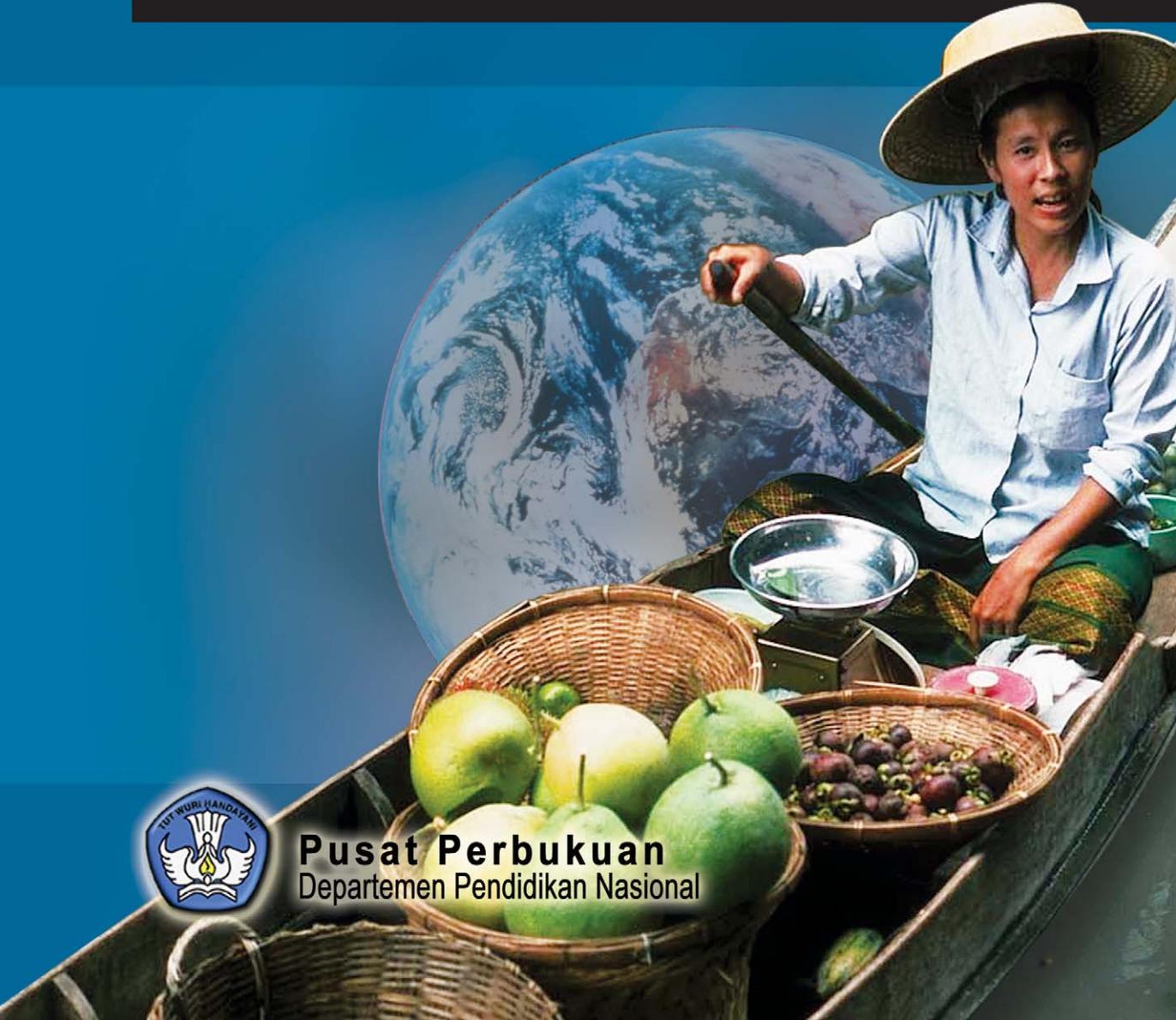


L. Iskandar



GEOGRAFI 1

Kelas X SMA dan MA



Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional

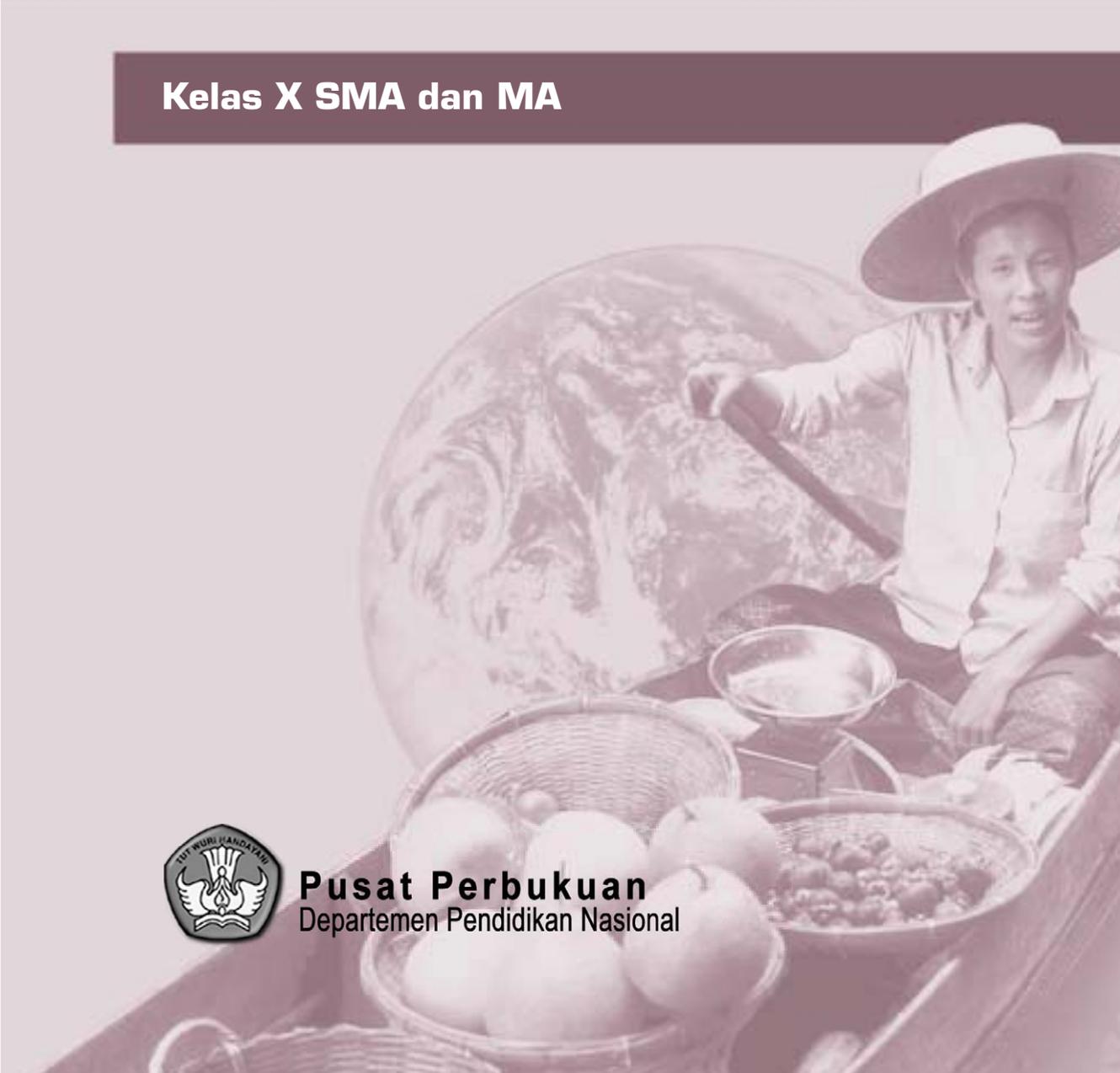
L. Iskandar

GEOGRAFI 1

Kelas X SMA dan MA



Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional



Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional dilindungi Undang-undang

G E O G R A F I 1

Kelas X SMA dan MA

Penulis : L. Iskandar
Penelaah : Moh. Ma'mur
Tanudidjaja
Editor : Daris Efendi
Desain Sampul : Guyun Slamet
Ilustrator : Rochman Suryana
Perwajahan : Mamay Andriana
Ukuran Buku : 17,5 x 25 cm

910.7

ISK ISKANDAR
g

Geografi 1 : Kelas X SMA dan MA / penulis, Iskandar
; editor, Daris Efendi ; ilustrator, Rochman Suryana.
– Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan
Nasional, 2009.
vi, 258 hlm. : illus. ; 25 cm

Bibliografi : hlm.249

Indeks

ISBN 978-979-068-790-5 (no jilid lengkap)

ISBN 978-979-068-793-6

1. Geografi-Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Daris Efendi III. Rochman Suryana

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit PT. Remaja Rosdakarya

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2009

Diperbanyak oleh

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2009, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (**website**) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (**down load**), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Juni 2009
Kepala Pusat Perbukuan

KATA PENGANTAR

Buku geografi ini diperuntukkan pada satuan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Madrasah Aliyah (MA) kelas X (sepuluh). Dalam mata pelajaran geografi ini diharapkan agar peserta didik memiliki kemampuan: memahami pola spasial, lingkungan dan kewilayahan serta proses yang berkaitan (*comprehensive* atau pengetahuan); menguasai keterampilan dasar dalam memperoleh data dan informasi, mengkomunikasikan dan menerapkan pengetahuan geografi (*skill* atau keterampilan); serta menampilkan perilaku peduli terhadap lingkungan hidup dan memanfaatkan sumber daya alam secara arif serta memiliki toleransi terhadap keragaman budaya masyarakat (*afektif*).

Kami juga berusaha menjabarkan materi pelajaran ini dengan cara sebagai berikut.

1. Materi pokok (pokok bahasan, subpokok bahasan) dan uraian materi kami susun lebih rinci sesuai dengan kedalaman materi yang ditentukan untuk peserta didik SMA atau MA kelas X (sepuluh). Di samping itu, kami sesuaikan pula dengan alokasi waktu yang ditetapkan dalam kurikulum.
2. Kami memberikan keterampilan bagi peserta didik dalam bentuk penugasan-penugasan. Cara ini dimaksudkan untuk mendorong para peserta didik mengamati, menganalisis, menafsirkan peta, grafik, tabel, dan gambar yang disajikan.
3. Evaluasi akhir bab, akhir semester, dan akhir tahun bertujuan untuk mengukur daya serap peserta didik.

Semoga buku pelajaran ini bermanfaat bagi rekan-rekan pengajar maupun para peserta didik kita. Kami menyadari bahwa buku ini mengandung banyak kekurangan. Kritik dan saran penyempurnaan dari rekan-rekan pengajar sangat kami harapkan.

