
 - c. dendritik
 - d. dangkalan
 - e. radial
9. Potensi air di daratan terletak di...
- a. rawa
 - b. waduk
 - c. bawah permukaan tanah
 - d. danau
 - e. sungai
10. Jika Anda amati terjadinya banjir pada saat hujan, sedangkan kekeringan pada kemarau. Itu menunjukkan bahwa...
- a. DAS mengalami kerusakan
 - b. batuan tidak mampu menyimpan air

- c. aliran dari DAS lain
 - d. banyak aktifitas di daerah hulu
 - e. perubahan siklus
11. Sistem pengaliran seperti cabang pohon termasuk bentuk pola aliran...
- a. radial
 - b. sentripetal
 - c. dentritik
 - d. rectangular
 - e. kompleks
12. Banyak upaya untuk menanggulangi banjir, salah satunya yang tidak perlu dilakukan adalah...
- a. melakukan Rebosisasi di daerah hulu sungai
 - b. meningkatkan resapan air
 - c. penyodetan sungai
 - d. larangan buang sampah ke sungai
 - e. pengerukan sungai
13. Bagian laut yang mendapat pengaruh pasang surut dan pasang naik air laut...
- a. litoral
 - b. koral
 - c. bathyal
 - d. abisal
 - e. neritik
14. Perairan laut Indonesia berdasarkan letaknya tergolong ke dalam...
- a. laut tepi
 - b. laut lepas
 - c. laut transgresi
 - d. laut tengah
 - e. laut pedalaman
15. Di bawah ini keuntungan pengukuran ke dalam laut dengan memakai sistem batu duga, *kecuali*...
- a. dapat diketahui dengan cepat
 - b. tidak dapat mengetahui kedalaman
 - c. dapat mengetahui sedimen dasar laut

- d. pengerjaannya sederhana
- e. mengetahui organisme dalam laut

I. BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi hidrosfer.

Tingkat Penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90%-100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Materi hidrosfer.

J. DAFTAR PUSTAKA

- Pramono, Heru. 2013. Geomorfologi Dasar. Yogyakarta Press.
- Simandjuntak, 2014. Tektonika. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sobandi, I.D. 2014. Mandiri K13 Geografi kelas X. Jakarta: Erlangga

Watt, Fiona, 2014. Gempa Bumi dan Gunung Berapi.
Bandung : Pakar Raya. Buletin Mina Diklat

Lestarikan alam dimulai dari
diri sendiri



BAB 6

TATA SURYA

Didalam bab ini membahas tentang materi dari mata kuliah Bumi dan Antariksa yang yaitu Tata Surya. Setelah mempelajari materi ini Anda akan lebih memahami tentang Tata Surya. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada materi bab 6 ini Anda akan mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan Tata Surya.

Dalam Bab ini akan disajikan materi dan kegiatan yaitu:

1. Menjelaskan model tata surya
2. Menjelaskan Hukum kepler tata surya
3. Menjelaskan bagian – bagian tata surya

Bab ini tersusun dari beberapa materi yang di akhir setiap materi akan diberikan soal-soal latihan dengan tujuan untuk lebih memantapkan pemahaman peserta dan mengulang materi-materi yang dianggap belum dikuasai. Diakhir bab dilakukan evaluasi secara keseluruhan mencakup semua materi yang terkandung sesuai bab nya. Umpan Balik evaluasi tersedia di akhir ini yang dapat digunakan sebagai analisis diri.

A. PENGANTAR

Dalam dunia sains sering dilakukan pemodelan untuk menjelaskan atau menggambarkan suatu fenomena fisis dimana fenomena yang riilnya tidak terjangkau oleh indra penglihatan karena dimensi fenomena tersebut sangat kecil (mikroskopis) atau sangat besar. Dalam fisika atom kita pernah mengenal

model atom, dimana dimodelkan bahwa dalam struktur atom tersebut, inti atom dikelilingi oleh elektron-elektron. Model ini dapat diterima sampai saat ini. Keberadaan model ini sangat penting sebagai titik tolak untuk penyelidikan lebih lanjut. Jarang sekali model yang diajukan langsung mapan, melainkan bisa gugur atau secara bertahap mengalami penyempurnaan, yang disesuaikan dengan data-data empirik yang diperoleh dari penyelidikan, maupun dengan hukum-hukum alam yang telah diterima kebenarannya. Jika model ini telah terbukti kebenarannya dan diterima oleh khalayak maka dapat meningkat statusnya menjadi teori. Dari model itu pun penyelidikan dapat dilanjutkan ke arah penelusuran pembentukan fenomena tersebut.

Fenomena seperti tata surya pun keadaan riilnya secara sistem tidak terjangkau oleh indra kita karena dimensinya yang sangat besar, sehingga penggunaan model untuk menggambarkan fenomena yang sesungguhnya cukup membantu. Berbicara tentang model, yang terpenting bagi kita adalah memiliki pengetahuan tentang bagaimana langkah-langkah yang ditempuh para ilmuwan untuk mengajukan, menguji, dan menyempurnakan model tata surya, hingga model tersebut menjadi lebih sempurna dan dapat menggambarkan fenomena persis seperti keadaan sesungguhnya. Hal penting lainnya adalah anda dapat mengetahui betapa teraturnya susunan dan pergerakan anggota tatasurya, sehingga satu sama lain tidak berbenturan yang dapat menimbulkan bencana.

Dengan mengetahui itu semua tentu diharapkan kita dapat berperilaku seperti ilmuwan dalam membangun dan menguji suatu teori, setiap kita

dihadapkan pada masalah hidup maka senantiasa kita harus berlandaskan pada hukum-hukum dan norma-norma yang berlaku serta fakta-fakta yang kuat. Kita juga akan selalu dapat menghormati pendapat orang lain. Hidup dengan teratur adalah sangat penting. Ketidakteraturan hanya akan membawa bencana dan kerugian baik bagi anda sendiri maupun bagi orang lain. Hiduplah seperti teratur dan patuhnya anggota tatasurya terhadap hukum-hukum alam. Secara umum materi ini menjelaskan tentang model-model tata surya yang telah menjadi pegangan pada zaman dulu dan saat ini, yaitu model geosentris dan heliosentris, penyempurnaan model terkait dengan hukum-hukum fisika yang terkait dan hasil penyelidikan/pengamatan fenomena alam berbantuan alat modern, serta teori-teori tentang pembentukan tata surya. Pengetahuan mengetahui susunan tata surya dan perilaku gerak setiap anggota tata surya sangat penting.

B. MODEL TATA SURYA

Pada umumnya bangsa Yunani dan orang-orang yang hidup pada abad pertengahan memiliki pegangan yang kuat sebagai pandangan mereka tentang alam semesta, yaitu teori geosentris (Bumi sebagai pusat). Menurut teori ini, Bumi sebagai pusat alam semesta berada dalam keadaan diam dan planet-planet, matahari, serta benda-benda langit lainnya bergerak mengitarinya. Sekarang teori ini tidak dipakai lagi, karena telah gugur. Mungkin anda bertanya, mengapa teori ini bisa gugur? Teori ini gugur karena gagal menjelaskan fenomena *retrogresi* (gerak balik) periodik

dari Planet-Planet yang teramati. Jika Bumi sebagai pusat tatasurya, maka fenomena *retrogresi* ini mestinya tidak terjadi. Lantas teori apa yang menggantikannya? Sebagai gantinya muncul teori heliosentris Copernicus. Apa bedanya dengan teori geosentris? Dalam teori heliosentris, Matahari sebagai pusat tata surya yang dkitari oleh planet-planet dan benda-benda antar Planet lainnya seperti Komet, Asteroid, dan Meteoroid. Dengan teori baru ini kerumitan yang dihadapi teori geosentris seperti fenomena *retrogresi* dapat dijelaskan. Akan tetapi meskipun demikian, teori heliosentris Copernicus masih memiliki kelemahan. Dari pengamatan ternyata jarak planet-planet terhadap matahari selama planet-planet tersebut mengitari matahari selalu berubah, hal ini menunjukkan bahwa lintasan edar planet-planet mengitari matahari bukanlah berupa lingkaran sebagaimana dinyatakan oleh teori heliosentris. Kalau begitu apa bentuk lintasan edar planet-planet mengitari matahari? Adalah Kepler yang menyempurnakan teori heliosentris Copernicus, menurut Kepler lintasan orbit Planet mengitari Matahari adalah berupa elips, dengan Matahari terletak pada salah satu fokusnya. Dengan lintasan elips tersebut, maka jarak Planet ke Matahari tidaklah tetap, demikian juga dengan kecepatan orbit planet dalam lintasannya tidak konstan.

Mungkin di benak anda muncul pertanyaan, mengapa planet-planet harus berputar mengitari Matahari? Menurut hukum gravitasi Newton, jika ada dua benda bermasa satu sama lain terpisah pada jarak tertentu, maka kedua benda tersebut akan saling tarik menarik dengan gaya tarik sebanding dengan hasil kali massa kedua benda dan berbanding terbalik dengan

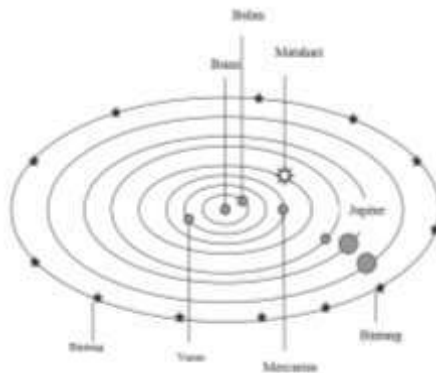
kuadrat jarak antara kedua benda tersebut. Akibat tarikan ini maka benda yang massanya lebih kecil akan tertarik ke benda yang massanya lebih besar. Sehingga Planet-Planet dan benda-benda antar Planet lainnya akan jatuh tertarik oleh Matahari. Bagaimana agar planet-planet tidak jatuh ke Matahari? Harus ada gaya lain yang menetralkan gaya tarik Matahari, Planet-Planet harus berputar mengelilingi Matahari dengan laju putaran tertentu agar tidak jatuh tertarik oleh Matahari. Seluruh Planet bergerak mengitari Matahari (*berevolusi*) dalam arah yang sama, yaitu berlawanan arah dengan arah putar jarum jam. Seluruh Planet selain berevolusi mengelilingi matahari, juga berputar mengitari porosnya (sumbu putarnya) masing-masing (*berotasi*). Arah rotasi planet-planet adalah berlawanan arah dengan arah putar jarum jam, kecuali untuk planet Venus dan Uranus.

Planet-Planet berevolusi pada lintasan masing-masing dengan jarak yang berbeda-beda terhadap Matahari. Pertanyaan yang muncul adalah adakah cara sederhana untuk menentukan jarak rata-rata planet-planet ke Matahari? Metode sederhana yang dapat memudahkan dalam mengingat atau menentukan jarak rata-rata antara sebuah planet dengan Matahari dalam satuan astronomis adalah hukum Titius Bode.

Model Geosentris dan Heliosentris

Bagaimanakah susunan alam semesta menurut model geosentris? Pada umumnya bangsa Yunani dan orang-orang yang hidup pada abad pertengahan memiliki pegangan yang kuat sebagai pandangan mereka tentang alam semesta, yaitu teori geosentris

(Bumi sebagai pusat). Menurut teori ini, Bumi sebagai pusat alam semesta berada dalam keadaan diam dan planet-planet, Matahari, serta benda-benda langit lainnya bergerak mengitarinya. Gerak semu (*apparent motions*) planet, bulan, dan matahari relatif terhadap bintang dan terhadap satu sama lain dijelaskan secara lengkap dalam teori geosentris Hipparchus yang dikembangkan sekitar tahun 140 sebelum masehi. Hipparchus adalah ahli astronomi terbesar di masa Yunani Kuno (*Ancient Greece*). Selanjutnya teori tersebut dikembangkan oleh Claudius Ptolemaeus (*Ptolemy*) sekitar tahun 150 T M (Tarikh Masehi) dan disebut sebagai teori *Ptolemaic* (Tjasyono, 2003).



Gambar 6.1. Model tata surya geosentris (Tjasyono, 2003)

Dalam teori *Ptolemaic*, Bumi berada pada pusat alam semesta (*universe*). Bulan berputar mengelilingi Bumi dengan orbit yang paling dekat, sementara bintang-bintang terletak dalam bulatan angkasa (*celestial sphere*) yang besar dan berputar dalam orbit yang paling jauh. Di antara orbit Bulan dan Bintang-

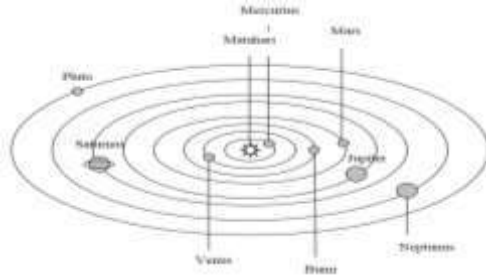
Bintang terletak orbit Matahari. Planet-planet (dalam bahasa Yunani berarti pengembara) yang memiliki gerak relatif terhadap Bintang digambarkan dengan nama-nama kunonya. Planet-Planet ini bergerak mengelilingi Bumi pada masing-masing orbitnya sendiri. Orbit Planet Venus dan Merkurius berada diantara orbit bulan dan Matahari, sedangkan orbit Planet-Planet yang lain seperti Mars, Jupiter, dan Saturnus terletak diantara orbit Matahari dan Bintang-Bintang, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.1. Teori geosentris bertahan cukup lama yaitu kira-kira 14 abad lamanya. Mengapa teori ini kemudian gugur dan tidak digunakan lagi saat ini ?

Kelemahan dari model geosentris ini adalah adanya kesulitan untuk menjelaskan fenomena *retrogresi* (gerak balik) periodik dari planet-planet. Lintasan semu planet sepanjang tahun relatif terhadap bintang-bintang adalah berupa lengkungan (kurva) yang tidak rata. Malahan, adakalanya planet-planet teramati seolah-olah bergerak mundur (berbalik) sebelum akhirnya bergerak maju kembali selama periode orbitnya. Untuk menjelaskan gerak mundur semu ini dalam kerangka teori geosentris, maka perlu menganggap bahwa planet-planet bergerak dalam lintasan-lintasan sirkular kecil yang disebut episiklus (*epicycles*), ketika planet-planet bergerak dalam orbit besarnya mengelilingi Bumi. Akan tetapi, anggapan ini justru tidak sesuai dengan hasil pengamatan.

Sebenarnya seorang ahli astronomi Yunani yang bernama Aristarchus (kira-kira tahun 310 – 230 SM) pernah menyatakan bahwa Matahari mungkin berada pada pusat alam semesta, dan Bumi bergerak mengitarinya. Tetapi kemudian ia menolak sendiri

gagasannya tersebut. Konsep matahari sebagai pusat tata surya (*heliosentris*) saat itu belum mendapat tempat dalam bidang astronomi. Kapan gagasan heliosentris ini muncul kembali ? Gagasan tentang *heliosentris* ini muncul kembali pada sekitar tahun 1543. Pada tahun itu terjadi revolusi ilmiah besar-besaran yang dilakukan oleh Nicolaus Copernicus, seorang astronom Polandia, yang dengan berani mengajukan penggantian model *geosentris* dengan model *heliosentris* yang lebih sederhana. Bagaimana susunan alam semesta menurut model heliosentris ini? Dalam model ini, selain oleh planet-planet, Matahari juga dikitari oleh benda-benda antar planet lainnya seperti Komet, Asteroid, dan Meteoroid. Sistem dengan Matahari sebagai pusat yang dikitari oleh planet-planet dan benda-benda antar planet lain dinamakan Tata Surya (Tjasyono, 2006).

Dalam model *heliosentris* Copernicus, Matahari dianggap berada pada pusat alam semesta, bintang-bintang terletak pada bulatan angkasa dan berputar mengelilingi Matahari. Diantara Bintang-bintang dan Matahari terdapat planet-planet termasuk Bumi yang berputar mengelilingi Matahari dalam masing-masing orbitnya dengan lintasan orbit berbentuk lingkaran, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.2. Gerak mundur semu dalam peredaran planet-planet yang sulit dijelaskan oleh model *geosentris*, dapat dijelaskan dengan mudah dalam model *heliosentris*, dengan menggunakan konsep gerak relatif antara Bumi dan planet-planet lain yang bergerak disekitar Matahari dengan kecepatan sudut putar yang berbeda-beda.



Gambar 6.2. Model tata surya heliosentris (Tjasyono, 2006)

Apakah model tatasurya yang dipakai sekarang adalah murni gagasan Copernicus? Ternyata bukan, karena model heliosentris Copernicus memiliki kekurangan. Kekurangan model Copernicus terjadi pada dua hal, yakni pertama adanya fakta bahwa Bintang-Bintang tidak berputar mengelilingi Matahari, dan kedua lintasan orbit planet-planet bergerak mengelilingi Matahari bukan berupa lingkaran (sirkular). Kesimpulan bahwa lintasan planet-planet bukan lingkaran diambil karena berdasarkan pengamatan ternyata jarak suatu planet ke Matahari selama periode revolusinya tidaklah tetap, melainkan berubah-ubah, kadang-kadang menjauh kadang-kadang mendekat. Hal ini tidak akan terjadi jika lintasan edar planet mengitari matahari berupa lingkaran (Tjasyono, 2006). Lantas apa bentuk lintasan edar planet dan benda-benda langit lainnya saat mengelilingi Matahari ?

C. Hukum-Hukum Kepler

Kelemahan model Copernicus tentang orbit planet kemudian disempurnakan oleh Johanes Kepler (1571-

1630), dia adalah asisten dan penerus dari ahli astronomi Tycho Brahe (Tjasyono, 2006). Kepler sangat tertarik dengan gerak tak beraturan Planet Mars. Ia menghabiskan waktu dan energinya untuk sampai pada kesimpulan bahwa orbit lingkaran seragam yang diusulkan oleh Copernicus tidak sesuai dengan fakta-fakta hasil pengamatan. Karena Kepler juga adalah seorang ahli matematika, maka ia melakukan analisis matematis atas data-data yang diperoleh dari hasil pengamatan dengan menggunakan teleskop astronomi Brahe. Hasil analisis matematis yang dilakukan Kepler menghasilkan suatu kesimpulan bahwa lintasan orbit Planet adalah berupa elips dan bukan lingkaran. Apakah elips itu ? elips merupakan suatu bangun datar berbentuk lonjong ditandai oleh sumbu mayor dan sumbu minor. Hasil-hasil pengamatan dan analisis Kepler tentang gerak dan orbit planet menghasilkan tiga hukum Kepler yang sangat terkenal dan hingga saat ini masih dipercaya keberlakuannya.

Hukum pertama Kepler yang disebut juga hukum elips yang dipublikasikan pada sekitar tahun 1609, menyatakan bahwa semua Planet bergerak dalam lintasan elips mengitari Matahari dengan Matahari berada di salah satu titik fokus elips.

Hukum kedua Kepler yang disebut juga sebagai hukum kesamaan luas yang dipublikasikan pada tahun 1609, menyatakan bahwa luas (S) yang disapu oleh garis penghubung antara planet dan Matahari dalam selang waktu (t) yang sama

Hukum ketiga Kepler yang disebut juga sebagai hukum harmonik yang dipublikasikan pada tahun 1618, menyatakan bahwa perbandingan kuadrat Penemuan

Teleskop pada tahun 1610 dan karya ilmiah besar Galileo (1564 – 1642) telah mempercepat perkembangan astronomi dan penetapan teori heliosentris tata surya. Siapakah dia ? Galileo yang nama lengkapnya Galileo Galilei adalah seorang ahli matematika, fisika dan astronomi Italia. Ia termasuk salah satu ilmuwan besar sepanjang sejarah. Dari sekian banyak sumbangan ilmiahnya, yang paling penting adalah dalam bidang mekanika. Ia menyumbangkan ide dasar asli untuk formulasi kedua hukum pertama Newton, dan ia menemukan pendekatan eksperimen modern dalam ilmu pengetahuan (dikenal dengan sebutan metode ilmiah). Selain itu, gerak benda-benda, khususnya planet-planet, juga merupakan bahan kajian utama Galileo. Konsep gerak dan gayanya menghasilkan gerakan pendekatan baru secara keseluruhan pada astronomi (Tjasyono, 2003).

Hasil-kasil kerja Copernicus, Kepler, dan Galileo dipadukan oleh Sir Isaac Newton, seorang ahli Fisika dan Matematika berkebangsaan Inggris menghasilkan suatu hukum gravitasi universal yang dipublikasikan dalam *Principia* pada tahun 1687. Bagaimana pernyataan hukum ini ? Hukum gravitasi Newton menyatakan bahwa gaya gravitasi (gaya tarik menarik) antara dua benda bermassa sebanding dengan hasil kali massa kedua benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda tersebut.

Apakah akibat dari adanya interaksi massa? Sebagai efek dari adanya gaya gravitasi ini, maka setiap benda akan saling berinteraksi dengan satu sama lain mengerahkan gaya gravitasi yang sama, dan benda yang massanya jauh lebih kecil dapat tertarik ke benda yang

lebih massanya jauh lebih besar. Apakah buktinya? buah durian yang lepas dari tangkainya akan jatuh tertarik ke permukaan bumi (tanah). Hal ini terjadi karena massa durian sangat jauh lebih kecil dibanding dengan massa Bumi. Matahari dan planet-planet juga saling tarik-menarik satu sama lain, karena masing-masing memiliki massa. Dan sudah pasti massa Matahari akan jauh lebih besar dari massa planet-planet, karena memiliki ukuran volume yang jauh lebih besar. Mestinya planet-planet jatuh tertarik ke Matahari bukan ? Tetapi mengapa planet-planet termasuk Bumi kita tidak jatuh tertarik ke Matahari ? Atau Bulan yang massanya jauh lebih kecil tidak jatuh tertarik ke Bumi ? Jawabannya adalah karena planet-planet tidak diam melainkan bergerak mengitari Matahari dengan kecepatan orbit tertentu. Demikian juga dengan Bulan bergerak mengelilingi Bumi. Sebagai efek dari pergerakan ini maka seolah-olah akan timbul suatu gaya pengimbang yang menetralkan gaya tarik Matahari. Gaya pengimbang ini biasa disebut sebagai gaya sentrifugal. Wujud nyata dari gaya ini adalah sama seperti ketika kita sedang duduk di dalam mobil, kemudian mobil itu bergerak dalam jalan menikung, maka seolah-olah kita tertarik ke arah yang berlawanan

Apakah akibat dari adanya interaksi massa? Sebagai efek dari adanya gaya gravitasi ini, maka setiap benda akan saling berinteraksi dengan satu sama lain menghasilkan gaya gravitasi yang sama, dan benda yang massanya jauh lebih kecil dapat tertarik ke benda yang lebih massanya jauh lebih besar. Apakah buktinya? buah durian yang lepas dari tangkainya akan jatuh tertarik ke permukaan bumi (tanah). Hal ini terjadi karena massa durian sangat jauh lebih kecil dibanding dengan massa

Bumi. Matahari dan planet-planet juga saling tarik-menarik satu sama lain, karena masing-masing memiliki massa. Dan sudah pasti massa Matahari akan jauh lebih besar dari massa planet-planet, karena memiliki ukuran volume yang jauh lebih besar. Mestinya planet-planet jatuh tertarik ke Matahari bukan ? Tetapi mengapa planet-planet termasuk Bumi kita tidak jatuh tertarik ke Matahari ? Atau Bulan yang massanya jauh lebih kecil tidak jatuh tertarik ke Bumi ? Jawabannya adalah karena planet-planet tidak diam melainkan bergerak mengitari Matahari dengan kecepatan orbit tertentu. Demikian juga dengan Bulan bergerak mengelilingi Bumi. Sebagai efek dari pergerakan ini maka seolah-olah akan timbul suatu gaya pengimbang yang menetralkan gaya tarik Matahari. Gaya pengimbang ini biasa disebut sebagai gaya sentrifugal. Wujud nyata dari gaya ini adalah sama seperti ketika kita sedang duduk di dalam mobil, kemudian mobil itu bergerak dalam jalan menikung, maka seolah-olah kita tertarik ke arah yang berlawanan

D. BAGIAN-BAGIAN TATA SURYA

1. Matahari

Matahari merupakan anggota tata surya yang paling besar. Pada tata surya kita di mana 98 % massa tata surya terkumpul pada Matahari. Di samping sebagai pusat peredaran, Matahari juga merupakan pusat sumber tenaga di lingkungan tata surya. Matahari terdiri dari inti dan tiga lapisan kulit, masing-masing fotosfer, chromosfer, dan corona. Pada pusat Matahari, suhunya mencapai jutaan derajat Celcius dan tekanannya ratusan juta atmosfer. Kulit fotosfer suhunya $\pm 6000^{\circ} \text{C}$ dan memancarkan hampir semua cahaya.

Menurut J.R. Meyer, panas Matahari berasal dari batu meteor yang berjatuhan dengan kecepatan tinggi pada permukaan Matahari. Sedangkan menurut teori kontraksi H. Helmholtz, panas itu berasal dari menyusutnya bola gas. Matahari sangat penting bagi kehidupan di muka bumi karena: Merupakan sumber energi (sinar panas). Energi yang terkandung dalam batubara dan minyak bumi sebenarnya juga berasal dari matahari. Mengontrol stabilitas peredaran bumi yang juga berarti mengontrol terjadinya siang dan malam, bulan, tahun, serta peredaran planet lain. Dengan mempelajari matahari yang merupakan bintang yang terdekat, berarti mempelajari bintang-bintang lain.