Bandung, Juni 2007

Penulis

DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
<hr/>	
BAB I	
Konsep, Pendekatan, Prinsip, dan Aspek Geografi	1
<hr/>	
A. Pengertian Geografi	3
B. Konsep Dasar Geografi	6
C. Pendekatan Geografi	7
D. Prinsip-Prinsip Geografi	10
E. Aspek Geografi	11
Kata Kunci	17
Rangkuman	18
Evaluasi Akhir Bab	18
<hr/>	
BAB II	
Sejarah Pembentukan Bumi	23
<hr/>	
A. Pembentukan Bumi	25
B. Tata Surya dan Jagat Raya	37
Kata Kunci	73
Rangkuman	73
Evaluasi Akhir Bab	75
Evaluasi Akhir Semester I	80
<hr/>	
BAB III	
Litosfer dan Pedosfer	89
<hr/>	
A. Perubahan Litosfer dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi	91
B. Perubahan Pedosfer (Tanah) dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi	135
Kata Kunci	145
Rangkuman	145
Evaluasi Akhir Bab	147

BAB IV	
Atmosfer	153
<hr/>	
A. Ciri-Ciri Lapisan Atmosfer dan Pemanfaatannya	155
B. Unsur-Unsur Cuaca dan Iklim (Penyinaran, Suhu, Angin, Awan, Kelembapan, Curah Hujan)	159
C. Berbagai Tipe Iklim	187
D. Persebaran Curah Hujan di Indonesia	193
E. Jenis-Jenis Vegetasi Alam Menurut Iklim dan Bentang Alam serta Persebarannya	196
F. Faktor-Faktor Penyebab Perubahan Iklim Global (El Nino, La Nina) dan Dampaknya terhadap Kehidupan	197
Kata Kunci	202
Rangkuman	202
Evaluasi Bab	203
<hr/>	
BAB V	
Hidrosfer	207
<hr/>	
A. Unsur-Unsur Utama Siklus Hidrologi	209
B. Berbagai Jenis Perairan	210
C. Daerah Aliran Sungai (DAS)	218
D. Potensi Air Permukaan dan Air Tanah	219
E. Penyebab dan Dampak Banjir serta Usaha Mengurangi Banjir	221
Kata Kunci	222
Rangkuman	223
Evaluasi Akhir Bab	223
Evaluasi Akhir Tahun	226
Glosarium	234
Daftar Pustaka	249
Indeks	250

Bab I

Konsep, Pendekatan, Prinsip, dan Aspek Geografi



Sumber: Dokumen penerbit

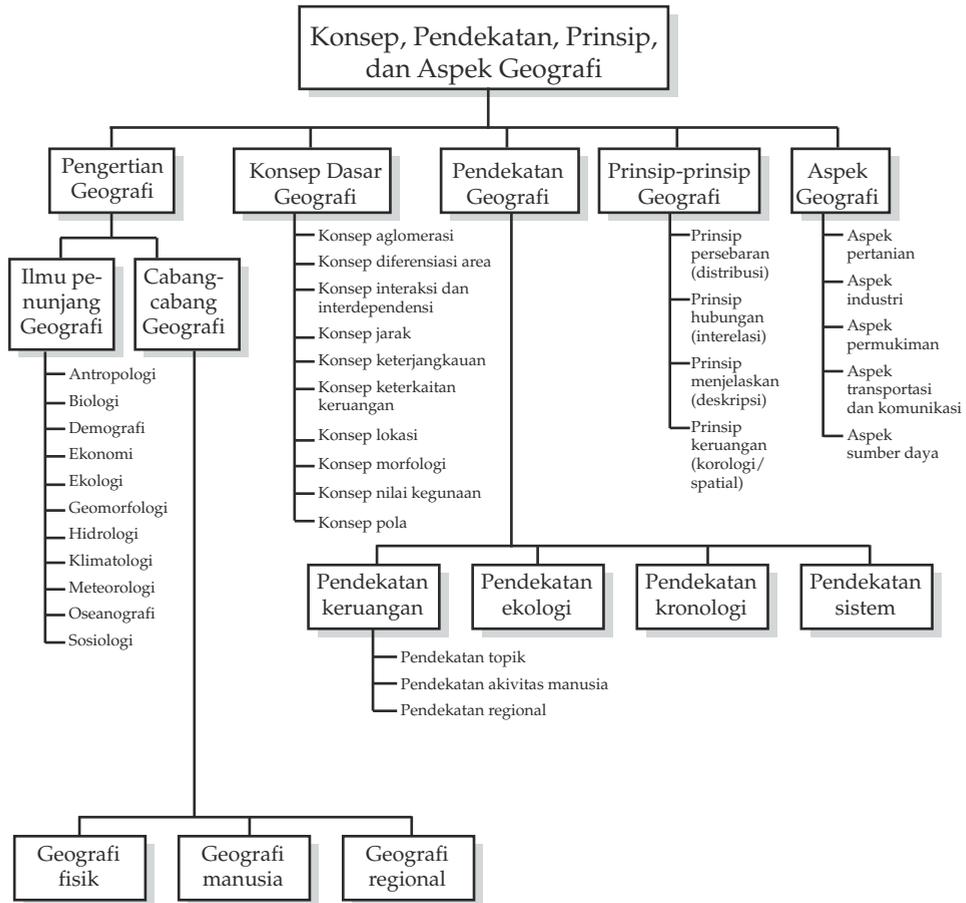
Permukiman merupakan salah satu aspek kehidupan yang dipelajari dalam ilmu geografi

TUJUAN PEMBELAJARAN

Siswa dapat:

1. menjelaskan kembali pengertian dan batasan geografi;
2. menjelaskan kembali konsep geografi;
3. memberi petunjuk cara-cara pendekatan geografi;
4. menjelaskan kembali prinsip-prinsip geografi;
5. menjelaskan dan menyimpulkan aspek geografi.

PETA KONSEP



Sebelum memahami tentang konsep, pendekatan, prinsip, dan aspek geografi, kita akan bahas terlebih dahulu tentang pengertian geografi, batasan geografi, cabang-cabang geografi, dan ilmu penunjang geografi.

A. Pengertian Geografi



Sumber: www.search.yahoo.com

Gambar 1.1 Eratosthenes

Eratosthenes yang hidup 200 tahun Sebelum Masehi dianggap sebagai orang pertama yang meletakkan dasar pengetahuan tentang bumi. Ia membuat karya tulis sebanyak 3 jilid yang diberi judul *Geographien*. Di dalam buku tersebut, ia menguraikan antara lain tentang perubahan-perubahan daratan, lautan, gejala-gejala alam di lautan, benda-benda langit berikut jaring-jaring derajat astronomi. Pada jilid ketiga, ia menguraikan daerah-daerah berikut keberadaan penduduknya.

1. Pengertian

Geografi berasal dari kata *geographyca* (bahasa Yunani). *Geo* artinya bumi dan *graphein* artinya tulisan, uraian, lukisan atau deskripsi (pemerian). Berdasarkan asal kata tersebut, *geografi* merupakan ilmu pengetahuan yang menuliskan, menguraikan, atau mendeskripsikan hal-hal yang berhubungan dengan bumi.

2. Batasan Geografi

Batasan geografi sangat banyak dan mengalami perubahan sesuai dengan kemajuan peradaban manusia. Berikut ini adalah beberapa tokoh dengan definisi atau batasannya masing-masing (Nursid Sumaatmadja).

- a. Sidney dan Donald J.D. Mulkerne, menyatakan bahwa geografi adalah ilmu pengetahuan tentang bumi dan kehidupan makhluk yang ada di atasnya.

- b. Hartshorne, menyatakan bahwa geografi berguna untuk memberikan deskripsi yang beraturan dan teliti dari permukaan bumi.
- c. Strabo, menyatakan bahwa geografi adalah ilmu yang mempelajari karakteristik tertentu pada suatu wilayah dan memperhatikan hubungan antara berbagai tempat.
- d. Yeates, menyatakan bahwa geografi adalah ilmu yang memperhatikan perkembangan rasional dan lokasi di permukaan bumi.
- e. Alexander, menyatakan bahwa geografi adalah ilmu yang mempelajari pengaruh lingkungan alam pada aktivitas manusia.
- f. Bintarto, menyatakan bahwa geografi adalah ilmu pengetahuan yang menceritakan dan menerangkan sifat bumi; menganalisis gejala alam dan penduduk; mempelajari corak yang khas dalam kehidupan dan berusaha mencari fungsi unsur-unsur bumi dalam ruang dan waktu.
- g. Berdasarkan keputusan Lokakarya Nasional di Semarang 19 April 1988, dinyatakan bahwa geografi adalah ilmu yang mempelajari persamaan dan perbedaan gejala geosfer dengan sudut pandang kewilayahan atau kelingkungan dalam konteks keruangan.

Yang dimaksud dengan *gejala geosfer* ialah gejala-gejala alam yang berhubungan dengan litosfer, hidrosfer, dan atmosfer.

- 1) *Litosfer*, yaitu kulit bumi termasuk permukaan tanah.
- 2) *Hidrosfer*, yaitu perairan darat dan perairan laut.
- 3) *Atmosfer*, yaitu udara yang menyelimuti bumi.

Dalam menjelaskan hubungan timbal balik antara manusia dengan alam, geografi menggunakan sudut pandang kewilayahan. Maksudnya, geografi membahas suatu wilayah menurut kenyataan wilayah tersebut. Geografi sangat memperhatikan ciri khas tiap wilayah.

Dalam geografi, *wilayah* dapat diartikan sebagai luas atau sempitnya suatu bagian permukaan bumi. Wilayah yang satu dengan yang lain memiliki persamaan dan perbedaan. Telaah geografi dengan sudut pandang kewilayahan akan memberikan kejelasan tentang *interaksi* (saling berhubungan) dan *interdependensi* (saling ketergantungan) antara manusia dengan alam di lingkungan hidupnya.

Persamaan dan perbedaan gejala geosfer dipelajari dengan sudut pandang kewilayahan dan konteks keruangan, yaitu ruang tempat hidup manusia. Di dalam ruang tersebut terdapat hubungan saling ketergantungan antara manusia dengan lingkungan alam. Dengan demikian dapat diketahui sejauh mana interaksi antara manusia dengan lingkungannya dan tingkat hidup mereka.

3. Cabang-Cabang Geografi

Geografi dapat diklasifikasikan menjadi tiga cabang, yaitu *physical geography* (geografi fisik), *human geography* (geografi manusia), dan *regional geography* (geografi regional).

- a. *Physical geography (geografi fisik)*, mempelajari gejala fisik permukaan bumi yang meliputi tanah, air, udara dengan segala prosesnya.
- b. *Human geography (geografi manusia)*, mempelajari aspek keruangan gejala di permukaan bumi dengan manusia sebagai objek pokok. Termasuk di dalamnya adalah aspek kependudukan dan kegiatan manusia, yaitu kegiatan ekonomi, politik, sosial, dan budaya.

Geografi manusia dibagi lagi menjadi beberapa cabang sebagai berikut.

- 1) *Population geography (geografi penduduk)*, objek studinya adalah aspek keruangan dari penduduk yang meliputi persebaran, kepadatan, *sex ratio* (perbandingan jenis kelamin), dan perbandingan manusia dengan luas tanah.
 - 2) *Economic geography (geografi ekonomi)*, objek studinya adalah struktur keruangan aktivitas ekonomi manusia, termasuk pertanian, industri, perdagangan, transportasi, dan komunikasi. Geografi ekonomi dapat dibagi menjadi geografi pertanian, geografi industri, geografi perdagangan, geografi transportasi dan komunikasi.
 - 3) *Political geography (geografi politik)*, objek studinya adalah aspek keruangan pemerintahan atau kenegaraan yang meliputi hubungan regional dan internasional pemerintahan atau kenegaraan di permukaan bumi.
 - 4) *Settlement geography (geografi permukiman)*, objek studinya mengenai perkembangan permukiman di suatu wilayah di permukaan bumi, bentuk pola permukiman, faktor-faktor geografis yang mempengaruhi perkembangan dan pola permukiman. Cabang geografi ini erat sekali hubungannya dengan sejarah dan perekonomian suatu wilayah.
 - 5) *Social geography (geografi sosial)*, objek studinya adalah ciri-ciri khas penduduk, organisasi sosial, unsur kebudayaan, dan kemasyarakatan dalam ruang (tempat) tertentu.
- c. *Regional geography (geografi regional)*, merupakan ilmu yang menjelaskan hubungan manusia dengan lingkungannya di suatu wilayah. Geografi regional mempelajari berbagai persebaran manusia pada wilayah tertentu, baik lokal maupun benua

4. Ilmu Penunjang Geografi

Sebagai ilmu pengetahuan, geografi memerlukan bantuan dari ilmu pengetahuan lainnya, seperti berikut ini.

- a. Antropologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang kebudayaan.
- b. Biologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup.
- c. Demografi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang kependudukan.
- d. Ekonomi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang usaha-usaha manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya.
- e. Ekologi, yaitu ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
- f. Geologi, yaitu ilmu yang mempelajari struktur batuan pada lapisan kulit bumi (litosfer) dengan segala gejalanya.
- g. Geomorfologi, yaitu ilmu yang mempelajari relief permukaan bumi.
- h. Hidrologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang air, baik perairan darat maupun yang ada di samudera.
- i. Klimatologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang iklim.
- j. Meteorologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang cuaca.
- k. Oseanografi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang laut dengan segala gejalanya, misalnya salinitas, relief dasar laut, kedalaman, arus, flora dan faunanya.
- l. Sosiologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang kemasyarakatan.

B. Konsep Dasar Geografi

Ada 10 konsep dasar geografi, yaitu sebagai berikut.

1. **Konsep aglomerasi**, yaitu persebaran gejala geografi yang mengelompok di suatu tempat karena ada faktor-faktor yang menguntungkan. Contohnya, penduduk biasanya bertempat tinggal di dataran rendah yang subur.
2. **Konsep diferensiasi area**, yaitu adanya perbedaan ciri khas suatu daerah dengan daerah lain.
3. **Konsep interaksi dan interdependensi**, yaitu peristiwa-peristiwa yang saling berhubungan dan saling mempengaruhi gejala alam.
4. **Konsep jarak**, yaitu berkaitan dengan proses pencapaian ke suatu lokasi dan perhitungan jarak antara satu tempat ke tempat lain.

5. *Konsep keterjangkauan*, yaitu tersedianya sarana dan prasarana untuk mencapai suatu wilayah. Misalnya, transportasi di dataran rendah lebih mudah dibandingkan transportasi di pegunungan.
6. *Konsep keterkaitan keruangan*, yaitu hubungan antara persebaran gejala geografi di suatu tempat dengan gejala lain.
7. *Konsep lokasi*, yaitu konsep yang sangat penting dalam geografi. Konsep ini ada dua, yaitu lokasi relatif dan lokasi absolut.
Lokasi relatif adalah lokasi yang didasarkan pada keadaan daerah sekitar. *Lokasi absolut* adalah lokasi yang berdasarkan garis lintang dan garis bujur.
8. *Konsep morfologi*, yaitu konsep yang berhubungan dengan relief (bentuk permukaan bumi) yang berbeda-beda sehingga kegunaannya pun berbeda.
9. *Konsep nilai kegunaan*, yaitu nilai yang berhubungan dengan manfaat fenomena yang ada. Misalnya, daerah wisata bagi wisatawan merupakan tempat rekreasi, tetapi bagi pedagang merupakan tempat yang menguntungkan untuk berdagang.
10. *Konsep pola*, yaitu berkaitan dengan persebaran fenomena permukiman, sungai, jenis tanah, dan pengembangan kota.

TUGAS 1

1. Baca buku-buku di perpustakaan dan tulis pada selembar kertas nama-nama tokoh geografi, selain disebutkan pada bahasan di atas!
2. Tulis pula tokoh-tokoh geografi Indonesia pada selembar kertas dan serahkan pada gurumu! Setelah itu, diskusikan!

C. Pendekatan Geografi

Dalam geografi dikenal beberapa pendekatan, yaitu *pendekatan keruangan (spatial approach)*, *pendekatan ekologi (ecological approach)*, *pendekatan kronologi (history approach)*, dan *pendekatan sistem (system approach)*.

1. Pendekatan Keruangan (*Spatial Approach*)

Pendekatan keruangan mempergunakan prinsip-prinsip yang berlaku, yaitu prinsip persebaran, interelasi, dan deskripsi. Pendekatan keruangan ini meliputi sebagai berikut.

a. Pendekatan Topik

Untuk pendekatan suatu gejala atau masalah dalam studi geografi dapat dimulai dari topik utama yang menjadi perhatian utama, misalnya kelaparan.

Kelaparan di suatu daerah diungkapkan jenis, sebab, persebaran, intensitas, dan interelasinya dengan gejala lain dan masalah secara keseluruhan. Dengan begitu, masalah geografi di daerah tersebut dapat diungkap secara lebih luas.

Pendekatan topik dapat dilakukan terhadap topik-topik lainnya, seperti kekurangan air, erosi, industri, pengangguran, dan kenakalan remaja. Dalam melakukan pendekatan topik, pada prinsipnya tidak boleh terlepas hubungannya dengan ruang yang menjadi topik tersebut.

Faktor-faktor geografi seperti keadaan fisis dan manusianya harus diikutsertakan dalam pendekatan ini. Berdasarkan landasan keruangan, kita dapat mengungkapkan karakteristik masalah kelaparan di wilayah tertentu dibandingkan dengan masalah kelaparan di daerah lain.

b. Pendekatan Aktivitas Manusia

Dalam pendekatan utamanya, pendekatan ini diarahkan kepada aktivitas manusianya. Aktivitas penduduk dapat ditinjau dari persebaran, interelasi, dan deskripsinya dengan gejala lain yang berhubungan dengan aktivitas itu. Dari persebaran penduduk, kita dapat membedakan jenis aktivitas sehubungan dengan mata pencarian. Misalnya, apakah aktivitas itu berlangsung di dataran rendah, di dataran tinggi atau pegunungan, di pantai, dan sebagainya.

Dengan adanya persebaran kegiatan penduduk tadi, dapat pula diungkapkan interelasinya dengan keadaan kesuburan tanah, keadaan geologi, keadaan tinggi rendah permukaan, dan sebagainya. Oleh karena itu, kita dapat membuat deskripsi tentang aktivitas penduduk berdasarkan persebaran dalam ruang.

c. Pendekatan Regional

Region adalah suatu wilayah di permukaan bumi yang memiliki karakteristik tertentu yang khas dan membedakan diri dari region-region yang lain. Adapun *pendekatan regional* adalah mendekati suatu gejala atau masalah dari region atau wilayah tempat gejala tadi tersebar. Pendekatannya ditekankan kepada region yang merupakan ruang atau wadahnya, bukan kepada topik atau aktivitas manusianya. Misalnya, masalah pantai. Dalam hal ini, kita mengungkapkan masalah abrasi pantai. Apa saja yang menjadi penyebab terjadinya abrasi pantai. Lalu, kita dapat mengungkapkan interelasi abrasi dengan penanaman hutan bakau (*mangrove*) di pantai. Apakah hutan

bakau di pantai dapat mengurangi abrasi pantai? Kita dapat membandingkan kondisi antara pantai yang tidak ditumbuhi dengan pantai yang ditumbuhi pohon-pohon bakau.

Itulah sebabnya antara pendekatan topik, pendekatan aktivitas manusia, dan pendekatan regional sukar dipisahkan satu sama lainnya. Hal itu terjadi karena suatu pendekatan akan membantu pendekatan lainnya.

2. Pendekatan Ekologi (*Ecological Approach*)

Pendekatan ekologi adalah suatu metodologi untuk mendekati, menelaah, dan menganalisis suatu gejala atau masalah dengan menerapkan suatu konsep dan prinsip ekologi. Ekologi manusia berkenaan dengan interelasi antara manusia dengan lingkungannya yang membentuk suatu sistem ekologi atau ekosistem. Geografi dapat dikatakan sebagai ilmu tentang ekologi manusia yang menjelaskan hubungan antara lingkungan alam dengan persebaran dan aktivitas manusia.

Pandangan dan penelaahan ekologi diarahkan kepada hubungan antara manusia sebagai makhluk hidup dengan lingkungan alam. Pendekatan ekologi dapat mengungkapkan masalah persebaran dan aktivitas manusia dengan lingkungan alamnya. Misalnya, daerah permukiman ditinjau sebagai suatu bentuk ekosistem hasil interaksi persebaran dan aktivitas manusia dengan lingkungan alamnya. Demikian pula daerah pertanian, daerah perindustrian, daerah perkotaan dan sebagainya.

3. Pendekatan Kronologi (*History Approach*)

Pendekatan kronologi (*history* atau sejarah) dapat menjelaskan dimensi waktunya dan dapat pula menjelaskan pertumbuhan dan perkembangannya. Studi geografi dalam meneliti dan menganalisis gejala melalui konsep regional tidak hanya memerhatikan tempat sebagai faktor ruang, melainkan juga harus memerhatikan urutan waktu sebagai faktor historinya.

Pendekatan kronologi suatu gejala atau masalah pada ruang tertentu dapat kita lakukan sebagai berikut:

- a. mengkaji perkembangannya;
- b. melakukan prediksi proses gejala atau masalah tadi pada masa-masa yang akan datang;
- c. melakukan pengkajian dinamika dan perkembangan suatu gejala geografi di daerah atau wilayah tertentu.

Meneliti, menganalisis, dan mengadakan interpretasi peta suatu wilayah dengan menggunakan pendekatan historis, artinya dengan menggunakan peta perkembangan daerah berdasarkan urutan waktunya. Kita akan dapat melihat kecenderungan ke arah mana kota itu tumbuh berkembang. Selain itu, dapat dikaji pula apa sebabnya kota berkembang ke arah itu. Kita dapat menyusun perencanaan kota untuk menunjang perkembangannya secara serasi dan seimbang. Pendekatan historis atau kronologi dapat pula dilakukan terhadap pertumbuhan industri, migrasi penduduk, perkembangan daerah erosi dan banjir, dan sebagainya.

4. Pendekatan Sistem (*System Approach*)

Pendekatan sistem adalah mode berpikir sintetik yang diterapkan kepada masalah yang merupakan suatu sistem (Nursid Sumaatmadja, 1981). *Mode berpikir sintetik* adalah mode berpikir yang didasarkan atas doktrin ekspansionisme. *Doktrin ekspansionisme* adalah cara meninjau suatu benda atau hal sebagai bagian dari keseluruhan yang besar. Pendekatan sistem diartikan sebagai suatu metodologi yang digunakan untuk mendekati, menelaah, dan mengkaji sistem gejala geografi dan sistem keruangan (*spatial system*). Pelaksanaan pendekatan sistem suatu gejala geografi dikaitkan atau dihubungkan dengan gejala lainnya dalam suatu sistem keruangan. Pendekatan sistem dapat pula diterapkan pada sistem keruangan industri, permukiman, perkotaan, pelabuhan, jaringan transportasi-komunikasi, dan sebagainya.

D. Prinsip-Prinsip Geografi

Prinsip geografi menjadi dasar pada uraian, pengkajian, pengungkapan gejala, variabel, faktor, dan masalah geografi. Prinsip geografi ada 4, yaitu sebagai berikut.

1. Prinsip Persebaran (Distribusi)

Persebaran gejala dan fakta tidak merata dari satu wilayah ke wilayah lainnya. Kemudian kita gambarkan dan ungkapkan persebaran gejala dan fakta dalam ruang atau wilayah. Dengan demikian, kita dapat mengungkapkan hubungan satu sama lainnya.

2. Prinsip Interelasi (Hubungan)

Setelah kita mengetahui persebarannya dalam ruang atau wilayah, kita akan mengungkapkan hubungan antara satu faktor dengan yang lainnya. Yaitu, hubungan antara faktor fisis dengan faktor fisis; faktor manusia dengan faktor manusia; dan faktor fisis dengan faktor manusia. Akhirnya, kita dapat mengetahui karakteristik gejala atau fakta geografi di suatu wilayah.

3. Prinsip Deskripsi (Menjelaskan) atau Eksplanasi

Prinsip ini memberikan gambaran tentang gejala dan masalah yang dipelajari. Pelaksanaannya dapat melalui kalimat, peta, grafik, diagram, dan tabel. Deskripsi tersebut memberikan penjelasan tentang apa yang kita pelajari dan selidiki.