2. MERKURIUS

Merkurius adalah planet yang terdekat dengan matahari dan juga paling kecil di antara semua planet. Garis tengah planet ini kurang lebih 4.847 kilometer waktu yang dipergunakan untuk mengelilingi matahari adalah 88,8 hari dan waktu rotasinya juga selama 88,8 hari. Jarak Merkurius dengan matahari adalah 57.910.000 km.

3. VENUS

Venus adalah planet kedua setelah Merkurius. Planet ini adalah planet yang paling terang di antara planet yang lain karena jaraknya yang relatif dekat dengan planet Bumi. Garis tengah planet ini kurang lebih 12.205 kilometer dan besarnya hampir sama dengan Bumi. Waktu yang diperlukan untuk mengelilingi matahari adalah 224,7 hari dan waktu rotasinya selama 225 hari atau kurang lebih 7,5 bulan. Jarak Venus dengan matahari adalah 108.210.000 km.

4. BUMI DAN BULAN

Bumi merupakan planet ketiga dalam Tata Surya. Dari sembilan planet yang dikenal manusia, Planet Bumi adalah yang banyak dihuni makhluk hidup. Planet Bumi mempunyai lapisan atmosfer yang di dalamnya banyak mengandung unsur-unsur kimia yang banyak dibutuhkan oleh makhluk hidup. Jarak bumi dengan matahari oleh para ahli Astronomi dinamakan satu satuan Astronomi atau sama dengan 159.000 kilometer ($1 \text{ SA} = 159.000.000 \text{ km}$). Bumi mengelilingi matahari membutuhkan waktu 365 hari 6 jam 9 menit 10 detik, tetapi atas dasar kesepakatan ahli astronomi mengacupada periode antara pertemuan matahari dengan bintang Aries, yaitu 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik atau sama dengan Satu Tahun Tropik. Bumi berputar pada porosnya membutuhkan waktu 23 jam 56 menit atau sama dengan Satu Hari Bintang. Bumi selalu diikuti Bulan sebagai satelit bumi selama mengelilingi matahari. Bulan berotasi dan juga melakukan revolusi mengelilingi Bumi selama 2731 hari sampai 2931 hari. Peredaran Bulan mengelilingi Bumi dan sekaligus juga mengelilingi matahari.

5. MARS

Planet Mars mempunyai garis tengah kurang lebih 6.792 kilometer. Waktu yang digunakan untuk mengelilingi matahari kurang lebih 697 hari dengan rotasi selama 24 jam 37 menit. Planet Mars mempunyai sejumlah air dan oksigen demikian juga pergantian musim, bahkan di sana juga terdapat polar icecaps, yaitu tudung es kutub yang luasnya tidak selalu tetap. Hal ini menimbulkan dugaan adanya pergantian musim di sana. Warnanya

hijau mendekati kecokelatan sehingga menunjukkan adanya flora dandaerah gurun. Mars mempunyai dua satelit, yaitu Dcimos (satelit luar) dan Phobos (satelit dalam). Kedua satelit ini ditemukan oleh Hall pada tahun 1877. Jarak Mars dengan Matahari adalah 227.940.000 km.

6. YUPITER

Yupiter adalah planet terbesar dalam sistem Tata Surya kita. Diameternya lebih dari 130.000 kilometer, massanya lebih kurang 3 2 massa seluruh anggota Tata Surya yang di luar matahari. Rotasi Yupiter terhadap matahari paling cepat, yaitu 10 jam sekali putaran. Planet ini mempunyai keistimewaan, yaitu adanya unsur kimia yang terkandung di dalam sangat rendah, atmosfernya hampir tidak berotasi (sangat lambat). Sekalipun berukuran sangat besar kepadatan planet ini sangat rendah karena sebagian besar terdiri atas unsur-unsur ringan, antara lain 85% Hidrogen dan 15% Helium. Campuran yang lain sedikit sekali berupa CH₄, NH₃, dan lainnya. Yupiter mempunyai banyak satelit, yaitu 14 buah. Penemuan terakhir menunjukkan satelitnya lebih banyak lagi. Empat dari satelit itu adalah Io, Europa, Ganymade (satelit terbesar hampir sebesar bumi), dan Calistio. Jarak Yupiter dengan Matahari adalah 778.300.000 kilometer.

7. SATURNUS

Planet Saturnus ditemukan pada abad ke-18 setelah planet Uranus. Waktu yang digunakan untuk mengelilingi matahari kurang lebih 29–30 tahun, sekali berotasi memerlukan waktu 387 hari. Saturnus

mempunyai atmosfer yang hampir sama dengan Yupiter, yaitu terdiri atas unsur-unsur amonia. Saturnus mempunyai keunikan tersendiri dibandingkan planet lain, di antaranya memiliki cincin, terdiri atas tiga bagian yang konsentris, yaitu bagian dalam, gelang berbentuk khas (dusky ring), dan bagian luar. Cassini gelang yang paling terang adalah gelang bagian dalam, dan planet ini memiliki 9 buah satelit. Tebal cincin Saturnus kurang lebih antara 10 sampai 100 meter saja, unsur-unsurnya mengandung butiran es dan sangat halus. Lebar cincin sekitar 275.000 kilometer. Planet ini nomor 3 paling terang di antara ke sembilan planet. Saturnus mempunyai 10 satelit yang mengelilinginya. Jarak antara Saturnus dan Matahari adalah 1.427.000.000 kilometer.

8. URANUS

Planet Uranus baru ditemukan pada tahun 1781 oleh William Herschel di Inggris yang semula disangka komet. Mulanya planet ini dinamakan Gregorium Titus (sebagai penghargaan kepada Raja Georgia III). Akan tetapi, para astronom menyebutnya Planet Herschel, kemudian oleh Boscho disebut dengan Uranus. Waktu yang digunakan untuk mengelilingi matahari kurang lebih 84 tahun dengan waktu rotasi 369 hari. Planet ini mempunyai dua buah satelit. Garis tengah planet ini 19.750 kilometer.

Uranus mempunyai keistimewaan bahwa sumbunya terletak sebidang dengan bidang revolusinya. Jarak Uranus dengan Matahari adalah 2.863.840.000 kilometer.

9. NEPTUNUS

Planet Neptunus ditemukan oleh Bonvard pada tahun 1821 di Paris, Prancis. Jika dilihat dari bentuknya Neptunus merupakan saudara kembar Uranus, terutama besarnya. Radiusnya sekitar 4 kali radius bumi. Garis tengahnya kurang lebih 53.000 kilometer. Waktu yang digunakan untuk mengelilingi matahari kurang lebih 164,79 tahun, sedangkan rotasinya 15 jam. Susunan atmosfernya terdiri atas metana. Planet ini mempunyai lima satelit. Dari lima satelit ini ada dua satelit besar yang diberi nama Triton dan Nereid.

E. Benda-benda Lain dalam Tata Surya

Pada tata surya, kecuali terdapat planet-planet yang telah disebutkan di muka, terdapat pula benda-benda lain berikut ini.

1. Planetoida atau Asteroida

Pada tahun 1801, Piazzi, seorang astronom bangsa Italia melalui observasinya dengan teleskop menemukan benda langit yang berdiameter ± 900 km (Bulan berdiameter 3000 km) beredar mengelilingi Matahari. Dalam beberapa tahun kemudian ternyata ditemukan pula beberapa benda semacam itu. Benda-benda itu mengorbit mengelilingi Matahari pada jarak antara Mars dan Yupiter. Pada saat ini, benda semacam itu telah diketahui sebanyak + 2000 buah, berbentuk bulat dan kecil. Yang terbesar bernama Ceres dengan diameter 750 km. Benda-benda langit itu disebut planetoida atau "bukan planet", untuk membedakannya dengan planet utama yang telah diterangkan.

2. Komet atau Bintang Berekor

Meskipun komet disebut sebagai bintang berekor, tetapi komet bukan tergolong bintang alam dalam arti yang sebenarnya. Komet merupakan anggota tata surya, yang beredar mengelilingi Matahari dan menerima energinya dari Matahari. Komet sebenarnya merupakan kumpulan bongkah-bongkah batu yang diselubungi kabut gas. Diameter komet termasuk selubung gasnya kurang lebih 100.000 km, sedangkan diameter inti yang berupa bongkah-bongkah batu berkisar antara 10 sampai 20 km. Cahaya matahari yang mengenai komet sebagian dipantulkan, sedangkan lainnya berupa sinar ultra violet akan terjadi eksitasi pada gas yang menyelubungi komet. Akibat eksitasi ini akan terjadi resonansi atau fluorescensi, dan gas berpendar memancarkan cahaya. Disebabkan tekanan dari cahaya Matahari, gas pendar ini akan terdorong menjauhi matahari dan terbentuknya ekor komet. Karena ekor komet selalu menjauhi matahari, maka jika komet mendekati matahari, ekornya berada di belakang dan didepan ketika menjauhi matahari. Semakin dekat komet dengan matahari, semakin besar tekanan cahaya matahari dan semakin panjang pula ekor komet. Ekor komet biasanya terdiri dari CO, CH₂, dan gas labil CH₂, NH₂, serta OH. Gas labil ini merupakan hasil disosiasi dari CH₄, NH₃ dan H₂O.

3. Meteor atau Bintang Beralih

Meteor bukan tergolong bintang karena meteor merupakan anggota tata surya. Meteor berupa batu-batu kecil yang berdiameter antara 0,2 sampai 0,5 mm dan massanya tidak lebih dari 1 gram. Meteor ini

semacam debu angkasa yang bergerak dengan kecepatan rata-rata 60 km/detik atau $60 \times 60 \times 60$ km per jam. Beberapa meteor besar pernah sampai dipermukaan bumi dan disebut meteorid. Meteorid mengandung besi dan nikel. Meteorid digolongkan menjadi 3 jenis: Meteorid besi nikel mengandung 90% besi dan 8% nikel. Meteorid batu mengandung banyak kalsium dan magnesium. Meteorid tektite mengandung asam kersik 80%.

4. Satelit

Satelit merupakan pengiring planet. Satelit beredar mengelilingi planet, dan bersamasama beredar mengelilingi Matahari. Peredaran satelit mengelilingi planet disebut gerak revolusi satelit. Di samping itu, satelit juga melakukan gerak rotasi, yaitu beredar mengelilingi sumbunya sendiri. Pada umumnya, arah rotasi dan revolusi satelit sama dengan arah rotasi dan revolusi planetnya, yaitu dari Barat ke Timur, kecuali satelit dari planet Neptunus. Planet yang telah diketahui tidak mempunyai satelit adalah Merkurius, Venus, dan mungkin juga Pluto. Jarak antara bumi dengan bulan kurang lebih 384.403 km dan merupakan benda langit yang paling dekat terhadap bumi, jika dibandingkan bumi, bulan mempunyai ukuran:

Massa bulan = $\frac{1}{10}$ massa bumi

Diameter bulan = $\frac{1}{4}$ diameter bumi = 3000 km

Gravitasi bulan = $\frac{1}{6}$ gravitasi bumi.

Permukaan bulan penuh dengan kawah-kawah dan gunung-gunung. bagian bulan yang gelap, halus, dan

datar disebut lembah maria. permukaan bulan tidak ada hawa. tidak adanya hawa di bulan mengakibatkan: Suhu berubah sangat cepat, suhu tertinggi 110 derajat celcius sedangkan suhu terendah -173 derajat celcius. Bunyi tidak dapat merambat sehingga sangat sunyi. Langit tampak kelam dan tidak ada peredaran air, sehingga kering kerontang.

F. KESIMPULAN

Teori geosentris tentang tata surya yang menempatkan Bumi sebagai pusat alam semesta yang dkitari oleh planet-planet, matahari, serta benda-benda langit lainnya telah menjadi pegangan kuat bangsa Yunani dalam rentang yang sangat lama. Teori ini akhirnya gugur setelah terjadi revolusi ilmiah besar-besaran yang dilakukan oleh Nicolaus Copernicus, yang dengan berani mengajukan penggantian teoril geosentris dengan teori heliosentris. Dalam model ini, Matahari ditempatkan sebagai pusat tata surya yang selain dkitari oleh Planet-Planet, juga dkitari benda-benda antar Planet lainnya seperti Komet, Asteroid, dan Meteoroid. Kelemahan model heliosentris Copernicus adalah anggapan bahwa lintasan orbit Planet-Planet bergerak mengelilingi Matahari berupa lingkaran (sirkular). Model heliosentris Copernicus ini kemudian disempurnakan oleh Kepler melalui tiga hukum yang dipublikasikannya, yaitu hukum pertama, kedua, dan ketiga Kepler. Hukum pertama Kepler yang disebut juga hukum elips, menyatakan bahwa semua Planet bergerak dalam lintasan elips mengitari Matahari dengan Matahari berada di salah satu titik fokus elips. Hukum kedua Kepler yang disebut juga sebagai hukum

kesamaan luas, menyatakan bahwa luas yang disapu oleh garis penghubung antara Planet dan Matahari dalam selang waktu (t) yang sama adalah sama. Dan Hukum ketiga Kepler yang disebut juga sebagai hukum harmonik, menyatakan bahwa perbandingan kuadrat periode revolusi (T^2) terhadap pangkat tiga dari jarak rata-rata Planet ke Matahari (R^3) adalah sama untuk semua Planet.

Terdapat suatu metode sederhana yang dapat digunakan atau menentukan jarak rata-rata antara sebuah Planet dengan Matahari dalam satuan astronomis, yaitu hukum Titius Bode. Terdapat kesesuaian antara hukum Kepler dan hukum Gravitasi Newton. Planet-Planet dan benda-benda antar Planet lainnya harus berputar mengelilingi Matahari dengan laju putaran tertentu agar tidak jatuh tertarik oleh matahari.

G. LATIHAN

1. Matahari sebagai pusat tata surya dan planet-planet serta benda-benda antar planet bergerak mengitarinya dengan lintasan berbentuk elips, adalah merupakan model tata surya
 - a. Geosentris
 - b. Ptolemy
 - c. Heliosentris Copernicus
 - d. Heliosentris Copernicus yang disempurnakan Kepler
 - e. Heliosentris Aristarchus
2. Kelemahan model Heliosentris Copernicus adalah ...
 - a. Orbit planet berbentuk elips
 - b. Orbit Planet berbentuk lingkaran

- c. Tidak bisa menerangkan adanya gerak balik (retroge) planet
 - d. Bumi sebagai pusat tata surya
 - e. Bintang-Bintang tidak beredar mengelilingi Matahari
3. Tanda-tanda di bawah ini menunjukkan bahwa Bumi berevolusi dengan arah berlawanan dengan arah putar jarum jam, kecuali
- a. Matahari terbit di Timur dan terbenam di Barat
 - b. Pembagian tiga wilayah waktu, yaitu WIT, WITA, dan WIB
 - c. Wilayah timur negara Indonesia lebih awal siang dibanding wilayah barat
 - d. Pada pagi hari bayang-bayang badan kita mengarah ke arah barat dan pada sore hari mengarah ke timur
 - e. Adanya siang dan malam
4. Semakin dekat jarak suatu Planet ke Matahari, maka semakin cepat pula gerak edarnya, dan semakin jauh jaraknya dari Matahari, maka gerak edarnya semakin lambat, sehingga dalam waktu yang sama, luas bidang tempuhnya akan sama besar. Pernyataan ini dikenal sebagai hukum
- a. Pertama Kepler
 - b. Kedua Kepler
 - c. ketiga Kepler
 - d. Gravitasi Newton
 - e. Titius Bode
5. Kelajuan orbit sebuah planet dalam lintasan orbit elipsnya mengitari matahari adalah
- a. Konstan

- b. Berubah bergantung pada ukuran Planet
- c. Terkecil ketika berada di perihelium
- d. Terbesar ketika di perihelium
- e. Berubah, tapi tidak bergantung pada jaraknya dari Matahari

H. BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Tata Surya.

Tingkat Penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90%-100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Materi Tata Surya.

I. DAFTAR PUSTAKA

Admiranto, A. Gunawan. 2000. Tata Surya dan Alam Semesta. Yogyakarta: Kanisius

Jasin, Maskoeri. 2015. Ilmu Alamiah Dasar. Jakarta:
Rajawali Pers. Koppes, Steven N. 2004.
Kanginan, M., 1999, Fisika SMU kelas 2, Erlangga, Jakarta
Killer Rocks from Outer Space: Asteroids, Comets,
and Meteorites. Twenty-First Century Books.
Tjasyono, B., 2003, Geosains, ITB, Rosdakarya, Bandung
Tjasyono, B., 2006, Ilmu Kebumihan dan Entariksa,
Rosdakarya, Bandung

Dimulai dari dalam diri untuk
menjaga bumi



BAB 7

PLANET BUMI

Didalam bab ini membahas tentang materi dari mata kuliah Bumi dan Antariksa yang yaitu Planet Bumi. Setelah mempelajari materi ini Anda akan lebih memahami tentang Planet Bumi. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada materi bab 7 ini Anda akan mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan Planet Bumi.

Dalam Bab ini akan disajikan materi dan kegiatan yaitu:

1. Menjelaskan bentuk bumi
2. Menjelaskan rotasi bumi
3. Menjelaskan pembagian tempat bumi
4. Menjelaskan garis Lintang dan garis bujur
5. Menjelaskan pembagian waktu
6. Menjelaskan pengaruh rotasi bumi

Bab ini tersusun dari beberapa materi yang di akhir setiap materi akan diberikan soal-soal latihan dengan tujuan untuk lebih memantapkan pemahaman peserta dan mengulang materi-materi yang dianggap belum dikuasai. Diakhir bab dilakukan evaluasi secara keseluruhan mencakup semua materi yang terkandung sesuai bab nya. Umpan Balik evaluasi tersedia di akhir ini yang dapat digunakan sebagai analisis diri.

A. PENGANTAR

Kedudukan Bumi dalam Sistem Tata Surya (Solar Sistem) termasuk planet dalam (Planet Inferior)

yang merupakan Planet ketiga dari Matahari setelah Planet Merkurius, dan Venus. Apabila dibandingkan dengan alam semesta yang tak terbatas luasnya, Planet Bumi hanyalah benda terlalu kecil sehingga dengan mudah dapat hilang dari pandangan dan hanya tampak sebagai titik yang tidak kelihatan. Meskipun demikian, sampai saat ini belum juga ditemukan tempat lain dalam jagat raya ini yang mampu dijadikan tempat kehidupan selain di Bumi ini. Bumi disebut juga “planet biru” karena tampak berwarna biru apabila dilihat dari luar angkasa. Planet bumi sangat unik dalam Tata Surya karena terdapat *air* dalam *tiga fasa* (padat, cair, dan gas) sehingga memiliki *lautan* dan *kutub es* serta terjadinya *siklus hidrologi* (di antaranya hujan) yang berkesinambungan. Di bumi juga berlangsung proses geologis secara aktif, yaitu terjadinya *daur (siklus) geologi* yang menyebabkan permukaan Bumi terus mengalami perubahan dan peremajaan (*rejuvenation*) sepanjang waktu (Mulyo,A., 2004: 33).

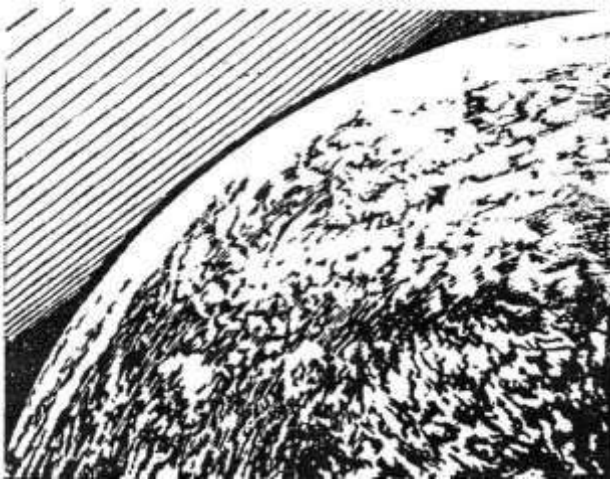


Gambar 7.1 Ukuran relatif aktual planet-planet dan Matahari

B. Bentuk Bumi

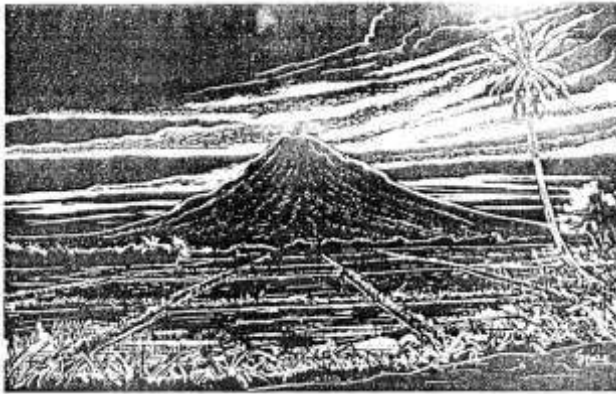
Berbagai bukti telah dikemukakan orang bahwa bentuk Bumi itu bulat. Bukti yang paling mutakhir adalah bentuk Bumi sebagaimana terlihat dari satelit

buatan, dan kapal ruang angkasa pada abad ke-20 ini (Hidayat,B., 1978:33). Hasil pengamatan itu terlihat seperti pada gambar 10.1.2 di bawah:



Gambar 7.2 : Bumi bulat terlihat dari kapal ruang angkasa

Selain itu, menurut Hidayat, B., (1978:34) bahwa Bumi bulat dan permukaannya melengkung dapat dibuktikan dengan kenyataan-kenyataan, seperti kita mengamati pada waktu matahari terbenam. Awan dan gunung yang tinggi di atas kita masih kelihatan terang, artinya masih mendapat sinar Matahari. Hal ini hanya mungkin bila permukaan Bumi melengkung. Bukti sejarah menyatakan jika kita berlayar terus ke satu arah, maka kita akan tiba kembali di tempat semula sebagaimana dilakukan oleh Magelhaens tahun 1522. Ini hanya mungkin terjadi bila Bumi bulat.

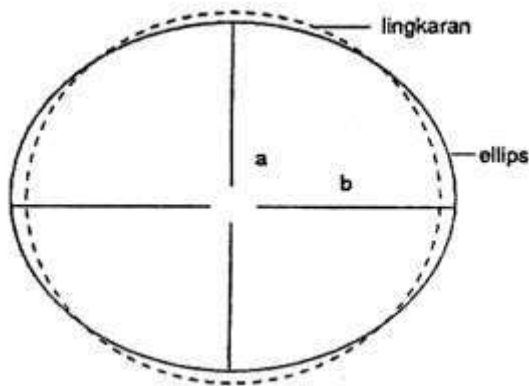


Gambar 7.3 : Awan dan gunung yang tinggi masih terang walaupun matahari baru terbenam

Jika Anda berdiri di tepi pantai di suatu pelabuhan memandang jauh ke laut lepas memperhatikan kapal yang datang menuju pantai. Pertama-tama Anda hanya akan melihat bendera kapal diujung atas tiang, makin lama tampak seluruh tiang, disusul bagian atas kapal, dan akhirnya seluruh badan kapal. Keadaan itu mungkin terjadi apabila Bumi itu bulat (Didjosoemarno, S., dkk., 1991:471). Berdasarkan pengukuran-pengukuran yang lebih akurat menunjukkan bahwa Bumi itu tidak bulat benar-benar seperti bola, melainkan menyerupai *oblate spheroid*, yaitu agak gepat pada kutub-kutubnya. Panjang jari-jari kutub 6.356,8 km dan di ekuator 6.378,2 km dengan luas permukaan 510.100.954 km². Bentuk seperti ini disebut *Geoid*, yaitu suatu bentuk yang berbeda dari bentuk planet-planet lainnya, dan hanya dimiliki oleh Bumi (*ellipsoid triaxial/krasovsky ellipsoid*), dan tak dapat disamakan dengan bentuk-bentuk geometris yang manapun.

Secara teoritis gepatnya bola Bumi disebabkan

adanya rotasi sejak awal pembentukannya ketika Bumi belum padat. Akibatnya, pada bagian yang searah dengan sumbu rotasi akan terjadi pemampatan, sedangkan yang tegak lurus, yaitu yang searah dengan ekuator akan mengalami pengembangan. Lihat gambar 7.4!



Gambar 7.4 : Bentuk bumi yang bulat pepat

- a. Garis tengah kutub : 12.713,82 km
- b. Garis tengah khatulistiwa 12.756,78 km

Bumi diperkirakan lahir 4,5 milyar tahun yang lalu. Umur Bumi dapat diperkirakan dengan ditemukannya radioaktif, yang selanjutnya ditemukan pula bahwa bumi berisi unsur-unsur radioaktif. Bahan radioaktif akan meluruh (*decay*) dan memancarkan sinar alpha (α), beta (β) atau gamma (γ). Partikel (sinar) alpha (α) adalah inti atom helium (He), beta (β) adalah elektron-elektron dengan kecepatan tinggi, dan sinar gamma (γ) adalah radiasi dengan frekuensi tinggi seperti sinar x.

Penyerapan radiasi ini di dalam Bumi mengubah energi radiasi menjadi panas sehingga menyebabkan temperatur yang tinggi di bawah permukaan Bumi.