4. Prinsip Spasial (Keruangan)

Prinsip ini meninjau gejala, fakta, dan masalah geografi dalam persebarannya, interelasinya, dan interaksinya dalam ruang. *Ruang* adalah bagian permukaan bumi, baik keseluruhan maupun hanya sebagian, termasuk juga:

- a. atmosfer paling bawah (troposfer) yang berpengaruh terhadap permukaan bumi;
- b. litosfer (lapisan batuan) sampai kedalaman tertentu;
- c. hidrosfer, yaitu air di permukaan bumi (air laut dan air di darat) dan air tanah;
- d. organisme (mahluk hidup), flora, fauna, dan manusia di permukaan bumi.

E. Aspek Geografi

Untuk melakukan studi tentang berbagai aspek kehidupan dalam geografi maka harus dipelajari aspek-aspek secara geografi, yaitu pertanian, industri, permukiman, transportasi dan komunikasi, serta sumber daya.

1. Aspek Pertanian

Berdasarkan tinjauan studi geografi, pertanian sebagai suatu sistem keruangan merupakan perpaduan subsistem fisis dengan subsistem manusia. Subsistem fisis, meliputi komponen-komponen tanah, iklim, hidrografi,

topografi dengan segala proses alamiahnya. Subsistem manusia, meliputi tenaga kerja, kemampuan teknologi, tradisi, dan kemampuan ekonomi.

Berikut ini kita akan mengkaji asosiasi berbagai variabel pertanian dan menganalisis diferensiasi pertanian.

a. Pengkajian Asosiasi Variabel-Variabel Pertanian

Untuk menelaah hubungan dua variabel pertanian, misalnya hubungan antara penggunaan pupuk per satuan luas dengan produktivitas pertanian atau antara produktivitas tersebut dengan jarak dari saluran utama pengairan setempat, kita dapat menganalisisnya.

b. Pengkajian Diferensiasi Areal Pertanian

Analisis keruangan sektor pertanian dilakukan terhadap areal pertanian yang cukup luas. Dari areal atau region pertanian yang cukup luas dapat ditentukan perbedaan-perbedaan areal yang lebih kecil berdasarkan macam-macam subsistem. Misalnya, keadaan pengairannya, jenis tanahnya, kemampuan teknologi petaninya, dan jenis pertanian yang dikembangkannya.

2. Aspek Industri

Industri dalam arti sempit adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah menjadi barang jadi atau setengah jadi (*manufacturing industry*). Industri sebagai suatu sistem merupakan perpaduan subsistem fisis dengan subsistem manusia.

Aspek industri tersebut terutama kepada interelasi keruangan komponen-komponennya dan kepada pengorganisasian ruang dalam mengembangkan industri tersebut. Adapun aspek keruangan pembangunan industri, meliputi penerapan teknologi tepat, penentuan lokasi dengan persebarannya, dan diferensiasi (perbedaan) areal industri.

a. Penerapan Teknologi Tepat

Teknologi tepat (teknologi adaptif), yaitu alih teknologi dari negara-negara maju yang disesuaikan dan diserasikan dengan pertimbangan-pertimbangan keadaan lingkungan masyarakat yang menerapkannya (Nursid Sumaatmadja, 1985).

Penerapan teknologi adaptif pada sektor industri, berarti:

- 1) tepat, sesuai dan serasi dengan kondisi fisis-geografis wilayah yang akan dikembangkan industrinya;
- 2) tepat, sesuai, dan serasi dengan kondisi ekonomi setempat;
- 3) tepat, sesuai, dan serasi dengan kondisi demografi setempat;

- 4) dapat memberikan lapangan usaha dan lapangan kerja baru bagi penduduk setempat.

b. Penentuan Lokasi dengan Persebarannya

Dalam hal ini, aspek keruangan industri menyangkut pemecahan masalah *kepadatan penduduk, persebaran penduduk, pengembangan daerah pedesaan, penjagaan kelestarian lingkungan hidup*, dan sebagainya. Pembangunan industri dilakukan untuk meningkatkan pendapatan nasional dan kesejahteraan penduduk, baik di pedesaan maupun di perkotaan. Sementara itu, lokasi persebaran industri ke daerah pedesaan harus sesuai dengan kondisi geografi daerah pedesaan yang bersangkutan.

c. Diferensiasi Areal Industri

Diferensiasi areal industri diarahkan kepada pemilihan kawasan yang tepat dan sesuai dengan jenis industri yang akan dikembangkan di kawasan tersebut. Kawasan industri terdiri dari komponen-komponen yang mendukung pembangunan industri, meliputi:

- 1) potensi sumber daya;
- 2) kemungkinan pengembangan transportasi dan komunikasi;
- 3) sumber daya energi;
- 4) keadaan lahan;
- 5) tenaga kerja;
- 6) pengembangan teknologi;
- 7) usaha menjaga kelestarian lingkungan;
- 8) pemasaran lokal, nasional, dan luar negeri.

3. Aspek Permukiman

Permukiman adalah bagian bumi yang dihuni manusia, meliputi sarana dan prasarana yang menunjang kehidupan penduduk yang menjadi satu kesatuan dengan tempat tinggal yang bersangkutan. Pada mulanya, manusia memilih tempat tinggal atau permukiman dengan syarat-syarat:

- a. cukup air;
- b. tanahnya subur;
- c. mudah untuk lalu lintas dan angkutan;
- d. mudah untuk mencari lapangan kerja;
- e. terlindung dari binatang buas.

Cobalah sebutkan syarat-syarat yang lainnya!

Akibat pertumbuhan penduduk yang terus meningkat, daerah-daerah yang tidak layak pun dijadikan tempat tinggal penduduk. Misalnya, lahan yang terlalu miring pun dijadikan permukiman dan daerah-daerah yang kotor juga dijadikan permukiman.

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan permukiman, yaitu faktor fisis, sosial, budaya, ekonomi, politik, dan sebagainya.

- a. **Faktor fisis**, meliputi:
 - 1) keadaan tanah,
 - 2) keadaan hidrografi,
 - 3) iklim,
 - 4) morfologi,
 - 5) sumber daya lainnya.
- b. **Faktor sosial**, meliputi:
 - 1) karakter demografinya,
 - 2) struktur dan organisasi sosial,
 - 3) relasi sosial antarpenduduk yang menghuni permukiman.
- c. **Faktor budaya**, meliputi:
 - 1) tradisi setempat,
 - 2) daya seni,
 - 3) kemampuan teknologi dan iklim pengetahuan penduduk.
- d. **Faktor ekonomi**, meliputi:
 - 1) harga tanah,
 - 2) kemampuan daya beli penduduk,
 - 3) lapangan penghidupan,
 - 4) transportasi dan komunikasi.
- e. **Faktor politik**, meliputi:
 - 1) keadaan negara dan pemerintahan,
 - 2) peraturan dan kebijakan.

Berikut ini akan diulas mengenai kondisi di permukiman daerah pedesaan, perkotaan, serta perencanaan dan pengembangan daerah permukiman.

a. Permukiman di Daerah Pedesaan

Persoalan yang paling penting tentang permukiman di daerah pedesaan, yaitu mengenai perencanaan. Daerah pedesaan yang umumnya identik dengan daerah pertanian, pola permukimannya dipengaruhi oleh pertanian yang bersangkutan. Permukiman yang rapat berkembang di daerah yang subur tanahnya.

Permukiman di desa-desa nelayan lingkungannya buruk sekali. Untuk menciptakan permukiman yang sehat dan memenuhi syarat diperlukan bimbingan dan pengarahan dari pihak yang berwenang.

b. Permukiman di Daerah Perkotaan

Permukiman di daerah perkotaan lebih kompleks daripada di daerah pedesaan. Penduduk perkotaan beraneka ragam tentang pekerjaan, pendidikan, dan sosial budayanya. Kualitas tempat tinggal penduduknya juga bervariasi, mulai dari rumah mewah sampai gubuk yang tidak layak dihuni.

Permukiman penduduk kota, semakin padat malah semakin menimbulkan masalah. Hal tersebut karena adanya pertumbuhan penduduk kota yang besar, baik dari kelahiran maupun perpindahan penduduk dari pedesaan. Oleh karena itu, di kota banyak timbul tempat tinggal penduduk yang kumuh (*slum*).

c. Perencanaan dan Pengembangan Daerah Permukiman

Untuk meningkatkan kesejahteraan penduduk, daerah permukiman penduduk jangan dibiarkan berkembang secara liar yang dapat menimbulkan masalah lingkungan. Untuk itulah, permukiman harus direncanakan dengan pola perencanaan yang baik. Dalam perencanaan dan pengembangan daerah permukiman tidak hanya pada penduduk yang sudah bermasyarakat secara teratur, tetapi juga pada permukiman penduduk lainnya termasuk suku terasing yang masyarakatnya belum teratur.

4. Aspek Transportasi dan Komunikasi

Transportasi adalah pemindahan benda maupun manusia dari satu tempat ke tempat lain. *Komunikasi* adalah pergerakan atau perpindahan bukan berbentuk benda, melainkan berupa berita, gagasan, buah pikiran, dan sebagainya. Transportasi dan komunikasi membawa pengaruh perkembangan dan perubahan fisik serta mental. Pengembangan dan pembangunan transportasi serta komunikasi dapat digunakan sebagai prasarana dan sarana untuk mengembangkan dan memajukan daerah terpencil.

a. Pembangunan Sarana Transportasi Sebagai Usaha Mengembangkan Daerah

Melalui kemajuan teknologi komunikasi (telepon, telegraf, radio, TV, internet, dan ponsel) kita dapat mengetahui peristiwa-peristiwa yang terjadi

di luar negeri. Namun, teknologi komunikasi dan teknologi transportasi tidak dapat mencapai semua permukaan bumi, terutama daerah-daerah yang terpencil.

Untuk memajukan daerah terpencil dapat dikembangkan prasarana dan sarana transportasi darat, air, atau udara.

- 1) Transportasi melalui darat berupa jalan raya dan jalan kereta api.
- 2) Transportasi melalui air berupa pelayaran sungai, pelayaran antarpulau, dan pelayaran samudera.
- 3) Transportasi melalui udara, yaitu dengan pesawat terbang. Khusus daerah terpencil dengan menggunakan penerbangan perintis.

Apabila transportasi dan komunikasi ke daerah terpencil lancar maka potensi yang ada di daerah, seperti hasil pertanian, sumber daya mineral, dan keindahan alamnya dapat dikembangkan sehingga kesejahteraan penduduknya dapat meningkat. Tentunya, prasarana dan sarana transportasi yang dikembangkan harus cocok dengan kebutuhan daerah yang bersangkutan.

b. Pengkajian Areal Pusat Transportasi

Angkutan di darat, perairan, maupun udara memerlukan pusat-pusat persinggahan. Pusat-pusat itu di darat berupa terminal kendaraan, di perairan berupa pelabuhan, dan di udara berupa lapangan terbang (bandara). Pemilihan pusat-pusat persinggahan tersebut memerlukan penelitian agar lokasinya dapat memenuhi syarat-syaratnya. Sebagai contoh, untuk pembangunan pelabuhan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- 1) morfologi pantai harus memungkinkan untuk pelabuhan;
- 2) kedalaman perairan harus dalam;
- 3) daerah daratan, pantainya dapat menyediakan berbagai kebutuhan pelabuhan (air bersih, tenaga kerja, bahan makanan, bahan bakar, dan sebagainya);
- 4) prasarana dan sarana transportasi darat;
- 5) kemungkinan menjaga kelestarian lingkungan;
- 6) kemungkinan untuk perluasan.

c. Pengkajian Hubungan dengan Aspek Kehidupan Lainnya

Untuk mengungkapkan tingkat kemajuan wilayah setempat berkenaan dengan berbagai aspeknya maka harus diteliti pula aspek-aspek kehidupan lainnya. Aspek-aspek itu, antara lain sumber daya hutan, sumber daya mineral, hasil perikanan, hasil pertanian, sumber daya kepariwisataan, dan hasil kerajinan.

5. Aspek Sumber Daya

Sumber daya adalah semua potensi dan lingkungan yang dapat memenuhi kebutuhan hidup manusia. Persediaan ini akan menjadi sumber daya bilamana dapat digunakan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (bahan pangan, tempat berlindung, penghangat badan, transportasi, dan sebagainya).