Unsur radioaktif secara seponan berubah menjadi unsur lain. Transformasi (perubahan bentuk) ini terjadi dalam inti atom dan bergantung pada sifat-sifat inti. Isotop unsur adalah atom-atom yang mempunyai sifat kimia hampir identik dan menduduki tempat yang sama dalam susunan berkala unsur-unsur kimia, akan tetapi massanya berbeda satu sama lain. Isotop berasal dari bahasa Yunani (Greek, yaitu *iso* berarti sama dan *topos* berarti tempat. Tiap unsur kimia dilukiskan oleh jumlah proton dalam intinya yang disebut bilangan atom (*atomic number*). Selain mengandung proton dan elektron, inti atom juga mengandung partikel-partikel netral yang disebut netron. Jumlah proton dan netron dalam inti atom disebut bilangan massa. Isotop yang berlainan mempunyai bilangan atom sama tetapi bilangan massa berbeda.

C. Rotasi Bumi

Perputaran Bumi pada porosnya mengakibatkan adanya pembagian waktu pada permukaan Bumi, terjadinya pergantian siang dan malam, penggelembungan ekuator dan pemampatan polar bumi serta terjadinya angin pasat yang semula merupakan angin Utara dan angin Selatan menuju ekuator, karena perputaran bumi pada sumbunya membiaslah angin-angin itu menjadi angin Barat Laut dan Tenggara.

Pembagian tempat di Bumi berdasarkan satu tata koordinat menimbulkan hubungan antara jarak dan waktu. Kedudukan Matahari terhadap permukaan Bumi

tidak sama, hal ini erat kaitannya dengan bentuk Bumi bulat. Pembagian waktu pada permukaan Bumi didasarkan pada pembagian koordinat Bumi. Oleh sebab itu kita sering mendapat informasi dari Arab Saudi pagi hari (pukul 06.00) di kita Pulau Jawa siang hari (pukul 10.00).

Pembagian Tempat di Bumi

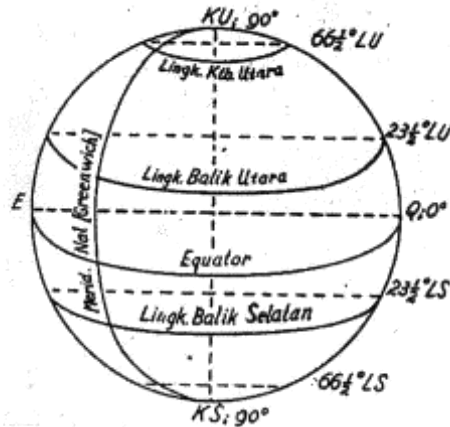
Anda tentu telah mengenalnya, bahwa untuk menentukan letak suatu tempat di muka Bumi yaitu dengan menentukan panjang geografi (*absis*) dan lebar geografi (*ordinat*), penerapannya dalam peta atau globe kita kenal dengan garis lintang dan garis bujur (*meridian*). Garis lintang pada peta arahnya dari kiri ke kanan (*absis/lintang*) sedangkan garis bujur arahnya dari bawah ke atas (*ordinat/bujur*).

Garis Lintang

Pada globe, Anda mendapatkan garis yang arahnya dari barat ke timur, garis ini membentuk suatu lingkaran. Garis yang membentuk lingkaran yang paling besar dan membelah tiruan Bumi menjadi dua bagian yang sama besar itu disebut garis Ekuator 0^0 . Garis Ekuator 0^0 membagi Bumi menjadi belahan Bumi Utara dan belahan Bumi Selatan. Garis khayal ini Anda ketahui melalui Kota Pontianak di Provinsi Kalimantan Barat. Kota ini terkenal dengan sebutan Kota Khatulistiwa.

Berpedoman pada garis Ekuator (lintang 0^0), kita buat lingkaran-lingkaran yang sejajar dengan Ekuator ke arah utara dan ke arah selatan. Garis-garis Lintang Utara bila berada di belahan Bumi utara dan Lintang Selatan bila terletak di belahan Bumi selatan. Lintang Utara dan

Lintang Selatan dihitung dari Ekuator sampai titik Kutub Utara, demikian juga belahan Bumi selatan mulai dari Ekuator sampai titik Kutub Selatan. Perhatikan gambar 10.2.1 di bawah ini:



Gambar 7.5 Pembagian Bumi Berdasarkan Garis Lintang

Garis lintang yang membentuk lingkaran utara terletak $23,5^{\circ}$ LU disebut Lingkaran Balik Utara sedangkan garis lintang yang membentuk lingkaran selatan terletak pada $23,5^{\circ}$ LS disebut Lingkaran Balik Selatan. Lingkaran Kutub Utara terletak pada $66,5^{\circ}$ LU dan Lingkaran Kutub Selatan terletak pada garis $66,5^{\circ}$ LS.

Garis Bujur

Garis yang membentuk lingkaran bukan saja dibuat secara horisontal tetapi dapat pula dibuat garis yang membentuk lingkaran arah vertikal. Apabila kita lihat garis lingkaran ini akan melalui dua titik, yaitu titik Kutub Utara dan titik Kutub Selatan. Lingkaran ini disebut lingkaran bujur atau lingkaran meridian, sehingga

garisnya disebut garis bujur atau garis meridian. Ligkaran ini membagi Bumi menjadi dua bagian yaitu belahan Timur dan belahan Barat tepat 0^0 (meridian nol) yang melalui kota Greenwich dekat London Inggris. Garis ini disebut garis bujur/meridian primer. Dari meridian Greenwich ini dihitung ke arah Timur sampai 180^0 disebut sebagai Bujur Timur (BT) dan ke arah Barat sampai 180^0 disebut Bujur Barat (BB). Untuk 180^0 Bujur Timur dan 180^0 Bujur Barat sebenarnya kedua garis ini berimpit sebagai patokan untuk *penanggalan*, letaknya di kepulauan Fiji bagian timur di Samudra Pasifik. Garis ini disebut juga *garis penanggalan Internasional*.

Penentuan Waktu

Di atas Anda telah mempelajari bahwa rotasi Bumi dengan arah timur barat tidak dapat kita saksikan. Yang dapat kita lihat hanyalah gerakan Matahari dan benda-benda langit lainnya yang bergerak dari timur ke barat. Gerakan ini disebut gerakan semu Matahari yang dapat digunakan dalam penentuan waktu (jam).

Hari Matahari

Simamora,P.(1975: 66-72) mengemukakan bahwa satu hari matahari adalah ditentukan oleh selang waktu antara dua kulminasi. Kulminasi Atas disebut tengah hari (pukul 12.00) dan Kulminasi Bawah adalah saat tengah malam (pukul 24.00 atau pukul 00.00). Dalam pengertian kita sehari-hari, *satu hari matahari* adalah waktu yang diperlukan Matahari bergerak semu mengelilingi Bumi, terhitung mulai titik Kulminasi Atasnya hingga kembali lagi ke titik Kulminasi Atasnya lagi. Dari hasil pengamatan ternyata panjang hari matahari (semu)

selama setahun berbeda-beda (tidak konstan), hal ini disebabkan:

1) Bentuk lintasan revolusi Bumi adalah elips.

Dalam perjalanan Bumi mengelilingi Matahari membuat lintasan berbentuk *elips* sehingga waktu lintasan dekat Matahari (perihelium) pergerakannya cepat dan pada waktu lintasan terjauh dengan Matahari (aphelium) pergeserannya pada ekliptika lambat.

2) Inklinasi ekliptika pada ekuator langit

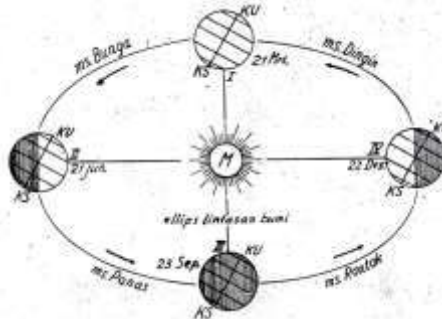
Oleh sebab perputaran Bumi pada sumbunya (rotasi) miring maka kedudukan bidang ekuator langit dengan bidang ekliptika membentuk sudut $23,5^{\circ}$. Akibat dari itu sepanjang tahun Matahari seolah-olah bergeser ke arah Utara atau ke arah Selatan.

Greenwich Mean Time (GMT)

Greenwich Mean Time (GMT) adalah waktu di Greenwich tempat yang menjadi patokan waktu dunia berada. Jika ditentukan waktu GMT dengan mudah kita dapat menghitung waktu-waktu di seluruh permukaan Bumi Indonesia mempunyai tiga meridian standar, yaitu meridian 105° BT untuk daerah WIB, 120° BT untuk daerah WITA, dan 135° untuk WIT . Dengan demikian waktu lokalnya (LMT) masing-masing adalah waktu Greenwich ditambah $105/15$ untuk WIB, $120/15$ untuk WITA, dan $135/15$ untuk WIT . Jika waktu GMT pukul 12.00, maka: WIB $12.00 + (105/15 = 7)$ yaitu pukul 19.00, WITA = $12.00 + (120/15 = 8)$ yaitu pukul 20.00, dan WIT = $12.00 + (135/15 = 9)$ yaitu pukul 21.00 (Hidayat,B.,1978: 42).

Revolusi Bumi

Sebagaimana dijelaskan di atas, bahwa Bumi itu sambil berputar pada sumbunya (berotasi) beredar pula mengelilingi Matahari (berevolusi). Selama mengelilingi Matahari, sumbu Bumi miring dengan arah yang sama yang besarnya $23,5^{\circ}$ dari garis tegak lurus pada ekliptika. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar 7.6 di bawah ini:



Gambar 7.6 Kemiringan Sumbu Bumi Selama Mengelilingi Matahari

Pengaruh Revolusi Bumi

Dalam perjalanan Bumi dari tanggal *21 Maret sampai 21 Juni*, Kutub Utara kelihatan *makin condong ke arah Matahari*, sebaliknya Kutub Selatan *makin condong menjauhi Matahari*. Oleh karena itu belahan Bumi Utara mengalami *musim semi/bunga* dan belahan Bumi Selatan mengalami *musim gugur/rontok*. Sementara itu Belahan Bumi Utara mengalami siang hari yang makin lebih panjang daripada malam harinya sedangkan Belahan Bumi Selatan mengalami siang yang makin lebih pendek daripada malamnya.

Perjalanan Bumi dari tanggal *21 Juni sampai 23 September* kecondongan Kutub Utara ke arah Matahari

makin kurang, sebaliknya kecondongan Kutub Selatan makin bertambah. Oleh sebab itu belahan Bumi Utara mengalami musim panas dan belahan Bumi Selatan musim dingin. Bersamaan dengan itu Belahan Bumi Utara mengalami siang yang makin pendek tetapi tetap masih lebih lama daripada malam hari. Sebaliknya Belahan Bumi Selatan mengalami siang yang makin panjang, tetapi masih tetap lebih pendek daripada malamnya.

Dari tanggal *23 September sampai 21 Desember* Kutub Utara kelihatan makin condong menjauhi Matahari dan Kutub Selatan makin condong ke arah matahari. Oleh karena itu Belahan Bumi Utara mengalami musim gugur/rontok dan Belahan Bumi Selatan mengalami musim semi/bunga. Sementara itu Belahan Bumi Utara mengalami siang makin lebih pendek daripada malam hari, sedangkan Belahan Bumi Selatan mengalami siang yang makin lebih panjang daripada malam harinya.

Dari tanggal *21 Desember sampai 21 Maret* kecondongan Kutub Utara ke arah Matahari makin bertambah, sedangkan kecondongan Kutub Selatan makin berkurang. Oleh sebab itu *Belahan Bumi Utara* mengalami *musim dingin* dan *Belahan Bumi Selatan* mengalami *musim panas*. Bersamaan dengan itu *Belahan Bumi Utara* mengalami *siang yang makin panjang* tetapi masih tetap lebih pendek daripada malam harinya, sebaliknya *Belahan Bumi Selatan* mengalami *siang yang makin pendek* tetapi masih tetap lebih panjang daripada malamnya.

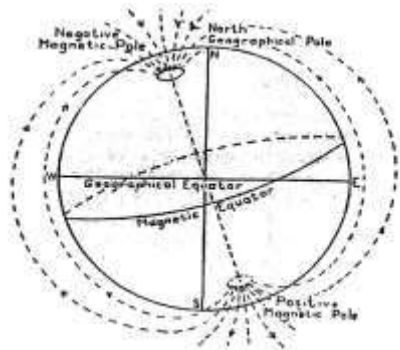
Tepat pada tanggal 21 Maret dan tanggal 23 September baik Kutub Selatan maupun Kutub Utara

sama jauhnya dari Matahari. Hanya letak Bumi pada orbitnya bersebrangan. Pada kedua tanggal ini panjang siang dan malam sama di seluruh permukaan Bumi. Sebetulnya pergantian musim tersebut di atas tidak dialami oleh seluruh muka bumi, tetapi hanya oleh bagian Bumi di sebelah utara Garis Balik Utara dan di sebelah selatan Garis Balik Selatan. Tempat-tempat itu tidak pernah mengalami Matahari tepat tegak lurus di atasnya, sungguhpun selama enam bulan siangnya lebih panjang daripada malamnya. Malahan daerah sekitar Kutub Utara atau Kutub Selatan mengalami siang selama enam bulan terus-menerus. Pada tanggal 21 Maret Kutub Utara menyaksikan Matahari terbit, mencapai titik tertinggi pada tanggal 21 Juni, kemudian menurun perlahan-lahan dan terbenam pada tanggal 23 September. Tempat-tempat yang terletak antara $23,5^{\circ}$ Lintang Utara dan $23,5^{\circ}$ Lintang selatan mengalami Matahari tepat di atasnya dua kali dalam setahun. Bagian ini tidak mengalami pergantian keempat musim di atas.

Kemagnetan Bumi

Menurut Mulyo, A. (2004: 39) bahwa Bumi memiliki medan magnet yang dibangkitkan oleh inti Bumi. Seperti halnya pada magnet batang, magnet Bumi juga memiliki kutub-kutub (Utara dan Selatan), letaknya dekat dengan kutub-kutub Bumi. Di atas eksosfer ada satu daerah yang menunjukkan sifat-sifat magnetik Bumi dan berinteraksi dengan arus radiasi Matahari korpuskuler yang mengisi ruang antar planet yang disebut angin surya (*solar wind*) yang setelah sampai ke Bumi

berinteraksi dengan magnet Bumi yang disebut *magnetosfera*. Akibat interaksi ini, *magnetosfera* bentuknya menjadi seperti komet karena adanya hembusan angin surya tersebut. Kemagnetan Bumi ditandai oleh dua hal, yaitu inklinasi magnetik (*magnetic inclination*) dan deklinasi magnetik (*magnetic declination*). Inklinasi magnetik adalah sudut inklinasi (kemiringan) antara jarum magnet terhadap horizontal. Di daerah belahan Bumi Utara, titik Utara jarum magnet berinklinasi ke arah horizontal, sedangkan di belahan Bumi Selatan, titik selatan jarum magnet berinklinasi ke arah horizon. Perhatikan gambar 7.7 berikut:



Gambar 7.7. Perbedaan antara posisi kutub magnet dan kutub Bumi

Sudut inklinasi berbeda-beda untuk setiap tempat yang berlainan. Dari ekuator ke arah kutub magnet, sudut inklinasi semakin besar dan tepat di kutub magnet harganya maksimum, yaitu jarum magnet berhenti pada posisi tegak lurus. Garis yang menghubungkan tempat-tempat di Bumi yang berinklinasi sama dinamakan *isoclines* (garis isoklin). Deklinasi magnetis adalah besarnya sudut yang dibentuk antara arah jarum magnet

dengan garis bujur geografis, baik di sebelah timur maupun sebelah barat. Besarnya deklinasi berbeda-beda untuk setiap tempat. Garis yang menghubungkan tempat-tempat di Bumi yang berdeklinasi sama dinamakan *isogon*. Isogon yang deklinasinya nol disebut meridian magnetis.

Sifat Panas Bumi

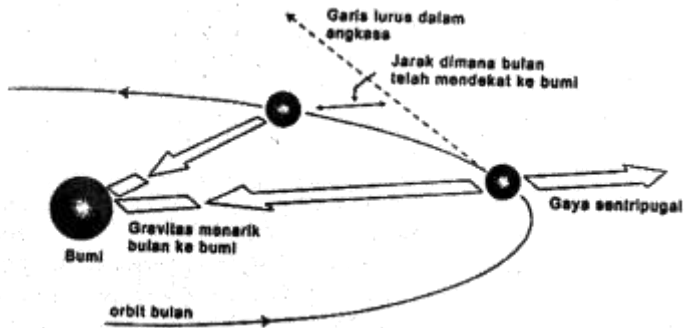
Bumi memiliki sifat panas dari luar (*external heat*) dan dalam (*internal heat*). Panas dari luar bersumber dari pancaran sinar matahari, besarnya panas yang diterima oleh Bumi 10^{21} kalori setiap tahun. Penerimaan panas di permukaan Bumi tidak merata tergantung pada radian energi (*insolation*) dan beberapa faktor lain, misalnya distribusi daratan dan perairan, kedalaman, dan *crustal relief*, yakni tinggi rendahnya permukaan Bumi, penyebaran tumbuhan, arus laut, dan pergerakan udara (angin), serta ketandusan atau kegundulan suatu tempat. Faktor lain yang berpengaruh terhadap kemampuan menyerap panas Matahari adalah jenis batuan. Setiap penambahan tinggi 100 meter suatu tempat suhu turun $0,5^{\circ}\text{C}$ (Mulyo, A., 2004: 42-44)

D. GRAVITASI BUMI

Menurut Tjasyono, B. HK.(2006: 103-106), konsep Gravitasi (*gravity*) adalah salah satu dasar fisika klasik yang dapat menjelaskan fenomena berat, percepatan benda-benda yang jatuh, dan orbit satelit Bumi. Gravitasi adalah universal, masuk ke dalam semua cabang fisika dan semua aspek kehidupan. Dalam geofisika, gravitasi sangat menarik perhatian untuk

berbagai alasan. *Pertama*, pengukuran gravitas dipakai untuk menentukan massa Bumi. *Kedua*, pengukuran gravitas memberikan informasi bentuk Bumi. Observasi gravitas yang teliti juga memberikan data tentang distribusi materi di bawah permukaan Bumi. Dalam penerapan praktis, pengukuran gravitas memungkinkan untuk mencari lokasi endapan minyak (oil deposits) dan ketidakteraturan (*irregularity*) komposisi lain dalam kerak Bumi. Walaupun gravitas mendekati konstan di atas permukaan Bumi tetapi gravitas bervariasi sedikit dan secara sistematis dengan lintang tempat. Gravitas juga bervariasi sekala kecil yang disebabkan oleh ketidakteraturan massa Bumi, misalnya pegunungan. Gravitas meter (*gravimeter*) yang teliti dipakai untuk mengukur dan memetakan anomali gravitas.

Newton meformulasikan hukum gravitas universal untuk menjelaskan gerak Planet dan Bulan. Menurut Newton, planet-planet tertarik ke Matahari oleh sebuah gaya gravitasi yang bekerja berdasarkan massa. Tentu Anda telah mempelajarinya pada Bahan Belajar Mandiri sebelumnya, bahwa besarnya gaya gravitasi sebanding dengan massa Matahari dan planet, dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda tersebut. Jarak antara kedua benda dalam hukum gravitasi adalah jarak antara pusat-pusat massa kedua benda. Planet "jatuh" ke arah Matahari sebagai akibat atraksi massa ini. Jadi, planet akan ditarik ke arah dalam, menjauhi dari sebuah garis lurus di angkasa dan memaksa untuk bergerak dalam lintasan lengkung (*eliptik*) di sekitar Matahari. Newton membuktikan hukumnya dengan menghitung efek gravitasional Bumi terhadap Bulan. Perhatikan gambar 7.8 berikut ini.



Gambar 7.8 Gerakan Sentripetal Bulan akibat Atraksi Gravitasi Antara Bulan dan Bumi

Gaya gravitasi menyebabkan Bulan/Planet mempercepat secara konstan ke arah Bumi/Matahari ketika Bulan/Planet bergerak dalam orbitnya, ini disebut percepatan *sentripetal*. Oleh karena adanya inersia (kelembaman), benda yang melakukan revolusi akan melakukan dalam sebuah garis lurus, jika tidak ada gravitasi. Kecenderungan benda untuk bergerak dalam sebuah garis lurus dapat dinyatakan oleh gaya imajiner berarah keluar yang disebut gaya sentrifugal. Kita dapat menduga gravitasi sebagai gaya lawan dari gaya inersial ini. Dengan membayangkan sebuah gaya sentrifugal, barangkali kita dibantu untuk melihat bagaimana benda yang melakukan revolusi akan tetap pada orbitnya. Gaya sentrifugal (F) sama dengan massa benda yang melakukan revolusi (m) dikalikan jarak radialnya dari pusat rotasi (R) dikalikan kuadrat kecepatan sudutnya (ω^2).

E. KESIMPULAN

Bumi termasuk planet minor dalam sistem tata

surya. Bumi merupakan satu-satunya planet yang dapat dihuni oleh makhluk hidup. Bumi disebut juga planet biru karena tampak dari luar angkasa berwarna biru. Air di Bumi mengalami tiga fasa, yaitu dalam bentuk cair seperti di lautan, bentuk es di kutub, dan bentuk gas dalam penguapan (siklus hidrologi). Permukaan Bumi mengalami perubahan dan peremajaan sepanjang waktu disebabkan adanya siklus (daur) geologi. Bentuk bumi tidaklah bulat sempurna seperti bola (*sphere*), tetapi Bumi berbentuk dempak atau pepat (*spheroid*), disebabkan adanya rotasi sejak awal pembentukannya hingga sekarang. Diameter melalui ekuator sekitar 12.756 km, melalui kutub sekitar 12.714 km dengan rata-rata diameternya 12.742 km. Perbandingan keliling lingkaran Bumi dengan diameternya adalah 3,1416 (baca π , dari huruf Yunani pi). Luas permukaan Bumi adalah $4 \cdot \pi \cdot r^2 = 510$ juta km² dan Volumennya adalah: $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = 1,08 \times 10^{12}$ km³ dengan radius rata-rata bumi 6371 km. Massa total Bumi adalah $5,98 \times 10^{24}$ kg dan densitas rata-ratanya adalah 5,52 g/cm³ (densitas air murni = 1 g/cm³).

Untuk memperkirakan umur Bumi yang paling akurat adalah melalui peluruhan zat radioaktif. Zat radioaktif akan meluruh dan berubah menjadi unsur lain dengan memancarkan sinar alfa (α), beta (β), dan gamma (γ). Rantai zat radioaktif akan berakhir dengan isotop stabil (non radioaktif) yang tidak meluruh. Isotop radioaktif dengan kecepatan konstan yang disebut waktu paruh (*half time*). Waktu paruh zat radioaktif yang ditemukan di Bumi kemudian dipakai untuk mengukur umur Bumi. Dari analisis jumlah berbagai isotop timah (Pb), yaitu dari induk Uranium 238 (U^{238}) dan putri Timah

(Pb²⁰⁶) yang ada di Bumi, diperkirakan Bumi lahir 4,5 milyar tahun yang lalu.

Bumi berputar pada sumbunya (berotasi) dari Barat ke Timur. Dalam perputarannya Bumi menjalani 360 derajat meridian dalam waktu 24 jam sehingga setiap satu derajat ditempuh dalam waktu empat menit. Pembagian Waktu Standar (*Zone Time*), dunia dibagi atas 24 daerah berdasarkan perbedaan meridian atau bujur 15 derajat sehingga setiap daerah mempunyai selisih satu jam (60 menit). *Greenwich Mean Time* (GMT) adalah waktu Greenwich, yaitu yang menjadi patokan waktu dunia. Indonesia yang terletak antara $91^{\circ} - 141^{\circ}$ BT mulai tanggal 1 – 1 – 1964 memiliki tiga meridian standar, yaitu 105° BT untuk WIB, 120° BT untuk WITA, dan 135° BT untuk WIT dengan perbedaan waktu GMT ditambah 105/15, 120/15, dan 135/15 (7, 8, dan 9 jam).

Waktu Matahari dan waktu bintang selalu terpaut sebesar 4 menit, tepatnya 3 menit 56 detik. Hal ini karena Bumi mengelilingi Matahari. Yang dijadikan penetapan waktu di muka Bumi adalah dengan menggunakan hari Matahari Menengah (Khayal) dengan perata waktu. Revolusi bumi dengan kemiringan sumbunya yang selalu searah mengakibatkan terjadinya pergantian musim dan perubahan lamanya siang dan malam serta terlihatnya rasi bintang yang berbeda dari bulan ke bulan. Kalender Surya mendasarkan perhitungannya pada lamanya pergeseran semu Matahari sepanjang lingkaran ekliptika (satu tahun = 365,25 hari). Sejak tahun 45 sebelum Masehi Kalender Surya telah digunakan Di Romawi pada zaman Julius Caesar dengan perhitungan satu tahun adalah 365 hari, sisanya yang seperempat hari akan menjadi satu hari

setelah empat tahun sehingga setiap tahun keempat dijadikan 366 hari. Tahun tersebut disebut tahun *kabisat* yang pada bulan Februari berjumlah 29 hari. Tahun *kabisat* pada waktu itu adalah angka tahun yang dapat dibagi *empat*, seperti tahun 1700, 1800, dan 1900, dst.