Suatu potensi, baru akan menjadi sumber daya jika kemampuan budaya telah dapat memanfaatkannya. Kekayaan yang tersimpan di dalam bumi tidak akan berkembang atau belum bermanfaat jika kemampuan ilmu dan teknologinya belum digunakan. Bagi bangsa yang tingkat ilmu dan teknologinya sudah maju atau tinggi, sumber daya yang berada di negara lain pun sudah dapat dimanfaatkan.

Kemampuan dan batas kemampuan sumber daya dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk dan kemajuan ilmu dan teknologi. Akibat pertumbuhan penduduk dan penerapan teknologi modern, sumber daya yang tidak dapat diperbarui akan cepat terkuras habis. Untuk hal tersebut, kita harus melaksanakan penghematan.

TUGAS 2

1. Tulis pada kertas tentang areal pertanian, industri, permukiman, perkebunan, ataupun kehutanan (kalau ada) di tempat tinggalmu. Beri penjelasan secukupnya!
2. Buatlah laporan ke gurumu dalam bentuk paper!
3. Diskusikan di dalam kelas!

Kata Kunci

- Geographiein
- Geografi
- Wilayah
- Physical geography
- Human geography
- Population geography
- Economic geography
- Political geography
- Settlement geography
- Social geography
- Regional geography
- Konsep dasar geografi
- Pendekatan keruangan
- Pendekatan ekologi
- Pendekatan kronologi
- Prinsip spasial
- Permukiman
- Transportasi
- Komunikasi

RANGKUMAN

1. Geografi berasal dari kata *geographie* (bahasa Yunani). *Geo* artinya bumi dan *graphie* artinya tulisan, uraian, lukisan atau deskripsi (pemerian).
2. Cabang-cabang geografi, meliputi geografi fisik, geografi manusia yang mempunyai cabang, yaitu geografi penduduk, geografi ekonomi, geografi politik, geografi permukiman. Cabang yang ketiga adalah geografi regional.
3. Ilmu penunjang geografi adalah antropologi, biologi, demografi, ekonomi, ekologi, geomorfologi, hidrologi, klimatologi, meteorologi, oseanografi, dan sosiologi.
4. Konsep dasar geografi ada 10, yaitu konsep aglomerasi, diferensiasi area, interaksi dan interdependensi, jarak, keterjangkauan, keterkaitan keruangan, lokasi, morfologi, nilai kegunaan, dan konsep pola.
5. Pendekatan geografi, meliputi pendekatan keruangan, pendekatan ekologi, pendekatan kronologi, pendekatan sistem. Adapun pendekatan keruangan, meliputi pendekatan topik, pendekatan aktivitas, pendekatan regional.
6. Prinsip-prinsip geografi, meliputi prinsip penyebaran (distribusi), prinsip hubungan (interaksi), prinsip menjelaskan (deskripsi atau eksplanasi), prinsip keruangan (spasial).
7. Aspek-aspek geografi adalah aspek pertanian, aspek industri, aspek permukiman, aspek transportasi dan komunikasi, aspek sumber daya.

Evaluasi Akhir Bab

A. Tulis jawaban soal-soal berikut ini pada buku tulismu!

1. Ilmu yang mempelajari persamaan-persamaan dan perbedaan fenomena geosfer dengan sudut pandang kewilayahan atau kelingkungan dalam konteks keruangan, disebut . . .
 - A. biologi
 - B. ekologi
 - C. geologi
 - D. geografi
 - E. sosiologi

2. Ilmu yang mempelajari gejala fisik permukaan bumi yang meliputi tanah, air, udara dengan segala prosesnya disebut
 - A. geografi regional
 - B. geografi permukiman
 - C. geografi manusia
 - D. geografi fisik
 - E. geografi sosial

3. Yang termasuk gejala alamiah ialah
 - A. litosfer, atmosfer, dan sosial
 - B. litosfer, atmosfer, dan hidrosfer
 - C. litosfer, hidrosfer, dan sosial
 - D. atmosfer, hidrosfer, dan sosial
 - E. politik, sosial, dan kependudukan

4. Ilmu yang mempelajari aspek keruangan gejala di permukaan bumi, terutama objek manusia termasuk kependudukan, kegiatan ekonomi, politik, sosial, dan budaya disebut
 - A. geografi regional
 - B. geografi permukiman
 - C. geografi manusia
 - D. geografi fisik
 - E. geografi sosial

5. Ilmu yang mempelajari hubungan manusia dengan lingkungannya dan berbagai persebaran manusia pada wilayah tertentu, baik lokal, negara, maupun benua disebut
 - A. geografi regional
 - B. geografi permukiman
 - C. geografi manusia
 - D. geografi fisik
 - E. geografi sosial

6. Tokoh yang menyatakan bahwa geografi adalah ilmu yang mempelajari tentang pengaruh lingkungan alam pada aktivitas manusia adalah
 - A. Friedrich Ratzel
 - B. Hartshorne
 - C. Strabo
 - D. Alexander
 - E. Yeates

7. Bintarto menyatakan bahwa geografi adalah
- ilmu pengetahuan tentang bumi dan kehidupan makhluk hidup yang ada di atasnya
 - ilmu yang berguna untuk memberikan deskripsi yang beraturan tentang permukaan bumi
 - ilmu yang memperhatikan perkembangan rasional dan lokasi di permukaan bumi
 - ilmu pengetahuan yang menceritakan dan menerangkan sifat bumi, menganalisis gejala alam dan penduduk, mempelajari corak khas dalam kehidupan, dan berusaha mencari unsur-unsur bumi dalam ruang dan waktu
 - ilmu yang mempelajari pengaruh lingkungan alam pada aktivitas manusia
8. Seorang tokoh geografi yang membuat karya tulis berjudul *Geographyca* adalah
- Hartshorne
 - Yeates
 - Bintarto
 - Strabo
 - Eratosthenes
9. Ruang lingkup kajian geografi digolongkan atas tiga pokok utama, yaitu mempelajari tentang
- lokasi, hubungan keruangan, dan manusia
 - lokasi, ciri-ciri regional, dan manusia
 - lokasi, hubungan keruangan, dan ciri-ciri regional
 - hubungan keruangan, ciri-ciri regional, dan manusia
 - lokasi, alam, dan manusia
10. Ruang lingkup kajian geografi yang mempelajari hubungan antara manusia dengan lingkungan alam, upaya pelestarian alam, dan perubahan bentuk muka bumi adalah
- lokasi
 - waktu
 - hubungan keruangan
 - ciri-ciri regional
 - sosial
11. Konsep lokasi yang berdasarkan garis lintang dan garis bujur disebut konsep
- keterjangkauan
 - aglomerasi
 - jarak
 - lokasi relatif
 - lokasi absolut

18. Mode berpikir sintetis yang diterapkan kepada masalah yang merupakan suatu sistem, disebut pendekatan
- A. topik
 - B. regional
 - C. ekologi
 - D. kronologi
 - E. sistem
19. Aspek-aspek geografi, meliputi aspek
- A. pertanian, industri, peternakan, transportasi dan komunikasi, serta sumber daya
 - B. pertanian, industri, peternakan, transportasi dan komunikasi, serta perikanan
 - C. pertanian, industri, permukiman, transportasi dan komunikasi, serta sumber daya
 - D. pertanian, industri, peternakan, perikanan, dan pertambangan
 - E. pertanian, industri, peternakan, perikanan, dan kehutanan
20. Semua potensi dan lingkungan yang dapat memenuhi kebutuhan hidup manusia, disebut
- A. kekayaan alam
 - B. potensi alam
 - C. lingkungan alam
 - D. sumber alam
 - E. sumber daya

B. Jawab soal-soal berikut ini dengan singkat dan jelas pada buku tulismu!

1. Sebutkan 5 orang yang mengemukakan batasan geografi!
2. Sebutkan tiga cabang geografi!
3. Sebutkan 5 ilmu penunjang geografi (tanpa penjelasan)!
4. Sebutkan 10 konsep dasar geografi (tanpa penjelasan)!
5. Sebutkan 4 pendekatan geografi (tanpa penjelasan)!
6. Sebutkan 4 prinsip geografi (tanpa penjelasan)!
7. Sebutkan 5 aspek geografi (tanpa penjelasan)!

Bab II

Sejarah Pembentukan Bumi



Sumber: National Geographic Wallpaper

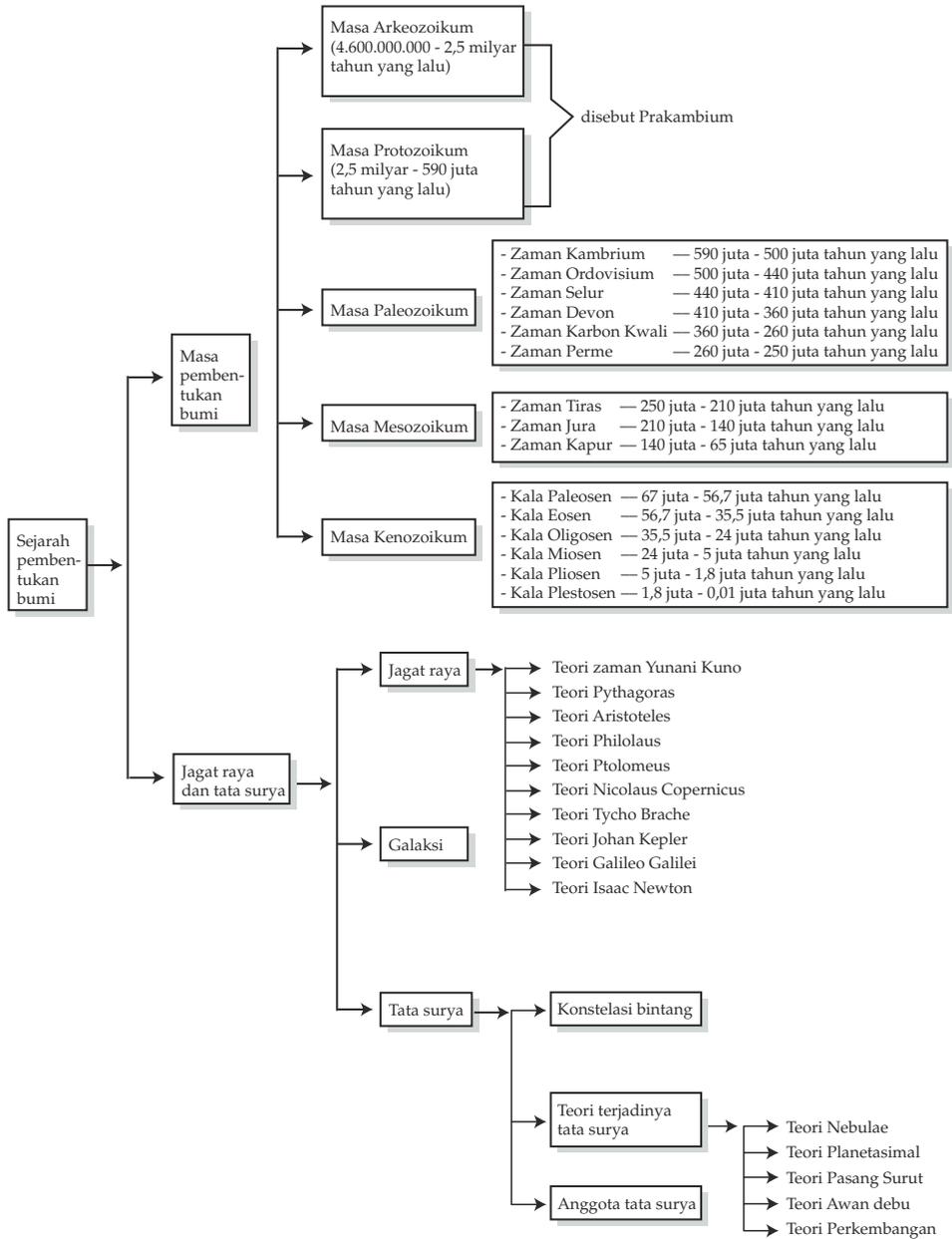
Bumi terbentuk bersamaan dengan planet lainnya sebagai anggota tata surya kita

TUJUAN PEMBELAJARAN

Siswa dapat:

1. menyimpulkan sejarah pembentukan bumi;
2. menguraikan teori terjadinya jagad raya dan tata surya.