Di atas eksosfer ada daerah yang menunjukkan sifat magnetik Bumi dan berinteraksi dengan arus radiasi matahari yang disebut angin surya (*solar wind*) yang setelah sampai ke Bumi berinteraksi dengan medan magnetik Bumi yang disebut magnetosfera. Van Allen belts atau sabuk Van Allen adalah pita-pita radiasi yang berbentuk kue donat terbuat dari partikel-partikel bermuatan yang terperangkap dalam medan magnetik Bumi. Pada beberapa tempat di muka Bumi, arah isoklinik dan isogonik mengalami variasi definitif yang berhubungan dengan anomali magnetis. Anomali magnetis disebabkan adanya batuan atau massa besar yang mengandung magnet, seperti bijih besi dan mineral-mineral logam lainnya yang terletak di dekat permukaan Bumi. Pengetahuan mengenai kemagnetan Bumi dapat digunakan untuk eksplorasi (pencarian) mineral dan bahan tambang. Bumi memiliki sifat panas yang dipancarkan dari luar (*external heat*) dan dari dalam (*internal heat*). Panas dari luar bersumber dari Matahari yang diterima oleh Bumi sebesar 10^{21} kalori setiap tahun. Setiap penambahan tinggi 100 m, suhu turun $0,5^{\circ}$ C. Di bawah lapisan zona yang bersuhu konstan terdapat zona *geothermal*, yaitu daerah suhunya tetap tinggi bukan karena pengaruh sinar Matahari tetapi panas dari dalam perut Bumi. Zona heliothermal, yakni zona yang suhunya tetap dari masa ke masa dalam setahun dan suhu tanah sama dengan

suhu udara di atasnya akibat lapisan kulit Bumi mendapat radiasi panas Matahari.

F. LATIHAN

Jawablah soal berikut ini !

1. Bumi sampai saat ini merupakan satu-satunya planet yang dapat dihuni oleh makhluk hidup, sebab
2. Planet Bumi dalam sistem Tata Surya merupakan planet ke-
3. Permukaan Bumi terus-menerus mengalami perubahan dan peremajaan. Hal ini disebabkan adanya
4. Yang menyebabkan bentuk Bumi bulat pepat (*spheroid*) bukan bulat sempurna (*sphere*) adalah
5. Orang pertama yang dapat menentukan ukuran Bumi adalah

Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Perputaran Bumi pada sumbu mengakibatkan, kecuali
 - a. pergantian siang dan malam
 - b. perbedaan waktu di setiap belahan bumi
 - c. perbedaan musim
 - d. penggelembungan Bumi di ekuator dan pemampatan pada polar.
2. Garis lintang 00 atau garis ekuator melintasi negara kita, tepatnya melalui kota ...
 - a. Tarakan
 - b. Banjarmasin
 - c. Palangkaraya
 - d. Pontianak
3. Garis Balik semu Matahari terletak pada garis lintang..
 - a. 0 derajat
 - b. 23,5 derajat
 - c. 66,5 derajat
 - d. 90 derajat.

4. Partikel yang dipancarkan terus menerus oleh Matahari yang mengisi ruang antarplanet disebut
 - a. Magnetosfer
 - b. solar wind
 - c. aurora
 - d. magnetik storm
5. Pita-pita radiasi yang berbentuk kue donat dan terbentuk dari partikel-partikel bermuatan yang terperangkap dalam medan magnetik Bumi disebut
 - a. Magnetic inclination
 - b. Magnetic declination
 - c. magnetic tail
 - d. Van Allen belts

G. BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Planet Bumi.

Tingkat Penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90%-100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar

mandiri Kegiatan ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Materi Planet Bumi.

H. DAFTAR PUSTAKA

- Dirdjosoemarto, Soendjojo, dkk.. (1991). *Pendidikan IPA 2, Buku II*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Pendidikan Tinggi.
- Hidayat, B., dkk.. (1978). *Bumi dan Antariksa 1*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Mulyo, Agung. (2004). *Pengantar Ilmu Kebumian*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Simamora, P.. (1975). *Ilmu Falak*. Jakarta: CV Pejuang Bangsa.
- Tjasyono, B. HK.. (2006). *Ilmu Kebumian dan Antariksa*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya Bekerja Sama dengan Program Pascasarjana UPI.

Tanamlah tumbuhan disekitarmu,
agar bumi tetap aman!



BAB 8

GRAVITASI BUMI

Didalam bab ini membahas tentang materi dari mata kuliah Bumi dan Antariksa yang yaitu Gravitasi Bumi. Setelah mempelajari materi ini Anda akan lebih memahami tentang Gravitasi Bumi. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada materi bab 8 ini Anda akan mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan Gravitasi Bumi.

Dalam Bab ini akan disajikan materi dan kegiatan yaitu:

1. Menjelaskan hukum gravitasi newton
2. Menjelaskan gravitasi disekitar permukaan bumi
3. Menjelaskan gravitasi
4. Menjelaskan Kuat Medan Gravitasi Dan Percepatan Gravitasi
5. Menjelaskan Potensial Gravitasi

Bab ini tersusun dari beberapa materi yang di akhir setiap materi akan diberikan soal-soal latihan dengan tujuan untuk lebih memantapkan pemahaman peserta dan mengulang materi-materi yang dianggap belum dikuasai. Diakhir bab dilakukan evaluasi secara keseluruhan mencakup semua materi yang terkandung sesuai bab nya. Umpan Balik evaluasi tersedia di akhir ini yang dapat digunakan sebagai analisis diri.

A. PENGANTAR

Gravitasi menarik segala benda yang berada di atmosfir bumi untuk jatuh kembali ke tanah dengan

akselerasi (g) rata-rata 9.8 m/s^2 . Dengan gravitasi itu semua benda di permukaan bumi bisa diam di tempatnya masing-masing dan dengan itu pula lah kita bisa berdiri stabil di tempat kita berada.

Ada 2 cara. Cara yang pertama adalah dengan tidak mempunyai massa, karena gravitasi hanya memberikan efek pada benda yang mempunyai bobot. Cara kedua ini kelihatannya lebih mudah dan sudah banyak diaplikasikan. Manusia bisa meluncurkan roket, mendisain pesawat bahkan mengorbitkan satelit selama berbulan-bulan. Perlu diketahui bahwa persoalan yang dipikirkan Newton ini telah ada sejak zaman Yunani kuno. Ada dua persoalan dasar yang telah diselidiki oleh orang Yunani, jauh sebelum Newton lahir. Persoalan yang selalu dipertanyakan adalah mengapa benda-benda selalu jatuh ke permukaan bumi dan bagaimana gerakan planet-planet, termasuk matahari dan bulan (*matahari dan bulan pada waktu itu digolongkan menjadi planet-planet*). Orang-orang Yunani pada waktu itu melihat kedua persoalan di atas (*benda yang jatuh dan gerakan planet*) sebagai dua hal yang berbeda.

Demikian hal itu berlanjut hingga zaman Newton. Jadi apa yang dihasilkan oleh dibangun di atas hasil karya orang-orang sebelum dirinya. Yang membedakan Newton dan orang-orang sebelumnya adalah bahwa Newton memandang kedua persoalan dasar di atas (*gerak jatuh benda dan gerakan planet*) disebabkan oleh satu hal saja dan pasti mematuhi hukum yang sama. Pada abad ke-17, menemukan bahwa ada interaksi yang sama yang menjadi penyebab jatuhnya buah apel dari pohon dan membuat planet tetap berada pada orbitnya ketika mengelilingi matahari. Demikian juga bulan, satu-

satunya satelit alam kesayangan bumi tetap berada pada orbitnya.

B. HUKUM GRAVITASI NEWTON

Telah dikaji oleh Sir Isaac Newton pada abad 16 masehi. Newton mengemukakan, bahwa ternyata ada suatu "gaya pada suatu jarak" yang memungkinkan dua benda atau lebih untuk berinteraksi. Istilah tersebut oleh Michael Faraday, pada abad 18 diubah menjadi istilah "medan". Adapun pengertian medan adalah tempat di sekitar suatu besaran fisis yang masih dipengaruhi oleh besaran tersebut dalam suatu entitas tertentu. Sebagai contoh, gaya gravitasi akan bekerja pada massa suatu benda yang masih berada dalam medan gravitasi suatu benda atau planet. Jika medan gravitasi sudah dapat diabaikan, maka sebuah massa yang berada di sekitar besaran benda tersebut tidak dapat dipengaruhi. Dengan demikian, dapatlah kamu pahami, mengapa daun yang massanya lebih kecil dibanding bulan yang massanya jauh lebih besar dapat ditarik bumi.

Dalam penelitiannya, Newton menyimpulkan, bahwa gaya gravitasi atau gaya tarik-menarik dapat berlaku secara universal dan sebanding oleh massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak kedua benda. Sebelum mencetuskan Hukum Gravitasi Universal, Newton telah melakukan perhitungan untuk menentukan besar gaya gravitasi yang diberikan bumi pada bulan sebagaimana besar gaya gravitasi bumi yang bekerja pada benda-benda di permukaan bumi. Sebagaimana yang kita ketahui, besar percepatan gravitasi di bumi adalah $9,8 \text{ m/s}^2$. Jika gaya gravitasi bumi mempercepat benda di bumi dengan

percepatan $9,8 \text{ m/s}^2$, berapakah percepatan di bulan ? karena bulan bergerak melingkar beraturan (*gerakan melingkar bulan hampir beraturan*), maka percepatan sentripetal bulan dihitung menggunakan rumus percepatan sentripetal Gerak melingkar beraturan. Diketahui orbit bulan yang hampir bulat mempunyai jari-jari sekitar 384.000 km dan periode (*waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu putaran*) adalah 27,3 hari.

Jadi percepatan gravitasi bulan terhadap bumi 3600 kali lebih kecil dibandingkan dengan percepatan gravitasi bumi terhadap benda-benda di permukaan bumi. Bulan berjarak 384.000 km dari bumi. Jarak bulan dengan bumi ini sama dengan 60 kali jari-jari bumi (*jari-jari bumi = 6380 km*). Jika jarak bulan dari bumi (60 kali jari-jari bumi) dikuadratkan, maka hasilnya sama dengan 3600 ($60 \times 60 = 60^2 = 3600$). Angka 3600 yang diperoleh dengan mengkuadratkan 60 hasilnya sama dengan Percepatan bulan terhadap bumi, sebagaimana hasil yang diperoleh melalui perhitungan.

Berdasarkan perhitungan ini, newton menyimpulkan bahwa besar gaya gravitasi yang diberikan oleh bumi pada setiap benda semakin berkurang terhadap kuadrat jaraknya (r) dari pusat bumi. Selain faktor jarak, Newton juga menyadari bahwa gaya gravitasi juga bergantung pada massa benda. Pada Hukum III Newton kita belajar bahwa *jika ada gaya aksi maka ada gaya reaksi*. Ketika bumi memberikan gaya aksi berupa gaya gravitasi kepada benda lain, maka benda tersebut memberikan gaya reaksi yang sama besar tetapi berlawanan arah terhadap bumi. Karena besarnya gaya aksi dan reaksi sama, maka besar gaya

gravitasi juga harus sebanding dengan massa dua benda yang berinteraksi. Berdasarkan penalaran ini, Newton menyatakan hubungan antara massa dan gaya gravitasi. Secara matematis ditulis sbb : M_B adalah massa bumi, M_b adalah massa benda lain dan r adalah jarak antara pusat bumi dan pusat benda lain.

Setelah membuat penalaran mengenai hubungan antara besar gaya gravitasi dengan massa dan jarak, Newton membuat penalaran baru berkaitan dengan gerakan planet yang selalu berada pada orbitnya ketika mengitari matahari. Newton menyatakan bahwa jika planet-planet selalu berada pada orbitnya, maka pasti ada gaya gravitasi yang bekerja antara matahari dan planet serta gaya gravitasi antara planet, sehingga benda langit tersebut tetap berada pada orbitnya masing-masing. Luar biasa pemikiran Newton ini. Tidak puas dengan penalarannya di atas, ia menyatakan bahwa jika gaya gravitasi bekerja antara bumi dan benda-benda di permukaan bumi, serta antara matahari dan planet-planet maka mengapa gaya gravitasi tidak bekerja pada semua benda ?

Akhirnya, setelah bertele-tele dan terseok-seok, kita tiba pada inti pembahasan panjang lebar ini. Newton pun mencetuskan Hukum Gravitasi Universal dan mengumumkannya pada tahun 1687, hukum yang sangat terkenal dan berlaku baik di Indonesia, Amerika atau Afrika bahkan di seluruh penjuru alam semesta. Hukum gravitasi Universal itu berbunyi demikian :

Semua benda di alam semesta menarik semua benda lain dengan gaya sebanding dengan hasil kali massa benda-benda tersebut dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara benda-benda tersebut.

Secara matematis, besar gaya gravitasi antara partikel dapat ditulis sbb :

F_g adalah besar gaya gravitasi pada salah satu partikel, m_1 dan m_2 adalah massa kedua partikel, r adalah jarak antara kedua partikel.

G adalah konstanta universal yang diperoleh dari hasil pengukuran secara eksperimen. 100 tahun setelah Newton mencetuskan hukum Gravitasi Universal, pada tahun 1788, Henry Cavendish berhasil mengukur gaya yang sangat kecil antara dua benda, mirip seperti dua bola. Melalui pengukuran tersebut, Henry membuktikan dengan sangat tepat persamaan Hukum Gravitasi Universal di atas. Perbaikan penting dibuat oleh Poyting dan Boys pada abad kesembilan belas. Nilai G yang diakui sekarang = $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

Contoh soal 1 :

Seorang guru fisika sedang duduk di depan kelas dan seorang murid sedang duduk di bagian belakang ruangan kelas. Massa guru tersebut adalah 60 kg dan massa siswa 70 kg (*siswa gendut*). Jika pusat mereka (*yang dimaksudkan di sini bukan pusat yang terletak di depan perut manusia*) berjarak 10 meter, berapa besar gaya gravitasi yang diberikan oleh guru dan murid satu sama lain ?

Panduan jawaban :

Gampang, tinggal dimasukkan *aja* nilai-nilai telah diketahui ke dalam persamaan Hukum Newton tentang Gravitasi. Besar gaya gravitasi antara matahari-bulan. Gaya total yang dimaksud di sini tidak sama dengan gaya total pada Hukum II Newton. Hukum gravitasi

berbeda dengan Hukum II Newton. Hukum Gravitasi menjelaskan gaya gravitasi dan besarnya yang selalu berbeda tergantung dari jarak dan massa benda yang terlibat. Hukum II Newton menghubungkan gaya total yang bekerja pada sebuah benda dengan massa dan percepatan benda tersebut. Diagram gaya-gaya pada mobil di tikungan.

Saat itu Newton belum dapat mendefinisikan besar dari G . Nilai G tidak dapat diperoleh dari teori, namun harus melalui eksperimen. Orang yang pertama kali melakukan eksperimen untuk menentukan nilai G adalah Henry Cavendish, dengan menggunakan neraca torsi. Neraca seperti ini kemudian disebut neraca Cavendish. Bola dengan massa yang berbeda, yaitu m dan M yang dapat bergerak bebas pada poros, akan tarik menarik, sehingga akan memuntir serat kuarsa, sehingga cahaya yang memantul pada cermin pun akan bergeser pada skala. Dengan mengkonversi skala, dan memperhatikan jarak m dan M serta massa m dan M , maka Cavendish menetapkan nilai G sebesar $6,754 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$. Nilai ini kemudian kini dengan perlengkapan yang lebih canggih disempurnakan, sehingga diperoleh nilai:

$$G = 6,672 \times 10^{-11} \quad \text{N.m}^2/\text{kg}^2.$$

Gaya gravitasi merupakan besaran vektor, sehingga bila suatu benda mengalami gaya tarik gravitasi dari lebih satu benda sumber gravitasi, maka teknik mencari resultannya dipergunakan teknik pencarian resultan vektor. Misalnya dua buah gaya F_1 dan F_2 yang membentuk sudut α , resultan gayanya dapat ditentukan

berdasarkan persamaan :

Medan Gravitasi

Di samping gaya gravitasi, hukum gravitasi Newton juga menetapkan tentang medan gravitasi disekitar suatu benda atau umumnya sebuah planet. Medan gravitasi ini akan menunjukkan percepatan gravitasi dari suatu benda di sekitar suatu benda atau planet.

Adapun besar medan gravitasi atau percepatan gravitasi dirumuskan :

$$g = G$$

g = medan gravitasi atau percepatan gravitasi (m/s^2)

G = tetapan gravitasi universal

$$= 6,672 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$$

Besar percepatan gravitasi yang dialami semua benda di sebuah permukaan planet adalah sama. Selempar bulu ayam dan segumpal tanah liat dijatuhkan dari ketinggian yang sama dalam tabung hampa akan bersamaan mencapai dasar tabung. Namun bila tabung berisi udara tanah liat akan mencapai dasar tabung lebih dahulu. Hal itu bukan disebabkan karena percepatan gravitasi di tempat tersebut yang berbeda untuk benda yang berbeda, namun disebabkan oleh adanya hambatan udara di dalam tabung. Kuat medan gravitasi adalah suatu besaran vektor yang arahnya senantiasa menuju ke pusat benda yang menimbulkannya. Kuat medan gravitasi di suatu titik oleh beberapa benda bermassa diperoleh dengan menjumlahkan vektor-vektor medan gravitasi oleh tiap-tiap benda. Kuat medan gravitasi yang disebabkan oleh dua buah benda

yang kuat medannya saling membentuk sudut α .

C. KUAT MEDAN GRAVITASI DAN PERCEPATAN GRAVITASI

Pada pembahasan mengenai Hukum Newton tentang Gravitasi, kita telah meninjau gaya gravitasi sebagai interaksi gaya antara dua atau lebih partikel bermassa. Partikel-partikel tersebut dapat saling berinteraksi walaupun tidak bersentuhan. Pandangan lain mengenai gravitasi adalah konsep medan, di mana sebuah benda bermassa mengubah ruang di sekitarnya dan menimbulkan medan gravitasi. Medan ini bekerja pada semua partikel bermassa yang berada di dalam medan tersebut dengan menimbulkan gaya tarik gravitasi. Jika sebuah benda berada di dekat bumi, maka terdapat sebuah gaya yang dikerjakan pada benda tersebut. Gaya ini mempunyai besar dan arah di setiap titik pada ruang di sekitar bumi. Arahnya menuju pusat bumi dan besarnya adalah ***mg***. Berdasarkan persamaan di atas, kita dapat mengatakan bahwa kekuatan medan gravitasi di setiap titik merupakan gaya gravitasi yang bekerja pada setiap satuan massa di titik tersebut.

Gravitasi di Sekitar Permukaan Bumi

Pada awal tulisan ini, kita telah mempelajari Hukum gravitasi Newton dan menurunkan persamaan gravitasi Universal. Sekarang kita mencoba menerapkannya pada gaya gravitasi antara bumi dan benda-benda yang terletak di permukaannya. Kita tulis kembali persamaan gravitasi universal untuk membantu kita dalam menganalisis : Untuk persoalan gravitasi yang bekerja antara bumi dan benda-benda yang terletak di

permukaan bumi. Gaya gravitasi yang bekerja pada bumi merupakan berat benda, mg .

Dengan demikian persamaan ini, dapat diketahui bahwa percepatan gravitasi pada permukaan bumi alias g ditentukan oleh massa bumi (m_B) dan jari-jari bumi (r_B). G dan g merupakan dua hal yang berbeda. g adalah percepatan gravitasi, sedangkan G adalah konstanta universal yang diperoleh dari hasil pengukuran. Setelah G ditemukan, manusia baru bisa mengetahui massa bumi lewat perhitungan menggunakan persamaan ini.

Hal ini bisa dilakukan karena telah diketahui konstanta universal, percepatan gravitasi dan jari-jari bumi. Ini adalah persamaan percepatan gravitasi efektif. Jika ditanyakan percepatan gravitasi pada ketinggian tertentu di dekat permukaan bumi, maka kita dapat menggunakan persamaan ini. Jika kita menghitung berat benda yang terletak di permukaan bumi, kita menggunakan mg .

Energi potensial menjadi energi kinetik. Pada waktu sampai di bumi energi kinetik benda sama dengan energi potensial gravitasi.

Jadi : Dimana m = massa benda.

M = massa bumi.

R = jari - jari bumi.

V = kecepatan benda di permukaan bumi.

D. POTENSIAL GRAVITASI

Potensial gravitasi didefinisikan sebagai energi potensial gravitasi per satuan massa.

Dapat dinyatakan dengan persamaan :

Dimana :

v = potensial gravitasi, satuan : Joule/kg.

E_p = Energi potensial gravitasi, satuan : Joule

m = massa benda, satuan : kg.

Energi potensial gravitasi benda bermassa m' yang terletak pada jarak r dari pusat massa benda bermassa m dapat kita nyatakan dengan persamaan Bila massa m' terletak dititik p maka potensial gravitasi di titik p yang dialami oleh massa m' dapat ditentukan sebagai berikut

Dimana:

V = potensial gravitasi pada jarak r dari massa m

m = massa benda

r = jarak tempat yang mengalami potensial gravitasi ke benda.

Potensial gravitasi merupakan besaran skalar, karena itu potensial yang disebabkan oleh berapa benda bermassa merupakan jumlah aljabar dari potensial gravitasi masing-masing benda bermassa itu, Jadi :

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + + V_n$$

Percepatan rata – rata gravitasi bumi

Satuan percepatan rata – rata garvitasi bumi yang di simbolkan g menunjukana rata-rata percepatan yang dihasilkan medan gravitasi pada permukaan bumi (permukaan laut) . Nilai sebenarnya percepatan gravitasi berbeda dari satu tempt ke tempat lain tergantung ketinggian dan kondisi geologi. Simbol g digunakan

sebagai satuan percepatan. Dalam fisika, nilai percepatan gravitasi standar g didefinisikan sebagai $9,806.65 \text{ m/s}^2$ (meter per detik 2) , atau 32,174.05 kaki per detik 2 . Pada ketinggian p maka menurut *International Gravity Formula* , $g = 978,0495 (1 + 0.0052892 \sin^2 (p) - 0.0000073 \sin^2 (2p))$ sentimeter per detik 2 . (cm/s^2).

Simbol pertama kali digunakan dalam bidang aeronautika dan teknologi ruang angkasa yang digunakan untuk membatasi percepatan yang dirasakan oleh kru pesawat ulang – alik , disebut juga sebagai ***forces*** . Istilah ini menjadi populer di kalangan kru proyek luar angkasa . Sekarang ini berbagai pengukuran percepatan gravitasi diukur dalam satuan g . Istilah satuan gee dan grav juga menunjuk kepada satuan ini .

E. KESIMPULAN

Gaya gravitasi atau gaya tarik-menarik dapat berlaku secara universal dan sebanding oleh massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak kedua benda. Sebelum mencetuskan Hukum Gravitasi Universal, Newton telah melakukan perhitungan untuk menentukan besar gaya gravitasi yang diberikan bumi pada bulan sebagaimana besar gaya gravitasi bumi yang bekerja pada benda-benda di permukaan bumi.

Semua benda di alam semesta menarik semua benda lain dengan gaya sebanding dengan hasil kali massa benda-benda tersebut dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara benda-benda tersebut. Di samping gaya gravitasi, hukum gravitasi Newton juga menetapkan tentang medan gravitasi disekitar suatu

benda atau umumnya sebuah planet. Medan gravitasi ini akan menunjukkan percepatan gravitasi dari suatu benda di sekitar suatu benda atau planet. Besar percepatan gravitasi yang dialami semua benda di sebuah permukaan planet adalah sama.

Pandangan lain mengenai gravitasi adalah konsep medan, di mana sebuah benda bermassa mengubah ruang di sekitarnya dan menimbulkan medan gravitasi. Medan ini bekerja pada semua partikel bermassa yang berada di dalam medan tersebut dengan menimbulkan gaya tarik gravitasi.

Penerapan hukum gravitasi Newton dapat diterapkan untuk menjelaskan gerak benda-benda angkasa. Salah seorang yang memiliki perhatian besar pada astronomi adalah Johannes Kepler. Dia terkenal dengan tiga hukumnya tentang pergerakan benda-benda angkasa, yaitu: Hukum I Kepler, Hukum II Kepler dan Hukum III Kepler.

F. LATIHAN

1. Apa yang di maksud dengan Gaya Gravitasi ?
2. Apa yang di maksud dengan Medan Gravitasi ?
3. Jelaskan tentang Energi Potensial Gravitasi ?
4. Apa yang di maksud dengan Potensial Gravitasi ?
5. Jelaskan mengenai Percepatan rata – rata Gravitasi Bumi ?
6. Menjelaskan jenis- jenis Hukum – hukum Keppler ?

G. BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat

penguasaan Anda terhadap materi Gravitasi Bumi.

Tingkat Penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90%-100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Materi Gravitasi Bumi.

H. DAFTAR PUSTAKA

Blakely, R.J., 1995, Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications, Cambridge Univ Press, New York.

Bott, M.H.P., 1984, The interior of the Earth; its structure, constitution and evolution, second edition, Elsevier, New York.

Meju, A. Max., 1994, Geophysical Data Analysis: Understanding Inverse Problem Theory and Practice, Society of Exploration Geophysicists (SEG).

Nettleton, L.L., 1976, Gravity and Magnetism in Oil Prospecting, McGraw-Hill, New York.

Sunardi, Retno, Paramitha, Darmawan, Andreas, 2016.
Fisika untuk Siswa SMA/MA Kela X. Bandung: CV
Yrama Widya

Telford, W.M., Geldart, R.E., Sheriff, D.A., and Keys, 1990,
Applied Geophysics, Cambridge University Press.

Bumi perlu dirawat, dengan cara
gunakan Listrik seperlunya!



BAB 9

SUMBER DAYA ALAM

Didalam bab ini membahas tentang materi dari mata kuliah Bumi dan Antariksa yang yaitu Sumber Daya Alam. Setelah mempelajari materi ini Anda akan lebih memahami tentang Sumber Daya Alam. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada materi bab 9 ini Anda akan mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan Sumber Daya Alam.

Dalam Bab ini akan disajikan materi dan kegiatan yaitu:

1. Menjelaskan dengan kata kata sendiri pengertian sumber daya alam.
2. Menyebutkan tiga dasar klasifikasi sumber daya alam
3. Menyebutkan lima macam sumber daya alam.
4. Menyebutkan dua manfaat dari sumber daya alam.
5. Menjelaskan sumber daya alam yang tidak habis.
6. Menjelaskan arti dari pemanfaatan sumber daya alam secara berkesinambungan.
7. Menjelaskan tentang sumber daya alam dan manfaatnya bagi manusia.
8. Menjelaskan tentang pengaruh sumber daya alam terhadap lingkungan dihubungkan dengan eksploitasi sumber daya alam.
9. Menjelaskan tiga macam pencemaran lingkungan.
10. Menjelaskan parameter pencemaran.

Bab ini tersusun dari beberapa materi yang di akhir setiap materi akan diberikan soal-soal latihan dengan tujuan untuk lebih memantapkan pemahaman peserta

dan mengulang materi-materi yang dianggap belum dikuasai. Diakhir bab dilakukan evaluasi secara keseluruhan mencakup semua materi yang terkandung sesuai bab nya. Umpan Balik evaluasi tersedia di akhir ini yang dapat digunakan sebagai analisis diri.

A. PENGANTAR

Apa yang Anda temukan jika Anda pergi ke hutan, laut, atau pegunungan? Anda pasti akan menjawab, baik di hutan, laut atau pegunungan akan menemukan kekayaan hutan berupa jenis – jenis tumbuhan dan jenis – jenis hewan, serta kekayaan lautan berupa jenis – jenis ikan, rumput laut dan sebagainya. Disamping itu kita akan menemukan kekayaan barang tambang seperti berbagai macam mineral dan minyak bumi. Semua kekayaan tersebut merupakan sumber kekayaan bumi baik biotik maupun abiotik.

Anda tentu sudah mengetahui bahwa sumber daya alam merupakan kekayaan yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan manusia. Karena semua kekayaan bumi baik biotik maupun abiotik dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan manusia yang disebut sumber daya alam (SDA). Kehidupan manusia di bumi ditunjang oleh tersedianya sumber daya alam. Dalam perkembangan ilmu dan teknologi yang paling canggih sekalipun, manusia tetap akan tergantung pada SDA.

Pemanfaatan SDA harus diikuti oleh pemeliharaan dan pelestariannya, karena SDA bersifat terbatas. Maka untuk kelangsungan hidup manusia perlu diadakan tindakan yang bijaksana dan disertai dengan kesadaran

yang tinggi dalam pengelolaan SDA agar keseimbangan ekosistem tetap terjaga.

B. KLASIFIKASI SUMBER DAYA ALAM

Dibawah ini Anda akan membahas tentang klasifikasi SDA, sebelum membahas tentang klasifikasi SDA sebaiknya Anda mengetahui definisi dari SDA terlebih dahulu. Menurut Slamet Riyadi (Darmodjo, 1991/1992) mendefinisikan Sumber Daya Alam sebagai segala isi yang terkandung dalam biosfer, sebagai sumber energi yang potensial, baik yang tersembunyi di dalam litosfer (tanah), hidrosfer (air) maupun atmosfer (udara) yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan manusia secara langsung maupun tidak langsung. Herman Haeruman Js (Kaligis, 1986) menyatakan bahwa: Sumber Daya Alam adalah sumber daya yang terbentuk karena kekuatan alami misalnya tanah, air dan perairan, biodata, udara dan ruang, mineral, bentang alam (landscape), panas bumi dan gas bumi, angin, pasang surut dan arus laut. Jadi sumber daya alam adalah segala sesuatu yang ada di sekeliling manusia yang bukan dibuat manusia, dan yang terdapat di permukaan bumi, baik itu berada di dalam tanah, laut ataupun air dan di udara, yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan manusia maupun organisme lain secara langsung maupun tidak langsung.

Cara apa yang Anda lakukan untuk mengklasifikasikan SDA? Ada banyak cara untuk mengklasifikasikan SDA tergantung kepada tujuan klasifikasinya. Mengapa banyak cara untuk mengklasifikasikannya? Sebab antarapakar sendiri sering terjadi perbedaan– perbedaan dalam mengklasifikasikan.

SDA dapat digolongkan menjadi beberapa macam. Berikut ini akan disajikan beberapa penggolongan SDA berdasarkan pada sifat, potensi dan jenisnya (Pratiwi dkk, 2000).

1. Berdasarkan Sifat

Menurut sifatnya, sumber daya alam dapat dibagi 3, yaitu sebagai berikut :

- a. *Sumber daya alam yang dapat diperbaharui (renewable)*, misalnya : Hewan, tumbuhan, mikroba, air dan tanah. Disebut terbarukan karena dapat melakukan reproduksi dan memiliki daya regenerasi (pulih kembali).
- b. *Sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (non-renewable)*, misalnya: minyak bumi, gas bumi, batu bara, dan bahan tambang lainnya.
- c. *Sumber daya alam yang tidak habis*, misalnya udara, matahari, energi pasang surut, energi laut dan air dalam siklus hidrologi.

2. Berdasarkan Potensi

Menurut potensi penggunaannya, sumber daya alam dibagi beberapa macam, antara lain sebagai berikut.

- a. *Sumber daya alam materi*; merupakan sumber daya alam yang dimanfaatkan dalam bentuk fisiknya. Misalnya, batu, besi, emas, kayu, serat kapas, kaca, dan rosella.
- b. *Sumber daya alam energi*; merupakan sumber daya alam yang dimanfaatkan sebagai sumber energi. Misalnya batu bara, minyak bumi, gas bumi, air terjun, sinar matahari, energi pasang surut air laut, dan kincir angin. Contoh SDA yang

dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi (air terjun) dapat Anda lihat pada Gambar 9.1. *Sumber daya alam ruang*; merupakan sumber daya alam yang berupa ruang atau tempat hidup, misalnya area tanah (daratan) dan angkasa. SDA ruang dapat Anda lihat pada Gambar 9.2.



Gambar 9.1. Air Terjun merupakan sumber daya energi yang potensial untuk pembangkit listrik



Gambar 9.2 Hamparan tanah merupakan sumber daya ruang

Berdasarkan Jenis

Menurut jenisnya, sumber daya alam dibagi dua sebagai berikut :

Sumber daya alam nonhayati (abiotik); disebut

juga sumber daya alam fisik, yaitu sumber daya alam yang berupa benda-benda mati. Misalnya : bahan tambang, tanah, air, dan kincir angin.

Sumber daya alam hayati (biotik); disebut juga sumber daya alam yang berupa makhluk hidup. Misalnya : hewan, tumbuhan, mikroba, dan manusia.

C. ANEKA RAGAM SUMBER DAYA ALAM DAN PEMANFAATANNYA

Setelah Anda mempelajari klasifikasi SDA, Anda akan mengenal adanya aneka ragam SDA yang dapat dimanfaatkan. Pada uraian dibawah ini akan dibicarakan sebagian dari pemanfaatan sumber daya alam. Contoh SDA yang dapat dimanfaatkan antara lain (Kaligis, 1986):

1. Sumber Makanan dan Obat-obatan

Banyak SDA yang sudah Anda ketahui yang dapat dimanfaatkan oleh manusia, baik yang berasal dari SDA hayati maupun nabati. Misalnya SDA hayati dan nabati yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan hewan, contoh untuk sumber makanan antara lain hewan – hewan ternak, berbagai umbi –umbian, berbagai jenis biji – bijian dan sebagainya . Sedangkan untuk sumber obat – obatan antara lain jahe, lempuyang, pasak bu mi, laos, dan sebagainya. Coba Anda cari contoh lainnya untuk SDA yang dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai sumber makanan dan obat-obatan!

2. Sumber Energi

Energi dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari misalnya untuk memasak, menjemur pakaian, penerangan dan sebagainya. Energi yang digunakan

dalam kehidupan sehari-hari berasal dari sumber energi. Sumber energi merupakan SDA yang dapat dimanfaatkan energinya, antara lain:

1. Yang berasal dari tanah contohnya minyak bumi, gas bumi, batu bara;
2. Yang berasal dari udara contohnya matahari, angin;
3. Air dapat dipakai sebagai pembangkit tenaga listrik;
4. Yang berasal dari biomas misalnya kayu, ranting, zat-zat pati, gula dan getah-getahan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan;
5. Dan lain-lain. Coba carilah oleh Anda contoh sumber energi yang lainnya!

3. Sumber Devisa Negara

Seyogyanya Anda banyak mengetahui pemanfaatan SDA yang dapat dijadikan sebagai sumber devisa Negara. Coba anda amati hasil – hasil SDA! Apa yang dapat dihasilkan dari SDA untuk sumber devisa negara? Tidak sedikit devisa negara dapat diperoleh dari pemanfaatan sumber daya alam. Misalnya yang berasal dari :

Sumber daya alam biotik seperti hasil-hasil perkebunan (teh, karet dan lain-lain), kehutanan (kayu, rotan, damar dan lain-lain); Sumber daya alam tanah seperti minyak bumi, gas bumi, batu bara, besi dan mineral lainnya, dan

Sumber daya alam laut (air) misanya udang, beraneka ragam ikan, rumput laut dan lain-lain.

Sumber daya alam merupakan bagian tak terpisahkan dari suatu ekosistem, yaitu lingkungan tempat berlangsungnya hubungan timbal balik makhluk hidup dan faktor-faktor alam, antara

makhluk hidup satu dengan yang lain dan antara faktor alam satu dengan yang lain. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber daya alam pada haikikatnya berarti melakukan perubahan-perubahan di dalam ekosistem alami yang telah atau belum diubah oleh tindakan manusia. Di dalam kesatuan ekosistem kedudukan manusia adalah sebagai bagian dari unsur-unsur lain yang tak mungkin terpisahkan. Oleh karena itu seperti halnya dengan organisme lainnya, kelangsungan hidup manusia tergantung pula pada kelestarian ekosistemnya. Untuk menjaga terjaminnya kelestarian ekosistem, faktor manusia adalah sangat dominan. manusia harus dapat menjaga keserasian hubungan timbal balik antara manusia dengan lingkungannya, sehingga keseimbangan ekosistem tidak terganggu. Pengaruh manusia terhadap pemanfaatan sumber daya alam dapat mengakibatkan tiga kemungkinan kualitas sumber daya alam, yaitu merusak, tetap lestari, dan memperbaiki (Kaligis, 1986).

Demikianlah pengklasifikasian SDA berdasarkan pada berbagai kepentingan. Apabila anda membaca dimedia masa mungkin anda menemukan cara pengklasifikasian yang lain. Berikut ini akan dibahas tentang SDA yang tak dapat diperbaharui, SDA yang dapat diperbaharui dan SDA yang tidak akan habis.

D. SDA YANG TAK DAPAT DIPERBAHARUI

SDA yang tak dapat diperbaharui di bumi ini jumlahnya terbatas; logam, mineral, minyak bumi dan batu bara merupakan contoh Sumber Daya Alam yang tak dapat diperbaharui atau tak terpulihkan. Jika diambil

terus menerus sumber daya alam tersebut akan habis. Apa yang terjadi jika semua minyak bumi di sedot habis, sementara sumber energi lain belum mencukupi? Bagaimana dengan generasi yang akan datang, yang juga berhak atas tersedianya sumber energi tadi?

Agar generasi yang akan datang tidak kehilangan haknya, kita perlu melakukan konservasi SDA. Konservasi artinya memelihara dan mengelola. Misalnya dengan melakukan penghematan bahan, pendaurulangan (*recycle*), penggunaulangan (*reuse*), dan perawatan (*repair*).

- a. Pendaurulangan (*recycle*) Pendaurulangan yaitu dimana sampah yang dapat diuraikan dapat dimanfaatkan kembali setelah melalui daur ulang (*recycle*). Contoh: Sampah dan daun-daun dapat dijadikan kompos untuk pupuk tanaman. Coba carilah oleh Anda contoh yang lainnya yang dapat didaur ulang!
- b. Penggunaulangan (*reuse*) Penggunaulangan yaitu sampah yang tidak dapat diuraikan akan tetap sebagai sampah jika dibiarkan di lingkungan. Kita dapat menggunakan kembali sampah tersebut melalui penggunaulangan. Misalnya: kaleng bekas kue dapat digunakan lagi untuk wadah makanan atau botol bekas dapat digunakan lagi untuk menyimpan minum dan sebagainya. Pemanfaatan ulang mempunyai keuntungan sebagai berikut:
 1. Mengurangi sampah agar tidak semakin mengotori lingkungan
 2. Menghemat SDA
 3. Menghemat pengeluaran
 4. Menumbuhkan kesadaran dan kepedulian

lingkungan.

5. Perawatan (*repair*) Perawatan yang biasa kita lakukan agar barang dapat bertahan lama, contohnya adalah:
 - a. Membersihkan sumbu kompor secara berkala.
 - b. Merawat mesin jahit, komputer dan peralatan lain.

Penghematan (*reduce*)

Penghematan menggunakan barang-barang yang sudah ada/barang bekas misalnya botol bekas selai dapat digunakan lagi untuk menyimpan gula dan sebagainya. Jadi tidak perlu membeli wadah baru. Alasannya: Dapat menghemat SDA, terutama SDA tak terpulihkan. Mengurangi sampah, sehingga mencegah pencemaran.

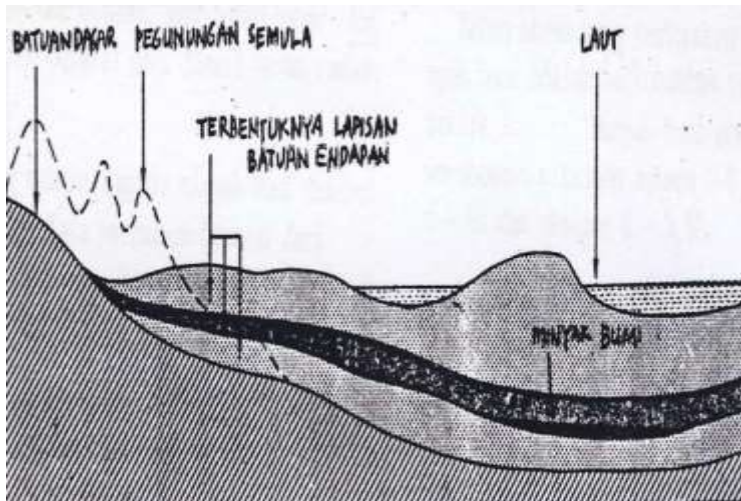
Coba pikirkan bagaimana Anda merawat sepeda motor yang Anda gunakan agar tidak boros bensin, mesinnya tetap bagus, tidak mudah karat? Pembuatan kompos tergolong pendaurulangan (*recycle*). Pernahkan Anda menggunakan kertas bekas untuk ditulis di sebaliknya yang masih kosong? Kegiatan ini tergolong penggunakan (reuse). Menggunakan benda-benda bekas untuk menghemat bahan dan mengurangi sampah merupakan perbuatan yang beretika lingkungan tinggi. (Syamsuri; 2002)

Anda pasti telah mengetahui SDA yang tak dapat diperbaharui misalnya: minyak bumi, gas dan batu bara. Dalam uraian di bawah ini Anda akan mempelajari terbentuknya minyak bumi, gas dan batu bara. Baik minyak bumi maupun batu bara di kenal sebagai bahan bakar fosil, karena berasal dari perombakan/ penguraian sisa-sisa makhluk hidup. Terjadinya dapat bersama-sama

dan dapat pula secara terpisah dalam batuan endapan. Bahan bakar fosil adalah batuan endapan, bahan bakar fosil adalah sumber energi yang penting karena menghasilkan cahaya dan panas.

a. Terbentuknya Minyak Bumi dan Pengolahannya

Apakah anda mengetahui istilah lain dari minyak bumi? Minyak bumi disebut juga bahan bakar fosil sebab terbentuk dari fosil hewan maupun tumbuhan laut. Dalam bahasa Inggris minyak bumi di sebut Petroleum (*Petro* = batu dan *oleum* = minyak), jadi maksudnya adalah minyak batuan. Minyak bumi, terbentuk sebagai hasil akhir dari perombakan bahan-bahan organik (sel-sel dan jaringan hewan/tumbuhan laut) yang tertimbun selama berjuta-juta tahun di dalam tanah, baik di daerah daratan ataupun di daerah lepas pantai. Pada seri gambar berikut ini Anda dapat mengamati dan mempelajari proses pembentukan minyak bumi. Proses pembentukan minyak bumi ini berlangsung dalam jangka waktu jutaan tahun. Baik hewan maupun tumbuhan laut yang pada waktu itu tumbuh dan berkembang di dasar laut, zat organiknya tertutup oleh lapisan-lapisan rombakan batuan lain/endapan tanah yang berasal dari erosi di daratan atau pegunungan dapat dilihat pada gambar 4.3a. Sel-sel jaringan hewan/tumbuhan laut yang mengendap di dasar laut dapat dilihat pada gambar 9.3



Gambar 9.3: lapisan endapan fosil tertimbun lapisan endapan tanah yang berasal dari erosi

Lapisan penutup ini menghalangi terjadinya oksidasi dan penguraian sempurna zat-zat tersebut, sedangkan naiknya suhu dan tekanan menyebabkan terjadinya penyulingan bertingkat dari zat organik yang sebagiannya telah terurai itu, maka terpisahlah minyak bumi dan gas alam. Teori ini di dukung oleh fakta bahwa minyak bumi umumnya terdapat pada batuan endapan yang berpori.

Minyak dan gas terbentuk dalam jumlah yang relatif sedikit dan terpancar di daerah batuan endapan, yang kemudian mengumpul dalam tempat-tempat penyimpanan berabad-abad yang lalu. Tempat-tempat penyimpanan itu biasanya mengandung batu kapur atau batu pasir yang kedap, sedemikian sehingga gas dan minyak terperangkap di dalamnya. Biasanya batu kapur dan batu pasir tersebut pada bagian dalamnya cukup

berpori, sehingga dapat dilalui cairan minyak untuk kemudian mengumpul membentuk sumur-sumur pada bagian yang kedap cairan. Pori-pori ini umumnya mengandung 3% batu kapur dan 35% batu pasir. Pada tempat-tempat penyimpanan minyak batuan tersebut, biasanya pada bagian atas terdapat gas, bagian tengah minyak bumi dan bagian bawah larutan garam, sesuai dengan perbedaan massa jenisnya.

b. Terbentuknya Batu Bara dan Pengolahannya

Anda perlu mengetahui proses terbentuknya batu bara dan pengolahannya. Apa itu batu bara? Batu bara adalah mineral hitam yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan purba. Pada periode karbon (300 juta tahun yang lalu) dan pada periode Creta (100 juta tahun yang lalu), iklim bumi dan komposisi atmosfer sangat cocok untuk melimpahkannya pertumbuhan tanaman. Di daratan yang sangat luas, di daratan yang berpayapaya ataupun di air dangkal tumbuh-tumbuhan pada saat itu tumbuh dengan subur. Ketika tumbuhan mati, tumbuhan tersebut terbenam ke dalam rawa. Tidak adanya oksigen di dalam rawa menyebabkan tumbuhan tersebut tidak membusuk, melainkan berubah menjadi bahan serata yang disebut gambut. Ketika lapisan gambut yang saling bertumpuk mendapat tekanan yang sangat besar dari permukaan, maka lapisan itu berubah menjadi batu bara lunak (*lignit*), tekanan yang lebih besar mengubah batu bara lignit menjadi batu bara muda (*bituminus*) yang kadang-kadang berubah menjadi batu bara yang keras dan mengkilap (*antrasit*). Kedua jenis batu bara tersebut ditambang untuk dimanfaatkan.

Berlangsungnya proses perubahan ini disebabkan oleh kurangnya konsentrasi oksigen dalam rawa-rawa, sehingga dengan bantuan panas yang timbul oleh tekanan batuan di atas gambut keluarlah gas-gas nitrogen, hydrogen dan oksigen dari senyawa karbon kompleks yang merupakan sisa-sisa tumbuhan tadi, yang akhirnya akan menyebabkan kadar karbon pada zat-zat sisa tersebut makin tinggi. Zat-zat lain yang

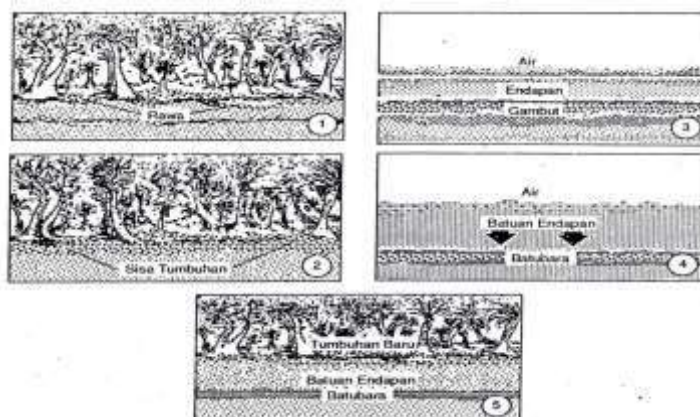
dibebaskan pula selama proses pembentukan batu bara ini diantaranya CO_2 , H_2O , dan CH_4 .

Terjadinya batu bara ini dilakukan secara singkat pada gambar 9.4. Macam-macam zat yang terjadi selama pembentukan batu bara menunjukkan perbedaan kadar karbon yang dikandungnya. Makin tinggi kadar karbon tersebut, makin tinggi pula kualitas batu bara tersebut, yang ditunjukkan pula oleh nilai kalori yang dihasilkannya pada pembakaran. Untuk lebih

INFO PENTING!!

Proses pembentukan batu bara di kenal sebagai proses karbonisasi, karena makin tua umur batu bara, makin tinggi kadar karbonnya. Apabila diurutkan, maka pembentukan batubara dimulai dengan tahap pembentukan gambut, kemudian batu bara muda atau lignit, selanjutnya baru terbentuk batu bara. Batu bara itu dapat mengalami perubahan lebih lanjut karena pertambahan tekanan serta naiknya suhu menjadi antrasit, yang kadar karbonnya tertinggi.

jelasnya dapat dilihat gambar 9.4 terbentuknya batubara.



Gambar 9.4 Terbentuknya Batubara(nomor menyatakan urutan kejadian)Liliasari (Dahar; 1990: 390)

Cara lain untuk menunjukkan jenis-jenis batubara adalah dengan cara melihat lapisan-lapisan batu bara yang tampak secara langsung, tanpa menggunakan mikroskop, seperti yang diusulkan oleh Marie Stopes dan di kenal sebagai sistem Stopes; yaitu *Vitrain* yang sifatnya hitam mengkilat seperti kaca; *Fusain* yang disebut juga mineral batu bara yang bersifat mudah pecah dan berdebu; *Durain* yang bersifat keras dan seringkali berbentuk; *Clarain* yang bersifat lapisan-lapisan yang berkilauan (Liliasari dalam Dahar, RW,1990).

Pengolahan Batu Bara

Batu bara hasil penambangan. Sebelum dipergunakan perlu pengolahan terlebih dahulu, seperti harus dilakukan pemurnian batu bara dari zat pencemaran dan pemotongan menjadi bentuk-bentuk dan ukuran yang sesuai dengan permintaan konsumen. Banyak produk kimia diturunkan dari batu bara. Dari batu bara dapat diperoleh Kokas yang selanjutnya akan

di dapat berbagai macam zat, seperti: Ter, yaitu hasil penguraian yang mudah menguap terdiri atas zat cair dan mengembun langsung, gas (CH_4 dan H_2) untuk bahan bakar dan minyak-minyak ringan (Zat cair yang mudah menguap). Bila minyak-minyak ringan ini dimurnikan melalui destilasi bertingkat akan terpisah menjadi Benzena (C_6H_6), Toluena (C_7H_8), dan campuran dari tiga macam Silena (C_8H_{10}). Zat- zat ini bermanfaat sebagai pelarut dan pereaksi untuk membuat zat-zat kimia yang lain.

Ter didestilasi untuk menghilangkan bagian yang mendidih antara $350^\circ - 400^\circ\text{C}$, menghasilkan residu ter yang digunakan sebagai bahan bakar. Senyawa-senyawa penting yang dapat diisolasi dari hasil destilasi dengan metode ekstraksi diantaranya: Naftalen (C_{10}H_8), Antrasen ($\text{C}_{14}\text{H}_{10}$), Fenol atau disebut juga Karbol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$), dan Piridin ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$).

Dalam kehidupan sekarang ini banyak bahan yang dibuat melalui industri kimia berasal dari batu bara diantaranya obat-obatan, cat, bahan peledak, pestisida dan plastik. Sebagai contoh dapat diubah menjadi asam salisilat, yang dipergunakan sebagai bahan dasar aspirin ataupun minyak gandapura sebagai obat.