PETA KONSEP



Berdasarkan penelitian para ahli bahwa bumi terbentuk bersamaan dengan planet-planet lainnya sebagai anggota tata surya kita dalam waktu yang bersamaan. Ini terbukti bahwa peredaran planet-planet (termasuk bumi) beredar mengelilingi matahari pada lintasannya yang hampir satu bidang. Berikut ini akan kita bahas tentang pembentukan bumi, tata surya serta jagat raya.

A. Pembentukan Bumi

1. Proses Terjadinya Bumi

a. Kapan Bumi Terbentuk

Penyelidikan pertama pada abad ke-19, berdasarkan fosil dan batuan (secara geologi) menyatakan bahwa bumi terbentuk pada 4,6 milyar tahun yang lalu (4.600 juta tahun yang lalu). Adapun seluruh tata surya kita terbentuk dalam waktu yang sama.

b. Bagaimana Bumi Terbentuk

Ada beberapa teori terbentuknya bumi sebagaimana teori terbentuknya tata surya. Dari beberapa teori, sebagian besar orang percaya bahwa tata surya terbentuk dari awan gas dan debu yang berputar. Awan gas dan debu makin lama makin menyusut disebabkan oleh pengaruh gaya berat, sehingga temperatur dan tekanannya bertambah besar menjadi matahari yang sangat panas. Matahari tersebut sambil berputar cepat melepaskan material debu yang telah memadat. Material inilah yang menjadi bumi dan planet-planet lainnya.

2. Sejarah Perkembangan Muka Bumi (*Pangea Gondwana*)

Bumi kita terbentuk dimulai dari 4.600.000.000 tahun yang lalu dan mengalami beberapa perkembangan sampai terbentuk seperti saat ini. Pada awal terbentuknya, bumi masih berupa bola api yang mengalami akumulasi panas akibat kontraksi gravitasi, peluruhan radioaktif dan hujan meteorit. Masa itu disebut *masa Arkeozoikum* yang berakhir sampai pada sekitar 2.500.000.000 tahun yang lalu. Selanjutnya, inti bumi yang merupakan cairan besi dan nikel memisahkan diri dari mantel bumi. Penguapan gas besar-besaran dari dalam bumi bersama-sama dengan hidrogen dan helium membentuk atmosfer primitif yang kemudian menyebabkan proses pendinginan bagian bumi secara berangsur-angsur membentuk kerak bumi.

Masa Arkeozoikum merupakan awal pembentukan batuan kerak bumi yang berkembang menjadi protokinten. Batuan masa ini ditemukan di bagian dunia yang lazim disebut *kraton* atau *perisai dunia*. Batuan yang tertua pada masa ini tercatat pada umur 3.800.000.000 tahun yang lalu. Pada masa ini pula tercatat sebagai awal munculnya kehidupan primitif di dalam samudera berupa ganggang dan bakteri (mikroorganisme). Hal itu dibuktikan dengan ditemukan fosil *Cyanobacteria* dan *Stromatin* yang berusia 3.500.000.000 tahun.

Pada masa Protozoikum (2,5 milyar - 590 juta tahun yang lalu) mulai terjadi perkembangan hidrosfer dan atmosfer serta dimulainya kehidupan yang lebih kompleks. Sebelumnya dari hewan uniseluler menjadi multiseluler (*eukariotik*, *prokariotik*). Masa Arkeozoikum dan masa Protozoikum dikenal sebagai masa *Prakambrium*. Masa Palaeozoikum dibagi menjadi 6 zaman, yaitu sebagai berikut.

- a. Zaman Kambrium (590 juta - 500 juta tahun yang lalu)
Pada zaman ini, bumi masih berbentuk lautan yang luas dengan daratan yang disebut *Gondwana*. Gondwana ini yang merupakan cikal bakal pulau atau negara India, Afrika, sebagian Asia, Australia, Antartika, dan lainnya.
- b. Zaman Ordovisium (500 juta - 440 juta tahun yang lalu)
Pada zaman ini, daratan Gondwana masih menutupi celah-celah samudera. Meluapnya samudera dan terjadinya zaman es adalah sebagian peristiwa yang terjadi pada masa ini.
- c. Zaman Selur (440 juta - 410 juta tahun yang lalu)
Pada zaman ini terjadi pembentukan kereta pegunungan yang melintasi daerah-daerah yang sekarang kita kenal sebagai daerah Skandinavia, Skotlandia, dan pantai Amerika Utara.
- d. Zaman Devon (410 juta - 360 juta tahun yang lalu)
Pada zaman ini terjadi penyurutan samudera hingga menyebabkan benua raksasa Gondwana, daerah Eropa Timur, dan Greenland terjadi pada masa ini.
- e. Zaman Karbon Kwali (360 juta - 260 juta tahun yang lalu)
Pada zaman ini mulai terjadi penyatuan benua dan membentuk daratan (*pangea*) yang iklim daerahnya tergantung kepada letak geografis dan astronomis masing-masing.
- f. Zaman Perm (260 juta - 250 juta tahun yang lalu)
Pada zaman ini, Benua Pangea bergabung bersama membentuk daratan. Air mulai menyusut karena terjadi pembekuan di daerah Antartika dan Afrika yang menyebabkan terjadinya iklim kering gurun pasir di daerah utara.

Masa Mesozoikum terbagi pula menjadi 3 zaman, yaitu sebagai berikut.

- a. Zaman Trias (250 juta - 210 juta tahun yang lalu)
Pada zaman ini, Benua Pangea bergerak ke arah utara dan daerah gurun terbentuk. Lembaran es di daerah selatan mulai mencair dan celah-celah antara benua mulai terbentuk di Pangea.

- b. Zaman Jura (210 juta -140 juta tahun yang lalu)
Pada zaman ini, Benua Pangea terpecah, yaitu daratan yang sekarang dikenal sebagai Amerika Utara memisahkan diri dari daratan yang dikenal sekarang sebagai Afrika. Selain itu, daratan yang sekarang dikenal sebagai Amerika Selatan memisahkan diri dari daratan yang sekarang lebih dikenal sebagai Antartika dan Australia.
- c. Zaman Kapur (140 juta - 65 juta tahun yang lalu)
Sebuah pulau yang sekarang dikenal sebagai negara India terlepas dari Afrika daratan utamanya, menuju daerah Asia dan terbentuklah iklim sedang di daerah India.

Masa Kenozoikum terbagi menjadi 6 zaman, yaitu sebagai berikut.

- a. Kala Paleosen (67 juta - 56,7 juta tahun yang lalu)
Kala Paleosen merupakan awal munculnya hewan pemakan rumput, primata, burung, dan sebagian reptil. Kala Paleosen ditandai dengan kegiatan magma secara intensif, busur lava yang besar, dan hujan meteorit. Kegiatan magma yang menghasilkan aliran lava yang sangat luas dan rempah gunung api menyebabkan hujan asam serta terhalangnya sinar matahari. Hujan meteorit menyebabkan badai angin, Tsunami, serta kebakaran hutan yang sangat luas.
- b. Kala Eosen (56,7 juta - 35,5 juta tahun yang lalu)
Pecahnya Benua Pangea berakhir dan perputaran antara benua yang satu dengan yang lainnya dimulai. Daerah Afrika menabrak daerah Eropa dan daerah India masih bergerak menuju daerah Asia, mengangkat Pegunungan Alpen dan Pegunungan Himalaya. Tekanan antara benua membentuk cekungan samudera melebar dan menyebabkan permukaan air laut merendah.
- c. Kala Oligosen (35,5 juta - 24 juta tahun yang lalu)
Daratan bertambah luas, sedangkan laut menyempit, pergerakan kerak benua terjadi secara luas di daerah Amerika dan Eropa. Pegunungan Alpen di Eropa mulai terbentuk pada kala Oligosen ini. Karena iklim yang lebih dingin terjadi di berbagai bagian dunia, maka hutan mulai berkurang, sedangkan padang rumput meluas. Hal itu menyebabkan hewan pemakan rumput tumbuh secara pesat.
- d. Kala Miosen (24 juta - 5 juta tahun yang lalu)
Pada kala ini padang rumput semakin luas, sementara hutan semakin berkurang.
- e. Kala Pliosen (5 juta - 1,8 juta tahun yang lalu)
Sejumlah besar tumbuhan habis karena cuaca yang semakin dingin.
- f. Kala Plestosen (1,8 juta - 0,01 juta tahun yang lalu)
Kala Plestosen lebih dikenal sebagai *zaman es*, karena pada masa ini

terjadi beberapa kali *glasiasi*. Lima glasiasi terbesar terjadi pada 1,6 juta, 900.000, 600.000, 200.000, dan 25.000 tahun yang lalu.

Pada kala Plestosen terjadi zaman es. Pada zaman es (zaman glasial) ini sebagian besar daerah Eropa, Amerika bagian utara, dan Asia bagian utara ditutupi oleh es, begitu pula Pegunungan Alpen, Himalaya, dan Cherpathia. Di antara zaman-zaman es ini terdapat zaman interglasial, yaitu iklim bumi benar-benar lebih hangat.

3. Karakteristik Perlapisan Bumi

a. Struktur Dalam Bumi

Struktur dalam bumi terdiri atas:

- 1) kerak bumi, tersusun oleh granit dan basal;
- 2) selubung bumi berupa sisik silikat;
- 3) mantel, berupa sulfida dan oksida;
- 4) inti cair (luar) berupa Ni (nikel) dan Fe (besi), serta inti padat (dalam) berupa Ni dan Fe.



Sumber: e.explore Earth

Gambar 2.1 Struktur dalam bumi

Dari ruang antariksa, bumi terlihat sebagai bola cerah yang indah warnanya. Bumi memantulkan sinar matahari karena 70% permukaannya tertutup air. Di kedua tudung es kutub yang putih mengkilap, terbentang samudera-samudera biru tua dan benua-benua yang berwarna kecoklatan.

Menurut ilmuwan, bumi lahir pada 4,6 milyar tahun yang lampau. Pada waktu itu, masih merupakan massa batuan yang masih merah membara dan cair. Setelah jutaan tahun, batuan itu mendingin dan membentuk kerak bumi yang padat. Kadangkala, kerak tersebut retak selama pendinginan sedang berlangsung. Batuan yang meleleh dari bagian dalam menyembul keluar melewati retakan kemudian membeku di permukaan.

Pada waktu kerak bumi mendingin, uap dan gas lain keluar dari dalam. Uap itu mengembun menjadi air permukaan bumi. Gas lainnya tetap berada di atas permukaan bumi menjadi lapisan atmosfer. Gaya tarik bumi menahan gas tersebut hingga tetap berada di permukaan bumi.

b. Energi Panas Bumi

Jauh di bawah permukaan bumi terdapat panas yang tinggi. Semua benda menjadi cair termasuk batu yang disebut *magma*. Magma ini memanasi batuan di kerak bumi, termasuk air. Bila uap panas mencapai permukaan bumi akan muncul sebagai *geyser*, *fumarol*, dan kubangan lumpur air panas atau mata air panas.

Geysir adalah pancaran air panas yang disebabkan oleh aktivitas gunung api. Di darat terdapat ± 10.000 air mancur panas. *Geysir* tertinggi terdapat di Amerika Serikat, yaitu 115 m di Taman Nasional Yellow Stone National Park dan diberi nama *The Old Faithful*.