E. Sumber Daya Alam yang Dapat Diperbaharui

Anda tentu mengetahui alasan mengapa tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme merupakan SDA yang dapat diperbarui. Karena tumbuhan, hewan dan mikroorganisme dapat berkembang biak. Kita dapat menanam tumbuhan atau memelihara hewan kemudian mengembangbiakkannya. SDA tersebut dapat dipanen,

dimanfaatkan dan diperbaharui. Sebenarnya air termasuk SDA terpulihkan, meskipun yang memulihkannya adalah alam melalui daur hidrologi. Alam menyediakan energi untuk menguapkan air laut, menghembus awan hingga jatuh menjadi air hujan, meresap ke tanah, dan muncul lagi sebagai mata air. Agar proses pemulihannya berlangsung baik, maka semua lintasan daur air tersebut harus kita jaga kelestariannya. Misalnya hutan harus ada. Pencemaran sungai dikurangi dan penggunaan air harus dihemat. Meskipun tumbuhan, hewan dan mikroorganisme (SDA Hayati = SDAH) dapat diperbaharui, tetapi dalam pemanfaatannya harus diikuti dengan pemeliharaan dan pelestariaannya. Apabila tumbuhan di panen atau dimanfaatkan terus menerus tetapi tidak dirawat maka SDAH tersebut juga akan terancam kelestariannya, bahkan kemungkinan akhirnya akan punah. (Syamsuri; 2002). Air yang merupakan SDA terpulihkan juga harus digunakan secara bijaksana.

a. Air

Air adalah suatu zat kimia yang penting bagi semua bentuk kehidupan di muka bumi. Hampir 71% permukaan bumi tertutupi oleh air. Terdapat 1,4 triliun kilometre kubik (330 juta mil^3) tersedia di bumi. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, air tawar, danau, uap air, dan lautan es. Air dalam obyek-obyek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (*runoff*, meliputi mata air,

sungai, muara) menuju laut. Air bersih penting bagi kehidupan manusia. Air dapat berwujud padat (es), cair (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujudnya tersebut.

Air (H_2O) dalam keadaan murni merupakan benda alami yang cair, tidak berwarna, tembus cahaya, tidak ada rasanya, bisa membeku pada suhu $0^{\circ}C$ dan mendidih/menguap pada suhu $100^{\circ}C$, bentuknya selalu berubah sesuai bentuk tempat ia berada, dapat melarutkan dan melapukkan benda-benda keras tertentu dan dapat melepaskan kembali zat yang larut di dalamnya. Air terus mengalir melalui sistem distribusi alam di dalam suatu siklus, yang disebut siklus air (daur hidrologi).

Info Penting!!

Air Sebagai Pelarut !!

Air di alam tidak pernah terdapat dalam keadaan murni, karena ketika mengalir di dalam siklus air melarutkan kembali gas, mineral, kotoran, mikroba dan lain sebagainya. Air mempunyai kemampuan melarutkan berbagai zat sehingga disebut pelarut universal. Air hujan yang dapat kita anggap murni ternyata tidak sepenuhnya murni karena masih melarutkan gas-gas dari udara sewaktu bersinggungan dengan udara.

F. Sumber Daya Tumbuhan, Hewan dan Mikroba

1) Sumber Daya Tumbuhan

Sumber daya hayati Indonesia, baik yang berupa tumbuhan maupun hewan sangat beraneka ragam. Dalam membicarakan sumber daya alam tumbuhan maupun hewan kita tidak dapat menyebutkan jenis tumbuhan maupun jenis hewan, melainkan

kegunaannya. Misalnya untuk tumbuhan berguna untuk pangan, sandang, papan, dan rekreasi, akan tetapi untuk bunga-bunga tertentu, seperti melati, anggrek bulan, dan *Rafflesia arnoldi* merupakan pengecualian karena ketiga tanaman bunga tersebut sejak tanggal 9 Januari 1993 telah ditetapkan dalam Kepres No. 4 tahun 1993 sebagai bunga nasional dengan gelar masing-masing sebagai berikut: a. Melati sebagai bunga bangsa, b. Anggrek bulan sebagai bunga pesona, c. *Rafflesia arnoldi* sebagai bunga langka

Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menghasilkan oksigen dan karbohidrat melalui proses fotosintesis. Oleh karena itu, tumbuhan merupakan produsen atau penyusun dasar rantai makanan. Eksploitasi memiliki kemampuan untuk menghasilkan oksigen dan karbohidrat melalui proses fotosintesis. Oleh karena itu, tumbuhan merupakan produsen atau penyusun dasar rantai makanan. Eksploitasi tumbuhan yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan dan kepunahan, dan hal ini akan berkaitan dengan rusaknya rantai makanan.

2) Sumber Daya Hewan

Anda tentu sudah mengetahui bahwa Sumber Daya hewan dapat berupa hewan liar maupun hewan yang sudah dibudidayakan. Seperti pada ketiga macam bunga nasional, pada tanggal 9 Januari 1993 ditetapkan pula tiga satwa nasional. Tiga satwa nasional adalah sebagai berikut: a) Komodo (*Varanus Kodoensis*) sebagai satwa nasional darat. b) Ikan Solera Merah sebagai satwa nasional air. c) Elang Jawa sebagai satwa nasional.

Selain ketiga satwa nasional di atas, masih banyak

satwa Indonesia yang langka dan hampir punah. Misalnya Cendrawasih, Maleo, dan badak bercula satu. Untuk mencegah kepunahan satwa langka, diusahakan pelestarian secara *in situ* dan *ex situ*. Pelestarian *In Situ* adalah pelestarian yang dilakukan di habitat asalnya, sedangkan pelestarian *ex situ* adalah pelestarian satwa langka dengan memindahkan satwa langka dari habitatnya ke tempat lain.

3) Sumber Daya Mikroba

Di samping sumber daya alam hewan dan tumbuhan terdapat sumber daya alam hayati yang bersifat mikroskopis yaitu mikroba. Selain berperan sebagai dekomposer (pengurai) di dalam ekosistem, mikroba sangat penting artinya dalam beberapa hal seperti berikut ini: Sebagai bahan pangan atau menguah bahan pangan menjadi bentuk lain seperti tape, sake, tempe, dan oncom.

Penghasil obat-obatan (Antibiotik), misalnya penisilin. Membantu penyelesaian masalah pencemaran, misalnya pembuatan biogas dan daur ulang sampah. Membantu membasmi hama tanaman, misalnya *Bacillus Thuringiensis*. Untuk rekayasa genetika, misalnya pencangkakan gen virus dengan gen sel hewan untuk menghasilkan interferon yang dapat melawan penyakit karena virus. Rekayasa genetika dimulai tahun 1970 oleh Paul Berg (Pratiwi; 2000). Rekayasa Genetika adalah penganekaragaman genetik dengan memanfaatkan fungsi genetik dari suatu organisme. Cara-cara rekayasa genetika tersebut antara lain: kultur jaringan, mutasi buatan, persilangan, dan pencangkakan gen. rekayasa genetika dapat dimanfaatkan untuk tujuan sebagai

berikut ini: a. Mendapatkan produk pertanian baru, seperti “potato” , merupakan persilangan dari *potato* (kentang) dan *tomato* (tomat). b. Mendapatkan ternak yang berkadar protein tinggi. c. Mendapatkan ternak atau tanaman yang tahan hama. d. Mendapatkan tanaman yang mampu menghasilkan insektisida sendiri.

Sumber Daya Alam yang Tidak Habis

Tak dapat Diubah

Yaitu sumber daya alam yang tidak akan habis, tetapi tidak dapat banyak di ubah oleh kegiatan manusia, misalnya: Tenaga Atom, tenaga angin, tenaga pasang surut.

Bisa salah guna

Yaitu SDA yang tak akan habis, tetapi jika salah cara pemanfaatannya, maka kualitas dari SDA akan menurun bahkan rusak. Misalnya; udara, air dan pemandangan alam.

Udara sebagai Sumber Daya Alam

Bumi dikelilingi oleh lapisan udara yang tebal. Lapisan udara ini di sebut atmosfer. Atmosfer sangat penting bagi kehidupan di bumi karena tanpa atmosfer, maka manusia, hewan dan tumbuhan tidak dapat hidup. Atmosfer juga bertindak sebagai pelindung kehidupan di bumi dan radiasi matahari yang kuat pada siang hari dan mencegah hilangnya panas ke ruang angkasa pada malam hari. Atmosfer dapat menyebabkan hambatan bagi benda yang bergerak melaluinya, sehingga sebagian meteor yang melalui atmosfer akan menjadi panas dan hancur sebelum mencapai permukaan bumi. Atmosfer bersifat dapat dimanfaatkan sehingga lapisan atmosfer bawah lebih rapat dibandingkan lapisan di atasnya, akibatnya tekanan udara berkurang sesuai ketinggian.

Atmosfer bumi sangat unik dan hanya terdapat di bumi, maka kehidupan di bumi dapat berlangsung. Lapisan atmosfer merupakan campuran dari gas yang tidak tampak dan tidak berwarna, yaitu gas nitrogen (N_2), oksigen (O_2), Argon (Ar) dan Karbondioksida (CO_2) meliputi hampir seratus persen dari volume udara kering. Lihat Tabel 4.10. Gas lain yang stabil adalah neon (Ne) helium (He), krypton (Kr), hydrogen (H) dan xeon (Xe). Sedangkan ozon (O_3) dan radon (Rd) terdapat di atmosfer dalam jumlah sangat kecil dan kurang stabil. Ozon (O_3) adalah gas yang sangat aktif dan merupakan bentuk lain dari oksigen. Gas ini terdapat terutama pada ketinggian antara 20 – 30 km yaitu merupakan ketinggian dari lapisan atmosfer.

G. Keseimbangan Lingkungan

Apakah masih ada lingkungan yang asri dan alami di sekitar Anda? Jika masih ada tentunya lingkungan tersebut memiliki komponen lingkungan yang seimbang. Keseimbangan lingkungan secara alami dapat berlangsung, karena dalam suatu ekosistem senantiasa terjadi berbagai dinamika kehidupan seperti rantai makanan, jaring makanan, daur materi, aliran energi, piramida makanan dan lain-lain. Semua dinamika tersebut memungkinkan proses kehidupan terus berlangsung dan berkesinambungan. Dinamika dapat menunjukkan bahwa antara komponen ekosistem selalu terjadi interaksi. Pada hakikatnya komponen-komponen yang ada terlibat dalam aksi reaksi dan berperan sesuai keseimbangan pemindahan energi (aliran energi) dan siklus biogeokimia dapat berlangsung dalam ekosistem yang terpadu. (Pratiwi; 2000).

Akibat adanya interaksi yang saling membutuhkan maka tidak akan ada satupun komponen biotik yang populasinya bertambah terlalu cepat, sedangkan yang lainnya berkurang. Hal ini sangat memungkinkan karena pada hakikatnya setiap komponen akan menjadi pendukung, sekaligus pengontrol pertumbuhan populasi komponen biotik maupun abiotik lainnya.

Lingkungan yang seimbang memiliki daya lenting dan daya dukung yang tinggi. Keseimbangan lingkungan ditentukan oleh seimbangannya yang masuk dan energi yang digunakan, seimbangannya antara bahan makanan yang terbentuk dengan yang digunakan, seimbangannya antara factor-faktor abiotik dan biotik.

Daya lenting yaitu daya untuk pulih kembali ke keadaan seimbang. Sedangkan daya dukung yaitu kemampuan lingkungan untuk dapat memenuhi kebutuhan sejumlah makhluk hidup agar dapat tumbuh dan berkembang secara wajar didalamnya. Keseimbangan lingkungan merupakan keseimbangan yang dinamis, yaitu keseimbangan yang dapat mengalami perubahan. Keseimbangan lingkungan berubah karena perubahan-perubahan lingkungan. (Yekti; 2000)

H. Perubahan Lingkungan

Perubahan lingkungan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan. Perubahan yang terjadi pada lingkungan hidup manusia menyebabkan adanya gangguan terhadap keseimbangan karena sebagian dari komponen lingkungan menjadi berkurang fungsinya. Perubahan lingkungan dapat terjadi karena campur tangan manusia dan dapat pula karena faktor alami.

Dampak dari perubahannya belum tentu sama, namun akhirnya manusia juga yang harus menanggung serta mengatasinya.

1. Perubahan Lingkungan karena Campur Tangan Manusia

Perubahan lingkungan karena campur tangan manusia contohnya penebangan hutan, pembangunan pemukiman, penerapan intensifikasi pertanian dan teknologi. Penebangan hutan yang liar mengurangi fungsi hutan sebagai penahan air. Akibatnya, daya dukung hutan menjadi berkurang. Selain itu, penggundulan hutan dapat menyebabkan terjadinya banjir dan erosi. Akibat lain adalah munculnya harimau, babi hutan, dan ular di tengah pemukiman manusia karena semakin sempitnya habitat hewan-hewan tersebut. Penebangan hutan secara liar dapat Anda lihat pada Gambar 9.5



Gambar 9.5 Penebangan hutan yang semena-mena
(Pratiwi; 2000)

Pembangunan pemukiman pada daerah-daerah yang subur merupakan salah satu tuntutan kebutuhan

akan papan. Semakin padat populasi manusia, lahan yang semula produktif menjadi tidak atau kurang produktif. Pembangunan jalan kampung dan desa dengan cara betonisasi mengakibatkan air sulit meresap ke dalam tanah. Sebagai akibatnya, bila hujan lebat memudahkan terjadinya banjir. Selain itu, tumbuhan disekitarnya menjadi kekurangan air sehingga tumbuhan tidak efektif melakukan fotosintesis. Akibat lebih lanjut, kita merasakan panas akibat tumbuhan tidak secara optimal memanfaatkan CO_2 , peran tumbuhan sebagai produsen terhambat.

Penerapan intensifikasi pertanian dengan cara panca usaha tani, di satu sisi meningkatkan produksi, sedangkan di sisi lain bersifat merugikan. Misalnya, penggunaan pupuk dan pestisida dapat menyebabkan pencemaran. Contoh lain pemilihan bibit unggul sehingga dalam satu kawasan lahan hanya ditanami satu macam tanaman, disebut pertanian tipe monokultur, dapat mengurangi keanekaragaman sehingga keseimbangan ekosistem sulit untuk diperoleh. Ekosistem dalam keadaan tidak stabil. Dampak yang lain akibat penerapan tipe ini adalah terjadinya ledakan hama. Teknologi dan keseimbangan lingkungan, dengan berkembangnya ilmu dan teknologi (IPTEK), kemampuan manusia untuk mengeksploitasi lingkungannya semakin mudah. Dengan bantuan ilmu dan teknologi, manusia dapat menciptakan alat dan bahan yang dapat mempermudah kerjanya. Contohnya pembabatan hutan, pengolahan lahan pertanian, pemberantasan hama, penggunaan pupuk buatan dan lain-lain yang semuanya bertujuan untuk meningkatkan produktivitas ekosistem dapat dicapai dengan mudah.

Di sisi lain, ternyata kemudahan dan kesejahteraan itu dapat mengubah pola hidup manusia menjadi lebih konsumtif. Maka dengan demikian peningkatan populasi manusia, peningkatan kebutuhan hidup, kemudahan mengeksploitasi lingkungan, serta perubahan pola tingkah laku manusia akan meningkatkan tekanan terhadap daya dukung lingkungan. Hal inilah yang akan menyebabkan krisis lingkungan. Maka, jelaslah bahwa peranan manusia dalam pengubahan lingkungan sangat dominan.

2. Perubahan Lingkungan karena Faktor Alam

Tentu Anda masih ingat beberapa bencana alam yang terjadi di Indonesia. Bencana alam yang terjadi di Indonesia diantaranya adalah Tsunami yang terjadi di Aceh dan Pangandaran. Coba sebutkan oleh Anda contoh bencana alam lainnya yang mengakibatkan perubahan lingkungan di Indonesia?

Perubahan lingkungan secara alami disebabkan oleh bencana alam. Bencana alam seperti kebakaran hutan di musim kemarau menyebabkan kerusakan dan matinya organisme di hutan tersebut. Selain itu, terjadinya letusan gunung menjadikan kawasan di sekitarnya rusak.

I. Pencemaran Lingkungan

Tahukah Anda apakah timbulnya pencemaran? Penyebab timbulnya pencemaran terhadap lingkungan adalah pertumbuhan penduduk dunia yang pesat dan perkembangan teknologi. Sejalan dengan peningkatan kebutuhan hidup serta perubahan tingkah laku manusia, maka peningkatan eksploitasi terhadap SDA

meningkatkan tekanan terhadap lingkungan. Peningkatan tekanan terhadap lingkungan antara lain: a) Makin meningkatnya kerusakan makin menjurus ke arah rusaknya keseimbangan ekosistem. b) Timbulnya zat-zat sampah dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran atau polusi terhadap lingkungan. c) Zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran disebut polutan. Syarat-syarat suatu zat tersebut polutan bila keberadaannya dapat menyebabkan kerugian terhadap makhluk hidup. Contohnya, karbon dioksida dengan kadar 0,033% di udara berfaedah bagi tumbuhan, tetapi bila lebih tinggi dari 0,033% dapat memberikan efek merusak. Apa yang Anda ketahui tentang polutan? Polutan adalah bahan atau zat yang dapat menimbulkan pencemaran. Suatu zat dapat disebut polutan apabila: Kadarnya melebihi batas normal. Berada pada waktu yang tidak tepat. Berada pada batas yang tidak semestinya. Kadarnya melebihi batas normal. Bagaimana sifat-sifat dari polutan? Polutan mempunyai sifat yaitu: Merusak untuk sementara, tetapi bila telah bereaksi dengan zat lingkungan tidak merusak lagi. Merusak dalam jangka waktu lama. Contohnya Pb tidak merusak bila konsentrasinya rendah. Akan tetapi dalam jangka waktu yang lama, Pb dapat terakumulasi dalam tubuh sampai tingkat yang merusak.

Berdasarkan apakah Anda dapat membedakan pencemaran lingkungan? Pencemaran lingkungan dapat dibedakan berdasarkan tempat terjadinya, macam bahan pencemarnya dan tingkat pencemaran. Menurut tempat terjadinya, pencemaran dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu pencemaran air, pencemaran udara dan pencemaran tanah.

Pencemaran Air

Pencemaran air dapat berasal dari berbagai sumber pencemaran, antara lain berasal dari industri, limbah rumah tangga, limbah pertanian, dan sebagainya.

a. Industri

Pabrik industri mengeluarkan limbah yang dapat mencemari ekosistem air, pembuangan limbah industri ke sungai-sungai dapat menyebabkan merubahnya susunan kimia, bakteriologi serta fisik air. Oksigen yang pada akhirnya akan mematikan biota air. Pembuangan limbah industri, sisa insektisida dan pembuangansampah domestik, misalnya sisa detergen mencemari air. Buangan industri seperti Pb, Hg, Zn, dan CO, dapat terakumulasi dan bersifat racun.

b. Limbah Rumah Tangga

Dari rumah tangga dapat dihasilkan berbagai macam zat organik dan anorganik yang dialirkan melalui selokan-selokan dan akhirnya bermuara di sungai-sungai. Selain dalam bentuk zat organik dan anorganik dari limbah rumah tangga bisa terbawa bibit-bibit penyakit yang dapat menular pada hewan dan manusia sehingga menimbulkan epidemi yang luas di masyarakat. Sampah organik yang dibusukkan oleh bakteri menyebabkan O₂ di air berkurang sehingga mengganggu aktivitas kehidupan organisme air.

c. Limbah Pertanian

Penggunaan pupuk di daerah pertanian akan mencemari air yang keluar dari pertanian, air ini mengandung bahan

makanan bagi ganggang, sehingga mengalami pertumbuhan dengan cepat, ganggang yang menutupi permukaan air akan berpengaruh jelek terhadap ikan-ikan dan komponen biotik air ekosistem dari air tersebut. Dari daerah pertanian terlarut pula sisa-sisa pestisida yang terbawa ke sungai atau bendungan, pestisida yang bersifat toksik akan mematikan hewan-hewan air, burung dan bahkan manusia. Fosfat hasil pembusukan bernama NO dan pupuk pertanian terakumulasi dan menyebabkan *eutrofikasi*, yaitu penimbunan mineral yang menyebabkan pertumbuhan yang cepat pada alga (*blooming alga*). Akibatnya, tanaman di dalam air tidak dapat berfotosintesis karena sinar matahari terhalang. Pencemaran air oleh minyak sangat merugikan karena dapat menimbulkan hal-hal sebagai berikut: Adanya minyak menyebabkan penetrasi sinar ke dalam air berkurang. Konsentrasi oksigen terlarut menurun dengan adanya minyak karena lapisan film minyak menghambat pengambilan oksigen oleh air. Adanya lapisan minyak pada permukaan air akan mengganggu kehidupan burung air, karena burung-burung yang berenang dan menyelam bulu-bulunya akan ditutupi oleh minyak sehingga menjadi lengket satu sama lain.

Penetrasi sinar dan oksigen yang menurun dengan adanya minyak dapat mengganggu kehidupan tanaman-tanaman laut. Benda-benda yang dapat menyebabkan turun atau rusaknya kualitas air berasal dari benda-benda yang berbentuk gas adalah sebagai berikut: a. Gas Oksigen (O_2) atau zat asam; diperlukan untuk makhluk hidup yang berada di udara, daratan maupun di dalam air. b. Gas lain dalam air (CO_2 , CO ,

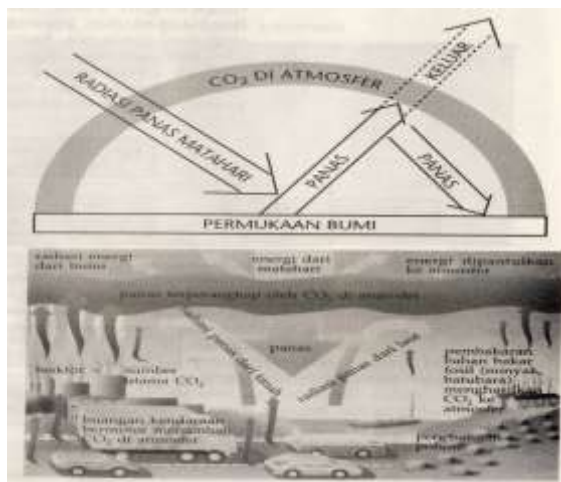
H₂S). Gas CO terbentuk karena proses pembakaran bahan-bahan minyak, batu bara dan lain-lain kurang sempurna, gas CO yang berada di udara dalam jumlah besar dapat menyebabkan kematian, air tidak terdapat CO, H₂S terjadi pada proses pembusukan zat-zat organik, penyebab bau busuk.

Air sering digunakan sebagai medium pendingin dalam berbagai proses industri, air pendingin tersebut setelah digunakan akan mendapatkan panas dari bahan yang didinginkan, kemudian dikembalikan ke tempat asalnya yaitu sungai atau sumber air lainnya. Air buangan tersebut mungkin mempunyai suhu lebih tinggi daripada air asalnya, kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat sebagai berikut: sejumlah oksigen terlarut di dalam air menurun kecepatan reaksi kimia meningkat kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya mungkin akan mati.

2. Pencemaran Udara

Pencemaran udara akan terjadi jika ke dalam udara itu masuk sejumlah bahan pencemar seperti asap, gas, debu dan sebagainya, dalam jumlah dan bentuk tertentu yang dapat menimbulkan gangguan terhadap kehidupan. Udara yang tercemar pada mulanya akan mengganggu saluran pernapasan, namun ada pula yang dapat menyebabkan kematian. Bahan penting yang mencemari udara antara lain: senyawa yang mengandung sulfur (SO₂, SO₃, H₂S) yang berasal dari pembangkit tenaga listrik, industri, pembakaran kayu, batu bara dan produk-produk minyak bumi, nitrogen oksida (NO₂) yang berasal dari kendaraan bermotor dan

industri, karbon monoksida (CO) terutama yang dikeluarkan kendaraan bermotor. Pencemaran udara dapat berupa gas dan partikel. Contohnya sebagai berikut: Gas H_2S . Gas ini bersifat racun, terdapat di kawasan gunung berapi, bias juga dihasilkan dari pembakaran minyak bumi dan batu bara. Gas CO dan CO_2 . Karbon monoksida (CO) tidak berwarna dan tidak berbau, bersifat racun, merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna dari bahan buangan mobil dan mesin letup. Gas Cl_2 dalam udara murni berjumlah 0,03%. Bila melebihi toleransi dapat mengganggu pernafasan. Selain itu, gas CO_2 yang terlalu berlebihan di bumi dapat mengikat panas matahari sehingga suhu bumi panas. Pemanasan global di bumi akibat CO_2 disebut juga sebagai efek rumah kaca. Efek rumah kaca dapat dilihat pada gambar 9.6



Gambar 9.6 Efek rumah kaca. Syamsuri (2002: 152)

Panas matahari yang masuk ke bumi biasanya dipantulkan lagi ke luar angkasa. Tetapi karena atmosfer Bumi diselubungi CO_2 , panas tersebut dipantulkan lagi ke Bumi dan Bumi makin panas. Partikel SO_2 dan NO_2 . Kedua partikel ini bersama dengan partikel cair membentuk awan dekat tanah yang dapat mengganggu pernapasan. Partikel pada, misalnya bakteri, jamur, virus, bulu dan tepung sari juga dapat mengganggu kesehatan.