4. Analisis Teori Tektonik Lempeng dan Kaitannya dengan Persebaran Gunung Api dan Gempa Bumi

Bentuk muka bumi yang tidak rata atau bergelombang ini terdiri dari daratan dan dasar lautan. *Dasar lautan* adalah muka bumi yang lebih rendah daripada daratan. Dasar lautan menjadi tempat menggenangnya air laut. Perubahan bentuk muka itu disebabkan oleh tenaga dari dalam bumi (endogen) maupun tenaga dari luar bumi (eksogen).

a. Teori Tektonik Lempeng (*Plate Tectonic Theory*)

Lempeng ialah bagian litosfer yang mempunyai ukuran besar pada panjang dan lebar, tetapi pada arah vertikal atau tebalnya berukuran kecil. *Teori Tektonik Lempeng* ialah suatu teori yang menerangkan proses dinamika bumi tentang pembentukan jalur pegunungan, jalur gunung api, jalur gempa bumi, dan pengendapan di muka bumi yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng.

Menurut teori tersebut, kerak bumi dapat diibaratkan suatu rakit yang sangat kuat dan relatif dingin mengapung di atas mantel (astenosfer) yang liat dan sangat panas, atau sebagai pulau es yang mengapung di air laut.

Kerak bumi menutupi seluruh permukaan bumi. Namun, akibat adanya aliran panas yang mengalir di dalam mantel (astenosfer) kerak bumi ini pecah menjadi beberapa bagian yang lebih kecil dan disebut *lempeng kerak bumi*. Arus konveksi merupakan sumber kekuatan utama yang menyebabkan terjadinya pergerakan lempeng.

1)

Ada dua jenis kerak bumi, yaitu sebagai berikut.

- a) *Kerak samudera* yang tersusun oleh batuan bersifat basa dan sangat basa, dijumpai di dasar samudera yang sangat dalam. Tebal lapisan ini sekitar 10 km.
- b) *Kerak benua*, tersusun oleh batuan asam dan lebih tebal dari kerak samudera. Tebal lapisan ini sekitar 40 km.

2)

Pergerakan lempeng kerak bumi ada tiga, yaitu sebagai berikut.

- a) *Pergerakan saling mendekat*, menyebabkan tumbukan sehingga salah satu dari lempeng akan menunjam ke bawah lempeng yang lain. Daerah penunjaman membentuk suatu palung yang dalam. Biasanya, merupakan jalur gempa bumi yang kuat. Di belakang jalur penunjaman akan terbentuk rangkaian kegiatan magmatik dan gunung api serta berbagai cekungan pengendapan. Salah satu contohnya terjadi di Indonesia. Pertemuan-pertemuan antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia menghasilkan jalur penunjaman di selatan Pulau Jawa; jalur gunung api Sumatera, Jawa, dan Nusa Tenggara; serta berbagai cekungan, seperti Cekungan Sumatera Utara, Sumatera Tengah, Sumatera Selatan, dan Cekungan Jawa Barat.
- b) *Pergerakan saling menjauh*, menyebabkan penipisan dan perenggangan kerak bumi. Akhirnya terjadi pengeluaran material baru dari mantel yang membentuk jalur magmatik atau gunung api, maupun kerak bumi baru yang membentuk pematang tengah samudera dan tanggul dasar samudera. Misalnya, perenggangan Lempeng Samudera Pasifik yang bergerak ke arah barat dan timur telah menyebabkan terbentuknya rangkaian gunung api bawah laut di tengah Samudera Pasifik, sekitar Kepulauan Hawaii dan Benua Afrika.
- c) *Pergerakan saling berpapasan*, dicirikan oleh adanya sesar mendatar yang besar, seperti halnya sesar besar San Andreas di Amerika. Pada pergerakan lempeng saling berpapasan yang hanya menyebabkan gesekan dan tidak disertai penunjaman.

Ketiga pergerakan lempeng itu dipengaruhi oleh tenaga dari dalam bumi yang di sebut *tenaga endogen*. Tenaga endogen ini dipengaruhi oleh arus

3)

-

Perhatikan peta pada gambar 2.3!

Berdasarkan peta lempeng di atas, lempeng-lempeng tersebut adalah sebagai berikut:

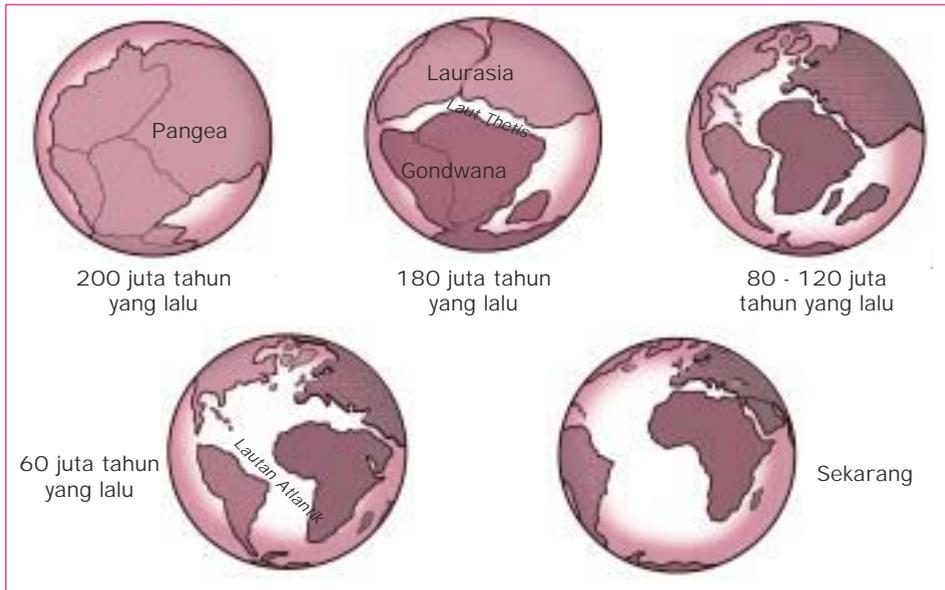
- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| a) Lempeng Eurasia, | j) Lempeng Pasifik, |
| b) Lempeng Turki, | k) Lempeng Amerika Utara, |
| c) Lempeng Afrika, | l) Lempeng Cocos, |
| d) Lempeng Iran, | m) Lempeng Nazca, |
| e) Lempeng Indo-Australia, | n) Lempeng Antartika, |
| f) Lempeng Alpina, | o) Lempeng Karibia, |
| g) Lempeng Pleoart, | p) Lempeng Amerika Selatan, |
| h) Lempeng Solomon, | q) Lempeng Adriatik, |
| i) Lempeng Fiji, | r) Lempeng Hellenik. |

4)

-

Bentukan-bentukan yang diakibatkan oleh gerak lempeng adalah sebagai berikut (lihat gambar 2.3).

- a) Punggungan, yaitu:
- (1) Punggungan Carlsberg,
 - (2) Punggungan Atlantik Hindia,
 - (3) Punggungan Hindia,
 - (4) Punggungan Macquarie,
 - (5) Punggungan Pasifik Timur,
 - (6) Punggungan Atlantik Tengah.
- b) Palung (*trench* atau *trog*), yaitu:
- (1) Palung Jawa,
 - (2) Palung Mindanau (palung terdalam) terletak antara Pulau Sulawesi dan Pulau Mindanau (Filipina),
 - (3) Palung Kuril,
 - (4) Palung Jepang,
 - (5) Palung Mariana,
 - (6) Palung New Hebrides,
 - (7) Palung Tonga,
 - (8) Palung Aleut,
 - (9) Palung Antartika.

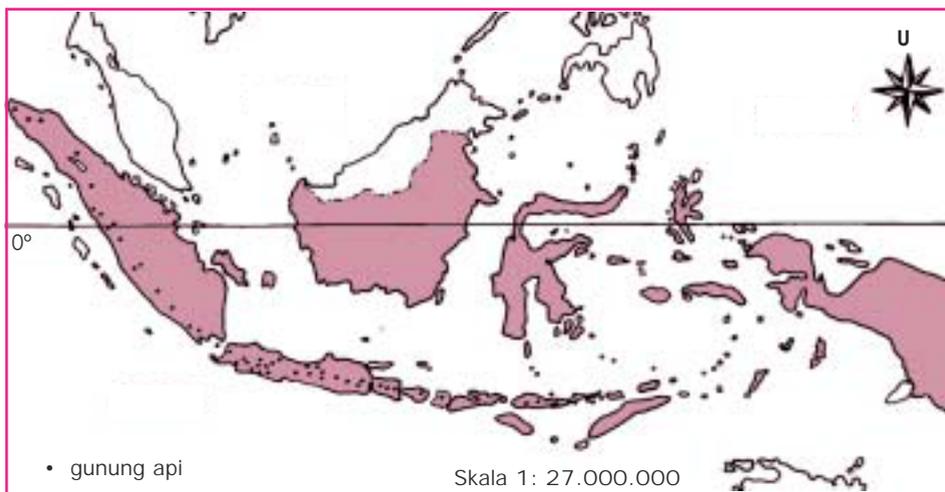


Gambar 2.4 Evolusi daratan

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer 2

b. Persebaran Gunung Api

Gunung api adalah gunung yang mempunyai lubang kepundan sebagai tempat keluarnya magma atau gas ke permukaan bumi. Indonesia adalah negara yang kaya akan gunung api, berjumlah sekitar 129 buah. Persebarannya dapat diperhatikan pada peta berikut ini.



Gambar 2.5 Peta Persebaran Gunung Api di Indonesia

Sumber: Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa

Gunung api di Indonesia dapat dikelompokkan sebagai berikut.

- 1) **Kumpulan Sunda**, memanjang dari ujung Sumatera Utara, Jawa, Bali, sampai Alor (termasuk busur dalam rangkaian Pegunungan Lipatan Muda Mediterania).
- 2) **Kumpulan Banda**, tinggi gunung tidak lebih dari 1.000 m yang muncul dari dasar laut di Laut Banda (termasuk rangkaian Pegunungan Mediterania).
- 3) **Kumpulan Minahasa dan Sangihe Talaud**, yaitu gunung api yang sangat aktif (termasuk Pegunungan Sirkum Pasifik), misalnya Gunung Soputan dan Gunung Lokon.
- 4) **Kumpulan Halmahera**, terdapat di bagian tengah daerah ini, yaitu antara Makian dan Tobelo (termasuk Pegunungan Alpen, Australia). Misalnya, Gunung Api Tidore dan Gunung Api Maitara.
- 5) **Kumpulam Bhontain**, di Sulawesi Selatan merupakan kompleks gunung api besar, tetapi sudah tidak aktif lagi.



Sumber: Geografi Kurikulum 1984. Moh. Ma mur Tanudidjaja

Gambar 2.6 Peta Busur Kepulauan di Indonesia



— Rangkaian pegunungan lipatan muda
 - - - Rangkaian pegunungan di dasar laut

Sumber: Geografi Kurikulum 1984. Moh. Ma mur Tanudidjaja

Gambar 2.7
 Peta Sistem Pegunungan Lipatan Muda di Dunia (Sirkum Pasifik dan Mediterania)

c Persebaran Gempa Bumi

Gempa bumi adalah guncangan tiba-tiba yang terjadi akibat proses endogen pada kedalaman tertentu. Kerak bumi tempat kita tinggal ini terdiri atas sejumlah lempeng atau bongkahan besar yang selalu bergerak. Pergerakan ini menyebabkan terlepasnya energi yang menimbulkan getaran sehingga dapat mengguncangkan permukaan bumi. Peristiwa inilah yang disebut gempa bumi. Alat untuk mengukur kekuatan gempa disebut **Seismograf**.