Batu bara yang mengandung sulphur melalui pembakaran akan menghasilkan sulphur dioksida (SO_2). Sulphur Dioksida bersama dengan udara serta oksigen dan sinar matahari dapat menghasilkan asam sulphur. Asam ini membentuk kabut dan suatu saat akan jatuh sebagai hujan yang disebut hujan asam. Hujan asam dapat menyebabkan gangguan pada manusia, hewan, maupun tumbuhan. Misalnya gangguan pernapasan, perubahan morfologi pada daun, batang, dan benih. Sumber polusi udara lain dapat berasal dari radiasi bahan radioaktif, misalnya nuklir. Setelah peledakan nuklir, materi radioaktif masuk ke dalam atmosfer dan jatuh di bumi. Materi radioaktif ini akan terakumulasi di tanah, air, hewan, tumbuhan dan juga pada manusia. Efek pencemaran nuklir terhadap makhluk hidup, dalam taraf tertentu dapat menyebabkan mutasi, berbagai penyakit akibat kelainan gen, dan bahkan kematian. Pencemaran udara dinyatakan dengan ppm (*part per million*) yang artinya jumlah cm^3 polutan per m^3 udara. Secara umum sumber pencemaran udara dapat terjadi karena faktor alamiah, yaitu peristiwa yang terkena alam sehingga menimbulkan pencemaran yang dapat mengganggu manusia, hewan, dan tumbuhan (Letusan

gunung, dan peristiwa di desa Bekucuk), atau terjadi karena buatan manusia (limbah industri, pemukiman, dan lain-lain). Hidrokarbon merupakan bentuk gas yang memberikan reaksi bersifat *inert*, yaitu agak lambat jalannya dan dapat menyebabkan *asphyxiant* (sesak nafas ringan). Gas ini secara langsung tidak menimbulkan efek yang merugikan kesehatan manusia dan dapat toleransi oleh tubuh melalui pernapasan serta tidak memberikan efek sistemik.

3. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah karena tingkah laku manusia yang dikaitkan dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama ialah karena mulai bervariasinya macam sampah yang ditemukan dalam kehidupan, serta dipergunakannya berbagai macam zat kimia untuk pupuk atau keperluan industri lainnya. Bahan pencemar tanah berasal dari limbah pabrik, limbah rumah tangga, rongsokan kendaraan, dan sampah-sampah buangan organisme yang hidup di atas seperti bahan pencemar yang mencemari air, bahan pencemar juga memiliki beberapa sifat, ada yang pembusukannya memerlukan banyak oksigen dan ada yang sulit dihancurkan oleh mikroba tanah. Pencemaran tanah disebabkan oleh beberapa jenis pencemaran berikut ini: Sampah-sampah plastik yang sukar hancur, botol, karet sintesis, pecahan kaca dan kaleng. Detergen yang bersifat *nonbio degradable* (secara alami sulit diuraikan). Zat kimia dari buangan pertanian, misalnya insektisida.

Contoh pencemaran tanah karena sampah misalnya oleh pabrik, botol bekas, kaleng bekas, dan sebagainya. Untuk Negara-negara yang sudah maju hal

ini menjadi problema yang cukup besar, karena pengelolaannya memerlukan suatu teknik atau cara tersendiri. Misalnya plastik tidak dapat hancur sendiri, jadi jika plastik dibuang sembarangan, maka tanah yang mengandung plastik tersebut, tidak dapat menyerap air dan akan menjadi gersang. Pencemaran tanah karena penggunaan zat kimia akan terjadi karena sisa-sisanya dapat mencemari air tanah dan bahkan dalam konsentrasi yang rendah ditemukan pada tanaman.

Pencemaran karena tinja, pembuangan sampah yang tradisional dari rumah tangga adalah juga merupakan masalah kesehatan lingkungan yang pelik. Telah diketahui bahwa banyak tanah yang mempunyai kandungan unsur yang rendah sehingga untuk memperoleh hasil yang diharapkan diperlukan penambahan-penambahan unsur yang dimaksud perlu dilakukan pemupukan, selama jadi pupuk atau dosis pupuk itu sesuai dengan yang diminta, maka tindakan pemupukan tersebut merupakan hal yang baik dan merupakan tindakan pencemar, namun jika jumlah atau dosis pupuk itu melampaui dosis yang diperlukan, maka hal ini telah merupakan pencemaran.

Kelebihan pupuk yang diberikan tidak hanya mempengaruhi ketersediaan unsur yang diberikan itu sendiri, tetapi juga unsur-unsur lain dalam tanah yang semula dalam keadaan jumlah dan ketersediaan yang baik, sebagai akibat yang lebih jauh lagi dari kelebihan dosis tersebut adalah kemungkinan perubahan sifat fisik tanah yang bersangkutan, sebagaimana akibat kelebihan dalam pemberian urea, tanah yang semula bersifat gembur berubah menjadi tandus. Pembuangan sampah ke dalam lubang-lubang sampah dapat juga

mengakibatkan pencemaran, selama sampah tadi hanya terdiri dari benda-benda yang berasal dari tumbuh-tumbuhan atau yang mudah dihancurkan, selama itu kecil sekali peluang akan mengandung banyak benda-benda plastik, kaleng atau benda-benda yang sukar sekali dihancurkan, maka telah berlangsung pencemaran tanah. Tanah yang tercemar akan mengalami perubahan baik struktur maupun teksturnya, organisme yang menggunakan tanah dan sebagai medium hidupnya banyak yang mati, dan akan muncul spesies lain yang memakai bahan-bahan organik yang tersedia di tanah, jika bahan pencemar tidak mengandung bahan organik, biota tanah banyak yang mati, bahan-bahan pencemaran yang beracun seperti H_2SO_4 akan mematikan tanaman dan produktivitas ekosistem menurun.

Terhadap manusia, pencemaran tanah memberikan dampak yang tidak langsung, polutan beracun atau polutan biologis bakteri virus akan meresap ke dalam tanah, mengikuti aliran air tanah sehingga mencapai mata air. Air sumur penduduk di sekitar aliran sungai banyak yang tercemar, yang berasal dari pencemaran tanah di sekitar sungai dan berbagai macam limbah. Minum air tercemar dapat memperberat atau merusak tugas hati dan ginjal.

J. Keseimbangan Lingkungan

Suatu ekosistem dikatakan seimbang apabila semua komponen dalam ekosistem tersebut berperan sesuai dengan fungsi masing-masing. Lingkungan yang seimbang di dalamnya terdapat rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan piramida makanan. Untuk menjaga

agar selalu terjadi keseimbangan lingkungan, maka penurunan dan kenaikan populasi pada tiap jenis hewan atau tumbuhan harus dalam batas-batas tertentu. Keseimbangan lingkungan merupakan keseimbangan yang dinamis, yaitu keseimbangan yang dapat mengalami perubahan. Keseimbangan lingkungan berubah karena perubahan-perubahan pada lingkungan. Karena hal tersebut, maka dalam merubah lingkungan diusahakan agar keseimbangan lingkungan yang baru tetap mendukung mutu hidup. Perubahan-perubahan lingkungan dapat terjadi karena hal berikut. Faktor alami, contohnya gempa bumi, gunung meletus, angin dan banjir. Perbuatan manusia, contohnya penebangan hutan untuk pertanian, pemukiman, pabrik dan pembuatan bendungan. Kepadatan penduduk sangat berkaitan erat dengan daya dukung lingkungan.

K. Kesimpulan

Semua kekayaan bumi baik biotik maupun abiotik yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan manusia merupakan sumber daya alam (SDA). Kemampuan lingkungan untuk mendukung perikehidupan semua makhluk hidup disebut daya dukung lingkungan. Karena keterbatasan sumber daya alam, maka pemanfaatannya harus berkesinambungan dan disertai tindakan lingkungan.

Berdasarkan sifatnya, sumber daya alam dapat dibagi 3, yaitu sebagai berikut: Sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable*), Sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (*non-renewable*), dan Sumber daya alam yang tidak habis. Menurut potensi

penggunaannya sumber daya alam (SDA) dibagi menjadi SDA materi, SDA energi, dan SDA ruang. Menurut jenisnya, sumber daya alam dibagi menjadi SDA nonhayati, dan hayati. Termasuk ke dalam SDA hayati adalah hewan, tumbuhan, mikroba, dan manusia. Sumber daya tumbuhan mempunyai potensi khusus, yaitu mampu berfotosintesis. Mikroba sebagai salah satu SDA berfungsi dalam menghasilkan pangan, obat-obatan, dan rekayasa genetika.

Eksplorasi SDA yang melampaui batas akan menyebabkan kerusakan. Kerusakan yang terjadi dapat berupa kepunahan dari suatu jenis organisme, kerusakan alam, dan bencana alam. Pemanfaatan SDA cenderung meningkat terus karena penambahan penduduk dan perkembangan teknologi.

L. LATIHAN

A. Jawablah pertanyaan dibawah ini!

1. Jelaskan dengan contoh apa yang dimaksud dengan SDA yang tidak dapat diperbaharui itu. Jelaskan dengan contoh:
 - a. Pendaaurulangan (*recycle*)
 - b. Penggunaulangan (*reuse*)
 - c. Perawatan (*repair*)
 - d. Penghematan (*reduce*)
 - e. Apa alasannya sehingga kita perlu melakukan itu semua?
2. Apa sebabnya SDAH semakin langka dan keanekaragaman semakin menurun? Jelaskan dengan contoh-contoh!

B. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Manakah yang bukan merupakan pengertian SDA adalah.....
 - a. Semua kekayaan bumi baik biotik maupun abiotik yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan manusia.
 - b. Sebagai segala isi yang terkandung dalam biosfer sebagai energi kinetik.
 - c. Segala sesuatu yang ada di sekeliling manusia yang bukan dibuat manusia yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan manusia.
 - d. Sumber daya terbentuk karena kekuatan alam.
 - e. Sebagai segala isi yang terkandung dalam biosfer, sebagai energi yang potensial yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan manusia.
2. Manakah diantara SDA berikut yang merupakan SDA kekal dan tak akan habis dipakai?
 - a. Cahaya matahari, energi laut, dan udara.
 - b. Suhu, kelembaban, dan air.
 - c. Tumbuhan, ganggang, dan jamur.
 - d. Hewan, tumbuhan, dan protozoa
 - e. Logam, batu bara, dan mineral
3. Manakah yang tergolong SDA terpulihkan?
 - a. Besi, baja, logam mulia.
 - b. Minyak bumi
 - c. Tumbuhan, hewan, mikroorganisme.
 - d. Fosil hewan dan tumbuhan
 - e. Bahan sintetik

4. Manakah yang tergolong pendaurulangan (*Recycle*)?
 - a. Pemanfaatan sampah sebagai barang berguna
 - b. Memanfaatkan sampah sebagai pupuk kompos.
 - c. Pembakaran sampah
 - d. Kaleng susu untuk wadah gula
 - e. Membuat kerajinan dari plastik bekas.
5. Pemanfaatan ulang mempunyai tujuan mulia untuk pelestarian lingkungan, *kecuali*...
 - a.** menghemat penggunaan SDA
 - b.** Mencegah pencemaran lingkungan
 - c.** Mengurangi sampah
 - d.** Mengurangi belanja
 - e.** Mengurangi kerusakan lingkungan
6. Hasil pengolahan batu bara diantaranya...
 - a. Ligroin
 - b. Parafin
 - c. Bensin
 - d. Benzena
 - e. Kerosin
7. Pernyataan yang tidak sesuai untuk minyak bumi adalah:
 - a.** Berasal dari tumbuhan yang tertimbun berjuta tahun.
 - b.** Berasal dari hewan laut yang tertimbun berjuta tahun.
 - c.** Terjadi karena penguraian tak sempurna hewan laut selama berjuta tahun.
 - d.** Terjadi pada batuan endapan berjuta tahun yang lampau.
 - e.** Dikenal sebagai bahan bakar fosil.

8. Berikut ini yang bukan merupakan ciri ekosistem yang seimbang adalah ...
 - a. Keberadaan setiap komponen biotik merupakan penyedia materi komponen biotik lain.
 - b. Tidak terjadi penekanan suatu komponen biotik terhadap komponen biotik lainnya.
 - c. Interaksi antarkomponen biotik penyusunnya.
 - d. Perubahan suatu komponen berfungsi untuk menghilangkan komponen lain.
 - e. Perubahan suatu komponen berfungsi untuk mengontrol komponen lain.

9. Diantara kegiatan manusia berikut ini yang sangat berpengaruh terhadap perubahan keseimbangan lingkungan adalah ...
 - a. Melakukan perburuan hewan pada musim berburu.
 - b. Mengubah hutan untuk daerah industri.
 - c. Membuat terasering pada lahan kritis
 - d. Bercocok tanam dengan sistem tumpang sari.
 - e. Pemberantasan hama secara biologis.

10. Dampak negatif yang ditimbulkan akibat kemajuan teknologi adalah
 - a. Penurunan aliran darah dengan radioisotope
 - b. Penyembuhan dengan radiasi.
 - c. Meningkatnya pencemaran lingkungan
 - d. Diagnosis penyakit dengan radioaktif
 - e. Ditemukannya bibit unggul.

M. BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan

rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi sumber daya alam.

Tingkat Penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90%-100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Materi sumber daya alam.

N. DAFTAR PUSTAKA

Eggi Sudjana Riyanto, "Penegakan Hukum Lingkungan dan Perspektif Etika Bisnis di Indonesia". PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 1999.

Kementrian Lingkungan Hidup RI, "HImpunan Peraturan Perundang-Undangan Lingkungan Hidup". Jakarta, 2002.

Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup

Pongtuluran, Yonathan. 2015. Manajemen Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Yogyakarta: CV Andi Offset
Reksodiprodjo, Sukamto, Pradono , 1968,Ekologi

Sumber Daya Alam dan Energi, BPFE, Yogyakarta.
Suparmoko. M., 1994, Ekologi Sumber Daya Alam dan
Lingkungan., BPFE, Yogyakarta.

Tabur benih, bumi akan hijau!



BAB 10

BULAN MERUPAKAN

SATELIT BUMI

Didalam bab ini membahas tentang materi dari mata kuliah Bumi dan Antariksa yang yaitu Bulan Merupakan Satelit Bumi. Setelah mempelajari materi ini Anda akan lebih memahami tentang Bulan Merupakan Satelit Bumi. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada materi bab 10 ini Anda akan mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan Bulan Merupakan Satelit Bumi.

Dalam Bab ini akan disajikan materi dan kegiatan yaitu:

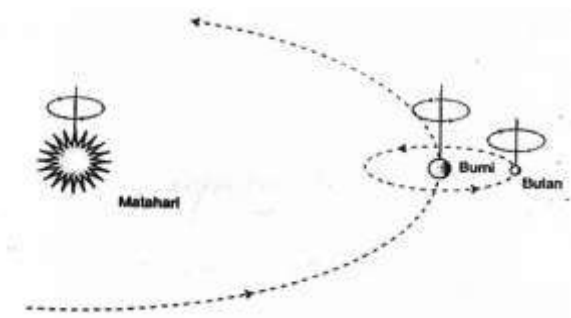
1. menjelaskan ukuran Bulan,
2. menjelaskan keadaan rupa Bulan,
3. menjelaskan bagian Bulan,
4. menjelaskan pergerakan Bulan,
5. menjelaskan perbedaan fasa dan aspek Bulan
6. menjelaskan perbedaan kalender syamsiah dan komariah
7. menjelaskan perbedaan gerhana Matahari dengan gerhana Bulan, dan
8. menjelaskan peristiwa pasang surut air laut.

Bab ini tersusun dari beberapa materi yang di akhir setiap materi akan diberikan soal-soal latihan dengan tujuan untuk lebih memantapkan pemahaman peserta dan mengulang materi-materi yang dianggap belum dikuasai. Diakhir bab dilakukan evaluasi secara keseluruhan mencakup semua materi yang terkandung

sesuai bab nya. Umpan Balik evaluasi tersedia di akhir ini yang dapat digunakan sebagai analisis diri.

A. PENGANTAR

Bulan merupakan satelit Bumi dalam sistem Tata Surya. Anda telah mempelajari pada BBM sebelumnya bahwa dalam sistem Tata Surya, benda yang paling besar adalah Matahari dengan diameter 109 kali diameter Bumi dan massanya 333.000 kali massa Bumi. Sebagaimana benda-benda langit lain, Bulan juga berbentuk bulat dengan diameternya adalah 3.476 km atau 2.59 mil, yaitu kurang lebih $\frac{1}{4}$ besar Bumi, sedangkan massa Bulan kurang lebih 1% massa Bumi. Jarak Bulan dengan Bumi terjauh atau *apogee* (Yunani: *ap* artinya jauh, *gee* artinya Bumi) adalah 253.000 mil (1 mil = 1,609 km), sedangkan jarak terdekatnya dari Bumi atau *perigee* (Yunani: *peri* artinya dekat, *gee* artinya Bumi) adalah 222.000 mil. Jarak rata-rata Bulan – Bumi adalah 238.860 mil atau 384.330 km (Tjasyono, B.HK., 2006: 39).



Gambar 10.1 Gerakan Sistem Matahari – Bumi – Bulan

Dalam sistem Matahari – Bumi – Bulan, revolusi Bumi mengelilingi Matahari, Bulan mengelilingi Bumi, dan rotasi ketiga benda tersebut berputar pada sumbu-sumbunya mempunyai arah yang sama. Perhatikan gambar 10.1.

Menurut Dirdjosoemarto,S.,dkk. (1991: 405) permukaan Bulan terdiri dari bagian-bagian yang disebut:

1. *Terra*, yaitu daerah terlihat terang, ditaburi kawah.
- Marta*, yaitu daerah gurun batuan gelap yang diselubungi lava basah, hanya sedikit terdapat kawah.
2. *Lembah*, terdapat banyak lembah sempit (riil) ada yang memanjang hingga 100 km.
3. *Gunung*, ada yang mencapai ketinggian 8.000 m.
4. *Kawah*, diduga jumlahnya mencapai 40.000 dengan diameternya antara 2 – 200 km. Kawah ini kemungkinan berasal dari kegiatan vulkanis dan tumbukkan meteorit.

Pada akhir-akhir ini pengetahuan tentang Bulan maju dengan pesat berkat berhasilnya pendaratan manusia di Bulan. Sungguhpun demikian belum ada manusia yang bisa menetap di sana. Seismometer yang dibawa pesawat angkasa Apollo menunjukkan bahwa Bulan lebih sunyi gempa bulan. Gempa di Bulan dapat berlangsung antara 60 sampai 100 menit. Umur batuan Bula yang dibawa misi Apollo berkisar antara 3.300 sampai 4.600 juta tahun, sedangkan umur batuan tertua di Bumi diduga 3.600 juta tahun, artinya bulan membeku lebih dahulu daripada Bumi (Dirdjosoemarto,S.,dkk., 1991:405).

Pada waktu bulan purnama banyak bagian Bulan yang dapat diamati dari Bumi. Kawah-kawah yang telah

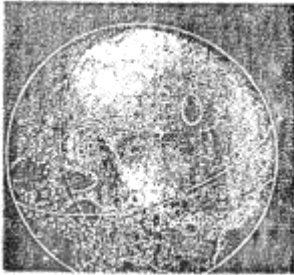
dikenal manusia di antaranya Kawah Ptolomeus yang luasnya diperkirakan mencapai 150 km^2 , Kawah Tycho yang pada waktu bulan purnama bercahaya kemilau dengan tebingnya yang tinggi, Kawah Pluto yang diameternya mencapai 90 km, Kawah Bruno diduga kawah yang paling muda, dan ribuan kawah lainnya. Menurut Hidayat,B.(1978: 46-50), muka Bulan yang menghadap ke Bumi selalu sama. Separuh lagi tidak pernah berhadapan dengan Bumi. Jadi rupa Bulan yang kita saksikan hanyalah bagian Bulan yang menghadap Bumi saja. Rupa permukaan Bulan yang menghadap ke Bumi semakin jelas terlihat setelah diambil gambarnya dari jarak dekat, misalnya oleh pesawat antariksa Apollo. Ternyata ada bagian-bagian Bulan yang kelihatan agak gelap, halus, dan datar. Bagian ini sering dianggap sebagai *laut* atau *maria*. Yang dulu disangka laut ini sebenarnya hanyalah dataran yang kering dan halus permukaannya. Selain maria terlihat pula kawah-kawah, ada yang mengatakan bahwa kawah (kepundan) ini terjadi karena vulkanisme.



Gambar 10.2 Rupa permukaan Bulan yang terlihat dalam teropong dari Bumi

Akan tetapi kemungkinan besar karena tabrakan meteorit karena di Bulan tidak memiliki atmosfer.

Bulanpun mempunyai barisan-barisan pegunungan dan dataran tinggi. Perhatikan perbedaan rupa permukaan bulan yang terlihat dalam teropong dari Bumi (gambar 10.2 dan permukaan Bulan yang diambil dari jarak dekat (gambar 10.3 di bawah ini.



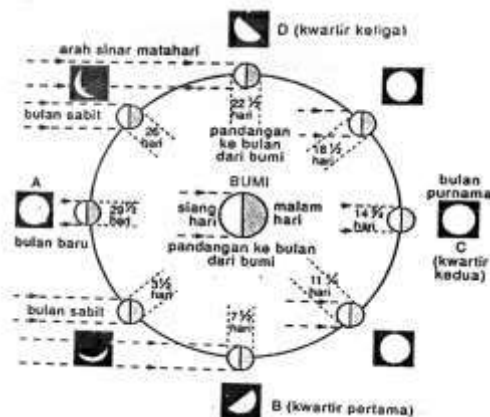
Gambar10.3 Foto bulan tampak dekat

Telah diduga dari semula bahwa Bulan tidak memiliki atmosfer. Dugaan ini terbukti dari hasil pendaratan manusia di Bulan. Tidak adanya atmosfer ini menimbulkan beberapa akibat, antara lain: Suhu pada permukaan Bulan dapat berubah dengan cepat, yaitu suhu pada bagian yang mendapat cahaya Matahari melebihi titik didih mencapai 110°C , sedangkan di bagian yang tidak mendapat cahaya matahari mencapai minus 173°C (-173°C).

Di Bulan tidak ada perambatan bunyi, karena itu kita tidak dapat mendengar suara sehingga Bulan merupakan tempat yang sepi. Langit di Bulan hitam kelam, tidak biru seperti langit di Bumi. Langit Bumi kelihatan biru disebabkan adanya debu angkasa yang menyebarkan cahaya gelombang pendek yang berwarna biru lebih banyak daripada cahaya gelombang panjang. Anda masih ingat tentang spektrum cahaya, bukan? Di Bulan penyebaran cahaya oleh angkasa itu tidak ada.

Oleh karena di Bulan tidak ada atmosfer, maka di Bulan tidak mengenal adanya siklus *biogeokimia* sehingga di Bulan tidak mungkin ada kehidupan. Bulan melakukan tiga gerakan sekaligus. Pertama Bulan mengelilingi sumbunya sendiri atau gerakan rotasi; kedua, Bulan mengelilingi Bumi atau revolusi bulan; dan ketiga, bersama-sama dengan Bumi, Bulan itu mengelilingi matahari. Meskipun mempunyai tiga gerakan sekaligus, ternyata kala rotasi Bulan sama dengan kala revolusinya sehingga bagian Bulan yang menghadap ke Bumi selalu sama. Sebagaimana Bumi, Bulan pun tidak mempunyai cahaya sendiri. Cahaya Bulan yang sering kita saksikan adalah cahaya Matahari yang dipantulkannya.

Menurut Tjasyono,B.HK.(2006:40-42) bidang orbit Bulan miring dengan sudut $5,1^{\circ}$ (5°) terhadap bidang ekliptika. Fasa atau bentuk Bulan tergantung pada posisinya relatif terhadap Bumi dan Matahari. Perhatikan gambar 10.4 berikut ini.



Gambar 10.4 Fasa Bulan ketika berevolusi terhadap Matahari

Dari kedudukan bulan muda (fasa bulan muda), Bulan berada dalam konjungsi (*konjuction*), yaitu Bulan berada antara Bumi dan Matahari yang pada waktu ini hanya sisi Bulan yang menjauhi Bumi disinari Matahari. Bulan beredar ke arah perempatan atau kwartir pertama, yaitu titik B. Separuh bagian Bulan yang menghadap Bumi mendapat cahaya Matahari, karena itu kita dapat melihat Bulan setengah cakram atau piring. Begitu meninggalkan fasa bulan muda Bulan mulai kelihatan. Mula-mula seperti sabit, makin lama makin besar dan sampai *setengah cakram*. Yang setengah cakram ini sebenarnya seperempat dari seluruh bola Bulan. Pada waktu ini hanya sisi Bulan yang menjauhi Bumi disinari Matahari, dan fasa Bulan adalah bulan baru. Oleh karena itu bulan tampak di atas horison hanya pada siang hari dan masih tampak gelap.

Dari kwartir pertama, Bulan menuju kwartir kedua atau bulan purnama pada titik C, yaitu Bulan berada pada sisi Bumi yang membelakangi Matahari yang disebut bulan dalam oposisi. Pada saat ini Bumi berada antara Bulan dan Matahari. Seluruh bagian Bulan yang menghadap Bumi mendapat cahaya Matahari sehingga kita dapat melihat Bulan paling besar, yang disebut *bulan purnama* atau *bulan penuh*. Bulan kelihatan seperti *sebuah cakram*. Sebenarnya yang kita lihat separuh dari bola Bulan. Dari bulan purnama, Bulan bergerak ke arah perempatan ketiga yaitu titik D. Keadaannya sama dengan kwartir pertama, tetapi yang kelihatan dari Bulan adalah setengah cakram yang sebelah lagi dari bagian bulan yang menghadap Bumi. Begitu meninggalkan bula purnama, Bulan yang kelihatan semakin kecil, sampai menjadi setengah

cakram pada perempatan ketiga. Selanjutnya Bulan kembali ke titik A. Bulan mengecil, lalu menghilang atau mati sehingga disebut *bulan mati*. Bulan mati ini berarti permulaan bagi bulan berikutnya. Oleh karena itu bisa disebut bulan baru atau bulan muda. Keempat kedudukan Bulan dengan bentuknya masing-masing itulah yang dinamakan fasa atau bentuk utama Bulan. Setiap hari Bulan menjalani $360/27,3$ atau $13,2$ derajat dari garis edarnya (waktu revolusi bulan adalah $27,3$ hari). Oleh karena arahnya sama dengan arah revolusi dan rotasi Bumi, maka Bulan selalu ketinggalan sejauh $13,5$ derajat setiap hari, karena setiap derajat dijalani rotasi Bulan dalam waktu empat menit maka terbit Bulan selalu ketinggalan kira-kira 50 menit ($13,2 \times 4 = 52,8$) dari waktu terbit semalam sebelumnya.

B. KALENDER BULAN (TAHUN KOMARIAH)

Kalender bulan, perhitungannya berdasarkan bulan sinodik, yaitu interval waktu yang dibutuhkan agar bulan melalui seluruh fasanya, misalnya dari bulan baru hingga bulan baru berikutnya. Lamanya peredaran bulan sinodik sekitar 29,5 hari (tepatnya 29 hari 13 jam (Simamora, P. , 1975: 78).

Kalender Hijriah (Kalender Islam)

Kaum Islam mendasarkan perhitungan kalender berdasarkan peredaran bulan sinodik sebagaimana dijelaskan di atas. Agar jumlah hari dalam sebulan bulat, maka umur bulan berselang-seling 30 dan 29 hari. Dengan demikian jumlah hari dalam satu tahun hijriah adalah $29,5 \times 12$ atau $(6 \times 30) + (6 \times 29)$ hari = 354 hari.

Kalender Hijriah atau Kalender Islam dimulai dengan Bulan Muharam yang berjumlah 30 hari. Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel 10.1 di bawah.

Tabel 10.1
Nama-nama bulan dalam Kalender Hijriah

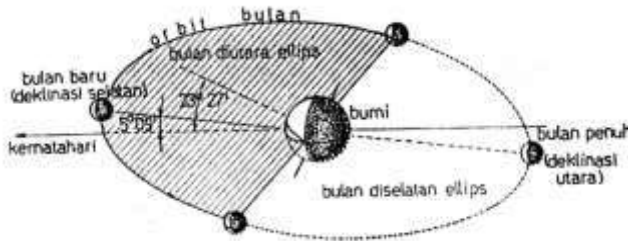
Nomor Bulan	Nama Bulan	Jumlah hari
1.	Muharam	30
2.	Safar	29
3.	Rabiulawal	30
4.	Rabiulakhir	29
5.	Jumadilawal	30
6.	Jumadilakhir	29
7.	Rajab	30
8.	Sya'ban	29
9.	Ramadhan	30
10.	Syawal	29
11.	Zulkaidah	30
12	Zuljijah	29

Kalender Hijriah atau Kalender Islam lebih pendek 11 atau 12 hari dari Kalender Surya (Tahun Masehi/Gregorian). Oleh sebab itu hari-hari raya Islam tiap tahun lebih dahulu 11 atau 12 hari dari Kalender Masehi. Kalender Hijriah (Kalender Islam) dimulai dari tahun 622 Masehi, pada saat Nabi Muhammad S.A.W hijrah dari Mekah ke Madinah.

C. GERHANA

Sebagaimana Anda ketahui bahwa bidang edar Bulan miring membentuk sudut $5,1^0$ ($5,09^0$) terhadap ekliptika

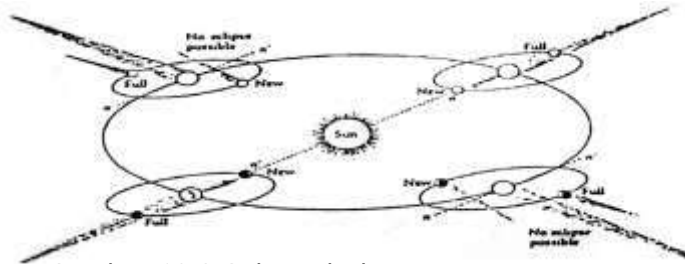
(bidang edar Bumi). Bumi beredar mengelilingi Matahari dan Bulan beredar mengelilingi Bumi. Jadi, dalam peredaran Bulan mengelilingi Bumi, Bulan itu memotong bidang edar Bumi sebanyak dua kali. Perhatikan gambar 10.5 di bawah!



Gambar 10.5

Sudut antara bidang edar Bumi dan Bulan sebesar $5,09^\circ$

Setiap satu bulan satu kali, Bulan akan berada antara Bumi dan Matahari, saat seperti itu disebut *fasa bulan baru*, yaitu Bulan dalam kedudukan *berkonjungsi*. Jika pada saat itu Matahari – Bulan – Bumi berada dalam satu garis lurus maka bayangan Bulan akan mengenai Bumi. Pada saat itu akan terjadi peristiwa *gerhana matahari*. Sebaliknya, jika Bulan berada di dalam bayangan Bumi, yaitu pada kedudukan Matahari - Bumi – Bulan terletak pada garis lurus maka akan terjadi peristiwa *gerhana bulan*. Pada saat itu Bulan berada dalam *fase bulan purnama*, yaitu saat Bulan dalam kedudukan *beroposisi* (Dirdjosoemarto, S., dkk., 1991: 420). Kedudukan Matahari, Bumi, dan Bulan untuk kedua peristiwa terlihat pada gambar 10.6 di bawah ini.

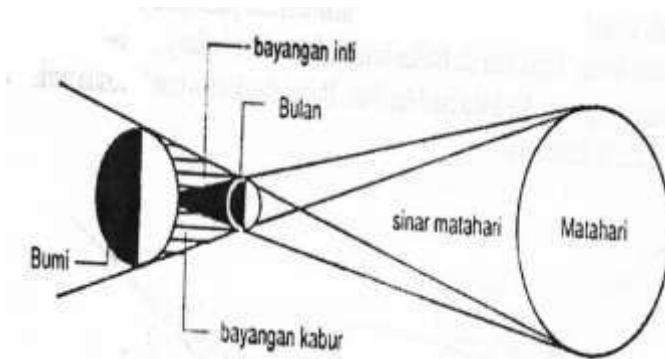


Gambar 10.6 Gehana bulan

Ada tiga jenis gerhana matahari, yaitu:

a. Gerhana Matahari Total

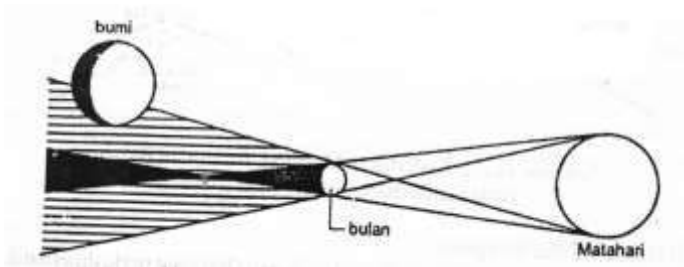
Gerhana Matahari Total terjadi pada saat jarak Bulan – Matahari yang paling jauh (563.319 km), sehingga bayangan inti Bulan dapat jatuh di Bumi. Perhatikan gambar 10.7



Gambar 10.7 Gerhana Matahari total

b. Gerhana Matahari Partial

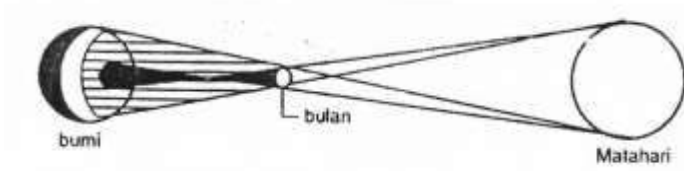
Gerhana Matahari Partial terjadi pada saat Bulan berada pada daerah bayangan penumbra sehingga ada bagian Matahari yang terlihat normal. Perhatikan gambar 10.8



Gambar 10.8 Gerhana Matahari Partial

c. Gerhana Matahari Cincin

Gerhana Matahari Cincin terjadi kalau jarak Bulan mencapai jarak terjauh dari Bumi (405.530 km), sehingga kerucut bayang-bayang inti (umbra) tidak sampai ke Bumi, permukaan Bumi hanya dikenai oleh perpanjangan umbra. Pengamat gerhana akan melihat matahari tampak sebagai cincin putih di sekitar bola hitam. Perhatikan gambar 10.9 di bawah.



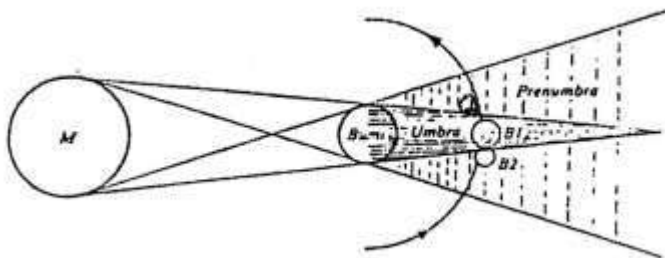
Gambar 10.9 Gerhana Matahari Cincin

Ada beberapa hal penting tentang Gerhana Matahari: Gerhana Matahari akan terjadi jika bulan baru berada pada jarak 17^0 dari salah satu titik simpul. Satu bulan kemungkinan dapat terjadi gerhana matahari dua kali. Bagian Matahari yang

tertutup lebih dahulu adalah bagian sebelah kanan (barat). Gerhana Matahari hanya terlihat dari sebagian permukaan Bumi saja, yaitu permukaan yang tertutup oleh bayang-bayang Bulan. Gerhana Matahari Total paling lama hanya tujuh menit, hanya terlihat di daerah sempit di permukaan Bumi, di luar daerah itu hanya terlihat gerhana sebagian. Gerhana Matahari, sebenarnya Matahari tidak kehilangan cahayanya tetapi hanya sebagian cahayanya tidak sampai di Bumi karena terhalang oleh Bulan.

Gerhana Bulan (Lunar Eclipses)

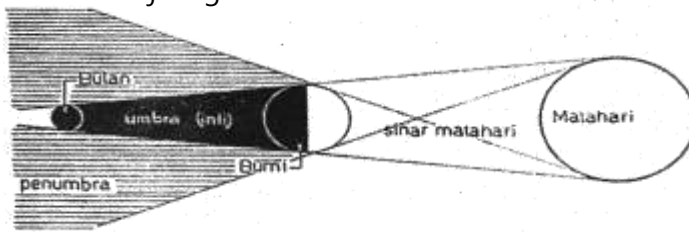
Bumi dan Bulan yang memperoleh pancaran sinar Matahari membentuk bayangan yang berbentuk kerucut. Bayangan Bulan terdiri dari dua bagian, yaitu bagian gelap yang disebut *umbra* dan bagian yang tidak begitu gelap disebut *penumbra*. Kedua bagian bayangan itu dapat dilihat pada gambar 10.10! Begitu juga Bumi memiliki bayangan umbra dan penumbra seperti yang terjadi pada Bulan.



Gambar 10.10 Bayangan Umbra dan Penumbra Bulan

Gerhana bulan terjadi bila lintasan peredaran Bulan dan ekliptika berimpitan, pada saat Bulan dan Matahari itu

beroposisi (bertentangan), maka akan terjadi *gerhana bulan total*. Hal itu terjadi karena Bulan seluruhnya masuk ke dalam kerucut bayangan inti (umbra) Bumi. Jika sebagian saja dari Bulan masuk ke bayangan umbra Bumi, terjadilah *gerhana bulan partial* (sebagian). Akan tetapi bila Bulan hanya memasuki bayangan penumbra saja, maka tidak akan terjadi gerhana bulan (Gambar 10.11 Gerhana bulan partial dapat terjadi sesudah dan sebelum terjadi gerhana bulan total).



Gambar 10.11 Gerhana Bulan Total

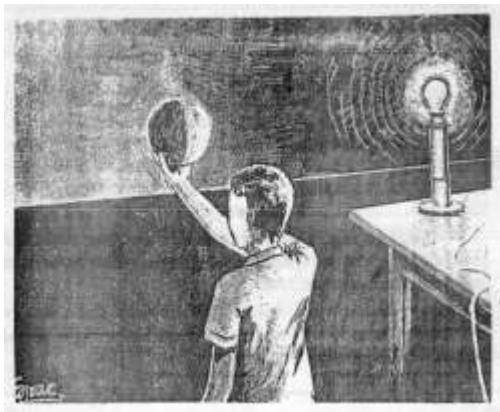
Ada beberapa hal penting dari gerhana bulan, yaitu:

Gerhana bulan hanya akan terlihat pada bulan purnama dan pada jarak 12^0 dari simpul (node). Pada gerhana bulan, bagian Bulan sebelah kiri (timur) yang akan tertutup lebih dahulu kemudian berakhir pada bagian sebelah kanan (barat). Dalam satu bulan sinodis, satu kali kemungkinan terjadi gerhana bulan. Pada gerhana bulan total, seluruh peristiwa berlangsung 220 menit, 2 x 60 menit untuk 2 kali gerhana partial dan 100 menit berlangsungnya gerhana total. Pada gerhana bulan, gejalanya dapat dilihat diseluruh bagian Bumi yang pada waktu itu dapat melihat Bulan. Bagian Bulan yang tertutup memang tidak memberi cahaya sebab Bulan tidak mempunyai cahaya sendiri.

PRAKTIKUM!

Menyediakan alat, seperti: bola voli sebagai Bulan, Mata Anda sebagai Bumi, dan lampu pijar sebagai Matahari):
Lakukanlah dengan memperhatikan gambar 10.11

1. Peganglah bola voli itu antara mata Anda dengan lampu pijar dalam sebuah kamar gelap. Bola – mata Anda – lampu pijar terletak pada satu garis lurus. Adakah bagian bola yang mendapat cahaya lampu yang Anda lihat?
2. Peganglah bola itu di sebelah kiri lampu. Berapa bagian bola yang mendapat cahaya lampu yang Anda lihat?
3. Bagaimana kalau bola itu dipegang sebelah kanan lampu?
4. Bagaimana jika bola berada di belakang lampu?
Putarlah bola itu perlahan-lahan ke arah kanan, kemudian Anda juga berputar ke arah kanan mengelilingi lampu secara perlahan hingga Anda kembali ke tempat semula dan putaran bola juga sampai ke tempat semula. Bagaimana keadaan muka bola yang terkena cahaya lampu?



Gambar 10.11 Meniru rotasi dan revolusi Bulan

D. KESIMPULAN

Bulan merupakan satelit Bumi dalam sistem Tata Surya. Diameter Bulan adalah 3.476 km, massa Bulan kurang lebih 1% dari massa Bumi (1% dari $5,98 \times 10^{24}$ kg), dan jarak Bulan – Bumi rata-rata 384.330 km. Bulan melakukan tiga gerakan sekaligus, yaitu Bulan mengelilingi sumbunya sendiri (rotasi), Bulan mengelilingi Bumi (revolusi), dan bersama-sama Bumi, Bulan mengelilingi Matahari. Kala rotasi Bulan sama dengan kala revolusinya, artinya sekali Bulan mengelilingi Bumi, sekali pula mengelilingi sumbunya. Akibat dari itu bagian muka Bulan yang menghadap Bumi selalu sama. Bidang orbit Bulan miring dengan sudut 5^0 terhadap bidang ekliptika (bidang orbit Bumi).

Fasa (bentuk) Bulan tergantung posisinya relatif terhadap Bumi dan Matahari. Jika Bulan berada di antara Bumi dan Matahari dikatakan bulan berada dalam *konjungsi*, pada waktu itu hanya sisi Bulan menjauhi Bumi disinari Matahari, fasa Bulan adalah *bulan baru* atau *bulan muda*. Sebaliknya jika Bulan berada pada sisi Bumi yang membelakangi Matahari disebut Bulan dalam *oposisi* yang seluruh bulatan Bulan menghadap Bumi disinari cahaya Matahari, fasa Bulan adalah *bulan penuh* atau *bulan purnama*. Bulan tidak memiliki atmosfer akibatnya suhu Bulan berubah dengan cepat, tidak ada perambatan bunyi sehingga keadaannya sepi, langitnya hitam kelam, dan meteor mudah jatuh menghancurkan permukaan Bulan. Bulan sinodik adalah periode revolusi Bulan relatif terhadap Matahari, interval waktu dari bulan baru ke bulan baru berikutnya adalah 29,5 hari, sedangkan bulan sideral adalah periode bulan relatif

terhadap Bintang (dari fasa ke fasa = 27,3 hari).

E. LATIHAN

Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Yang menjadi dasar perhitungan kalender bulan adalah, kecuali
 - a. bulan siderik
 - b. bulan draconitis
 - c. bulan sinodik
 - d. bulan anomalitis
2. Interval waktu yang dibutuhkan dalam bulan sinodik agar bulan melalui seluruh fasanya dari bulan baru sampai bulan baru berikutnya adalah
 - a. 30 hari
 - b. 29 hari 13 jam
 - c. 29 hari
 - d. 27 $\frac{1}{3}$ hari
3. Peredaran Bulan mengelilingi Bumi selain menjadi dasar dalam perhitungan kalender Bulan, juga menyebabkan peristiwa, kecuali
 - a. gerhana bulan
 - b. gerhana matahari
 - c. pasang surut air laut
 - d. terjadinya siang dan malam
4. Yang menggunakan perhitungan Bulan sinodik dalam menentukan penanggalan adalah
 - a. Kalender Hijriah
 - b. Kalender Saka
 - c. Kalender Gregorius
 - d. Kalender Yulian
5. Kalender Islam dimulai sejak
 - a. dilahirkan Nabi Muhammad S.A.W.

- b. wafatnya Nabi Muhammad S.A.W.
 - c. diangkatnya Nabi Muhammad S.A.W menjadi Rosul
 - d. pindahnya Nabi Muhammad S.A.W. dari Mekah ke Madinah
6. Terjadinya peristiwa gerhana jika kedudukan
- a. Bulan, Bumi, dan Matahari dalam konjungsi dan oposisi
 - b. Bulan, Bumi, dan Matahari konjungsi dan oposisi dalam satu garis lurus
 - c. Bulan, Bumi, dan Matahari dalam konjungsi dan oposisi dengan sudut $5,1^{\circ}$
 - d. Bulan, Bumi, dan Matahari membentuk sudut 15°
7. Gerhana Matahari terjadi pada saat fasa
- a. Bulan baru malam
 - b. Bulan baru siang
 - c. Bulan purnama siang
 - d. Bulan purnama malam
8. Selang waktu gerhana yang serupa disebut
- a. waktu bulan sinodik
 - b. kedudukan berkonjungsi
 - c. periode saros
 - d. batas ekliptika
9. Pasang yang terjadi pada saat bulan mati disebut
- a. pasang perbani
 - b. pasang purnama
 - c. pasang surut
 - d. pasang perempat awal (PA)

10. Terjadinya pasang air laut yang sangat tinggi akibat dari gaya tarik ...
- Bulan terhadap Bumi
 - Matahari terhadap Bumi
 - Matahari terhadap Bulan
 - Bulan bersama Matahari terhadap Bumi

F. BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi bulan sebagai satelit bumi.

Tingkat Penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90%-100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Materi bulan sebagai satelit bumi.

G. DAFTAR PUSTAKA

Dirdjosoemarto, Soendjojo, dkk.. (1991). *Pendidikan IPA*

- 2, *Buku II*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Pendidikan Tinggi.
- Hidayat, Bambang, dkk., (1978). *Bumi dan Antariksa 1*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Simamora, P.. (1975). *Ilmu Falak*. Jakarta: CV Pejuang Bangsa.
- Tjasyono, B. HK.. (2006). *Ilmu Kebumian dan Antariksa*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya Bekerja Sama dengan Program Pascasarjana UPI.

Sayangi bumi kita!



GLOSARIUM

Absis	: panjang geografi : lintasan terjauh, lintasan revolusi bumi atau bulan
Aphelium	bulan
Chronometer	: alat atau jam yang sangat teliti
Colondro	: kalender, hari pertama
Densitas	: massa jenis
Ekliptika	: garis edar (bumi)
Ekuator	: garis lintang nol derajat, garis khatulistiwa : bulat panjang, lintasan planet-planet
Elips	berbentuk elips : bumi yang menjadi pusat peredaran tata surya
Geosentris	surya
Globe	: tiruan bumi : Greenwich mean time, waktu Greenwich,
GMT	tempat yang menjadi patokan waktu dunia
Half time	: waktu paro : matahari yang menjadi pusat peredaran tata surya
Heliosentris	: garis yang mendatar sejajar dengan permukaan bumi, kaki langit
Horizon	
Inklinasi ekliptika	: sudut inklinasi (kemiringan) terhadap ekliptika
Isotop	: unsur yang bilangan atom sama tetapi

	bilangan massa berbeda
Kabisat	: tahun kabisat, tahun ke-4 ditambah 1 hari sehingga menjadi 366 hari, bulan Februari menjadi 29 hari; tahun yang dapat dibagi 4 dan abad dapat dibagi 400
Konstelasi	: menetapkan gejala atau tanda-tanda
Kulminasi	: puncak tertinggi, kulminasi atas pkl. 12.00 dan kulminasi bawah pkl. 24.00 (00.00)

PROFIL PENULIS



SULISTYANI PUTERI RAMADHANI adalah Dosen Universitas Trilogi pada Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP). Ia menyeimbangi karir dosen dengan model dan selebgram. Ia pernah menjadi **Finalis Miss Celebrity SCTV** tahun 2014, **Juara 1 Lomba Model Muslimah Indonesia** pada

tahun 2019, **Juara 3 Lomba Puteri Muslimah Indonesia** 2019. Ia mendapatkan **hibah kemenristek dikti** 2 tahun berturut turut dalam skema Penelitian Dosen Pemula sebagai Ketua dan Anggota. Ia lulus **sertifikat profesi BNSP** dan bekerja didalam lembaga TUK. Ia pernah menjadi **best oral presentation pengabdian masyarakat** tingkat lokal. Lahir di Jakarta, 29 Maret 1991. Ia mendapat gelar sarjana Pendidikan Guru Sekolah Dasar dengan predikat **IPK Terbaik** Tingkat Fakultas Pendidikan Universitas Negeri Jakarta (2012), melanjutkan studi Magister dengan predikat **cumlaude** di Universitas Negeri Jakarta (2015). Setelah menyelesaikan program magister ia aktif menulis jurnal **bereputasi Thomson Routers** maupun **jurnal nasional terindex sinta nasional**. Ia juga aktif sebagai presenter pemakalah tingkat internasional. **HAKI** yang telah ia terbitkan yaitu HAKI Poster Penelitian, HAKI Poster Pengabdian, Haki Buku 8+1 Cara cerdas Memahami Profesi Keguruan, Haki Buku IPA Kelas 3, Haki Buku Memelihara Lingkungan. Ia juga aktif sebagai praktisi pendidikan dengan memberikan penyuluhan dan sosialisasi kepada masyarakat terkait bidang pemasaran publik, pendidikan, pemberdayaan wanita dan *parenting* anak yang didanai oleh institusi maupun lembaga masyarakat. **Buku yang telah diterbitkan**

(1) Manajemen Pendidikan (2) 8+1 Cara Cerdas Memahami Profesi Keguruan (3) Buku *Technopreneur*. (4) Konsep Dasar IPA Contact : @tya.ramadhania (instagram)

BUMI & ANTARIKSA

KONSEP & PANDUAN PARA PENGAJAR PENDIDIKAN

Bumi dan Antariksa sangat penting dipelajari untuk memahami ilmu alam. Bumi dan Antariksa memberikan pandangan peran aktivitas alam, manusia dalam perubahan global bumi dari luar angkasa. Memperlajari ilmu Bumi dan Antariksa menawarkan suatu pemikiran interdisipliner yang berharga untuk memahami interaksi yang kompleks di alam dan sistem alam buatan manusia. Ilmu kebumihan juga menawarkan pemahaman dan manajemen siklus bencana alam.

Buku Bumi dan Antariksa ini berisi tentang konsep dasar ilmu kebumihan dalam menunjang proses –pembelajaran sains di sekolah dasar. Materi yang dituliskan untuk memahami pengetahuan dasar kebumihan dan antariksa serta dapat mengembangkan dan mengaplikasikannya dalam pembelajaran di sekolah dasar. Didalam buku ini dibahas mengenai kebumihan meliputi litosfer, hidrosfer, atmosfer, matahari dan bintang, planet-planet dan benda-benda langit, bulan dan satelit bumi, sumber daya alam, bencana alam dan penanggulangannya.

Melalui buku ini para pembaca memiliki kemampuan untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu bumi dan antariksa didalam kehidupan sehari-hari sesuai dengan konteks pembelajaran sains di kelas, sehingga lebih memahami dan terampil dalam mengajar sains di sekolah dasar. Maka sangat disarankan sekali kepada para pengajar, mahasiswa keguruan khususnya PGSD maupun pendidikan IPA yang ingin mengetahui lebih luas pengetahuannya tentang Bumi dan Antariksa untuk memiliki buku ini. Apalagi didalam buku ini materi-materi yang mudah dipahami tentang kebumihan yang sangat bermanfaat.



Yiesha Media Karya
Jl. Bima, Kel. Bedahan, Kec. Sawangan
Depok Jawa Barat

WMK
YIESHA MEDIA KARYA