1)

- Persebaran gejala seismik di dunia meliputi daerah berikut ini:
- Eropa, meliputi daerah Pegunungan Apenina dan Dinarida;
 - Asia, meliputi Indonesia, Jepang, dan sekitar Danau Baikal;
 - Afrika, meliputi daerah Patahan Afrika Timur memanjang dari selatan sampai utara;
 - Australia, meliputi Irian Timur, Hebrides, Salomon, Tongga dan Kermadock, dan Selandia Baru;
 - Amerika Utara, meliputi Pegunungan Rocky di tepi Pantai Pasifik;
 - Amerika Tengah, meliputi daerah Guatemala;
 - Amerika Selatan, meliputi Pegunungan Andes.

Sebagian besar pusat gempa di Indonesia terdapat di dasar laut.

- Episentrum di dasar laut, meliputi:
 - laut di sebelah timur Kalimantan (Selat Makassar),
 - sebelah selatan Pulau Jawa,
 - Selat Sunda,
 - laut di sekeliling Sulawesi,
 - lereng antarpegunungan Irian Jaya,
 - sekeliling Laut Banda.
- Episentrum di daratan, meliputi sepanjang Patahan Semangko di Bukit Barisan, Sumatera.

2)

Ada beberapa gempa bumi yang pernah terjadi di dunia dengan kekuatan yang sangat besar, yaitu sebagai berikut.

- Lisboa (Lisabon), tahun 1755. Sekitar 60.000 orang meninggal dunia.
- Jepang, tahun 1891 dan 1923. Korban jiwa sekitar 140.000 orang.
- San Francisco, tahun 1906 menyebabkan kerugian sebanyak 250 juta dollar AS.
- Chilli, tahun 1960. Tanah retak dan timbul gunung-gunung api baru yang menyebabkan kerusakan besar dan korban manusia.

- e) Aljazair, tahun 1960.
 f) Indonesia, lihat tabel berikut ini!

Tabel 2.1 Daerah Gempa di Indonesia Tahun 1913-1997

No.	Tahun	Daerah Gempa	Keterangan
1.	1913	Sangihe	besar
2.	1916	Maos	setempat
3.	1917	Bali	besar, korban 1.500 jiwa
4.	1923	Kalimantan bagian timur laut dan Selat Sagewin	
5.	1924	Wonosobo	setempat
6.	1926	Padang Panjang atau Dataran Tinggi Padang	besar, korban 4.000 jiwa
7.	1931	Bumiayu	setempat
8.	1932	Minahasa atau timur laut Sulawesi	besar
9.	1933	Liwa	besar
10.	1943	Bumiayu	setempat
11.	1961	Endeh (NTB)	setempat
12.	1976	Irian Jaya	besar, korban 5.000 orang (Juni, Oktober, dan November) dengan kekuatan gempa 6,8; 6,5; dan 5,9 Skala Richter
13.	1976	Bali	korban 1.000 orang, dengan kekuatan gempa 5,5 Skala Richter
14.	1977	Ambon	besar
15.	1977	Lunyak (NTB)	besar, korban 100 jiwa
16.	1996	Pulau Biak Irian Jaya	besar
17.	1997	Liwa	besar, korban 550 jiwa
18.	2004	Nanggroe Aceh Darussalam	besar, korban 126.915 jiwa
19.	2006	Yogyakarta	besar
20.	2006	Pangandaran	sedang

Sumber: Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa (sedikit tambahan oleh penulis)

TUGAS 1

Buat tabel pembagian masa atau zaman terbentuknya bumi seperti di bawah ini pada buku tulismu! Setelah itu, diskusikan dan serahkan pada guru geografi Anda!

No.	Masa	Zaman	Tahun	Penjelasan

B. Tata Surya dan Jagat Raya

1. Jagat Raya

Jagat raya atau **ruang angkasa** adalah suatu ruang tak terbatas yang terletak antara benda-benda langit (antara planet-planet, satelit-satelit, dan galaksi-galaksi) yang tidak terhingga luasnya dan belum diketahui secara pasti luasnya oleh manusia. Itulah sebabnya, manusia mencoba menyelidiki jagat raya atau ruang angkasa tersebut, sehingga muncullah pandangan atau pendapat seperti berikut ini.

a. Zaman Yunani Kuno

Orang Yunani beranggapan bahwa bumi diatur oleh dewa-dewa yang dipimpin oleh Dewa Zeus (baca: suis) sebagai dewa guntur. Adapula Dewa Matahari yang disebut Helios (bahasa Romawi Apollo) yang tiap pagi mengendarai kereta perang (**chariot** dalam bahasa Inggris) dari timur ke barat.

b. Pythagoras

Pythagoras hidup tahun 2500 Sebelum Masehi. Ia berpendapat bahwa bumi itu seperti bola tanpa pangkal dan ujung yang bergerak melayang-layang.

c. Aristoteles

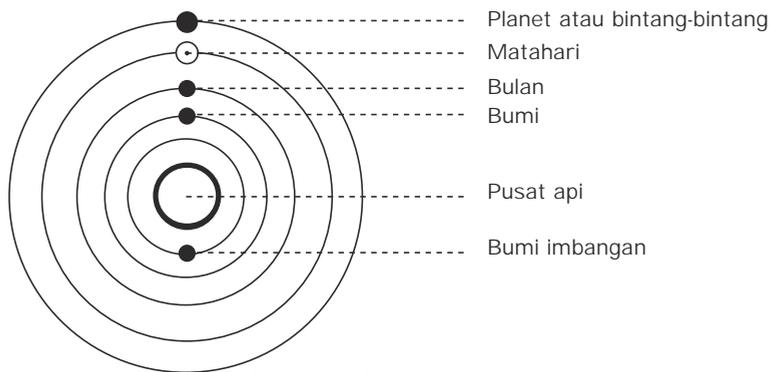
Aristoteles hidup 200 tahun setelah Pythagoras. Ia berpendapat bahwa matahari, planet-planet, bintang-bintang beredar mengelilingi bumi. Menurutnya pula terdapat 8 langit di atas bumi terdiri dari kristal (kaca) yang tembus cahaya. Langit yang terdekat adalah **langit bulan** yang beredar pada bumi dan “terikat” padanya.

Di atasnya terdapat **Langit Mercurius** dan **Langit Venus**. Setelah itu terdapat langit-langit dari Matahari, Mars, Yupiter, dan Saturnus. Sementara bintang-bintang “terikat” pada langit ke delapan.

Aristoteles tidak percaya dongengan pendeta-pendeta tentang Dewa Matahari Helios dan dewa-dewa yang bersemayam di Gunung Olympus. Aristoteles dijuluki **atheis** dan diusir dari negaranya. Ia pun meninggal di negara asing.

d. Philolaus

Philolaus hidup pada akhir abad ke-5 SM. Ia berpendapat bahwa pusat peredaran benda-benda antariksa ditempati oleh **Pusat Api Raksasa (a Huge Centra Fire)**. Sekeliling Pusat Api ini bergeraklah bumi setiap hari dengan lintasan berbentuk lingkaran. Matahari, bulan, dan bintang-



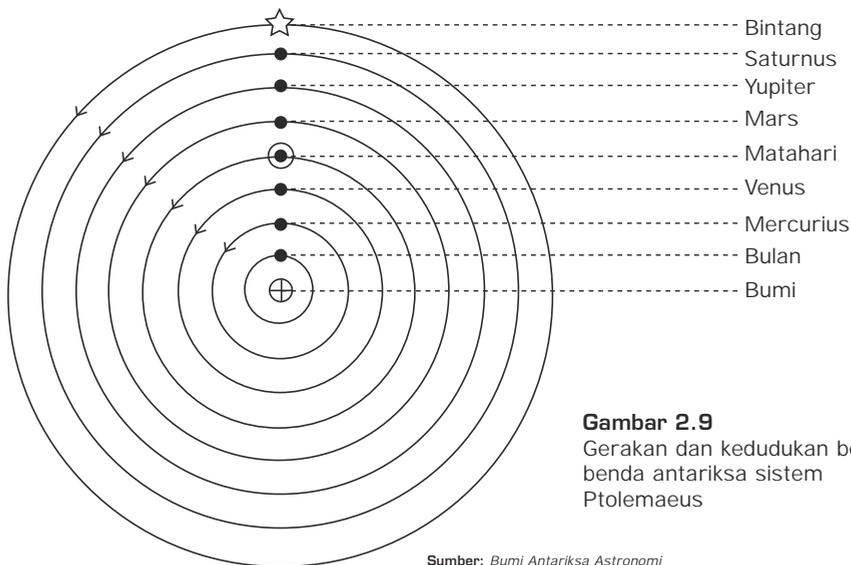
Sumber: Bumi Antariksa Astronomi

Gambar 2.8 Gerakan dan kedudukan benda-benda antariksa Sistem Philolaus

bintang bergerak mengedari Pusat Api ini. Philolaus menyebutkan adanya **Bumi Imbangan (Counter Earth)** yang seolah-olah mengimbangi kedudukan bumi.

e. Ptolemaeus

Nama lengkapnya adalah Claudius Ptolemaeus. Ia hidup 100 tahun setelah Aristoteles. Teorinya dikenal dengan **Sistem Geosentris** (**geo** = tanah atau bumi, **centra** = tengah atau pusat. Biasa disebut Sistem Ptolemaeus.



Gambar 2.9
Gerakan dan kedudukan benda-benda antariksa sistem Ptolemaeus

Sumber: Bumi Antariksa Astronomi

Pada bukunya "**Almagest**", Claudius Ptolemaeus mengemukakan bahwa pusat peredaran benda-benda antariksa adalah bumi dengan urutan sebagai berikut: Bumi, Bulan, Mercurius, Venus, Matahari, Mars, Yupiter,

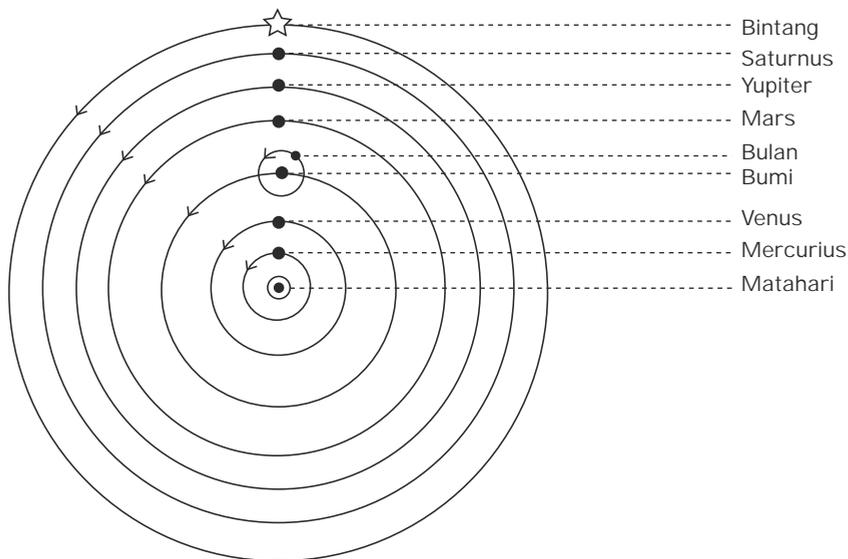
Saturnus, kemudian bintang-bintang. Teorinya diakui oleh gereja Kristen setelah 200 tahun Ptolemaeus meninggal di Iskandaria (Alexandria di Mesir).

f. Nicolaus Copernicus

Copernicus adalah orang Jerman, hidup antara tahun 1473-1543. Ia lahir di Kota Torun (Polandia), anak seorang uskup agama Katolik yang dikirim ke Italia untuk belajar teologi, farmasi, teknologi kedokteran, dan ilmu mesin. Teorinya terkenal dengan nama **Sistem Copernicus** atau **Sistem Heliosentris**. Ia mengatakan bahwa pusat peredaran benda-benda antariksa dalam tata surya adalah matahari (**helios** = matahari).

Copernicus berpendapat bahwa mataharilah yang menjadi pusat peredaran dan bumi beredar di sekelilingnya satu kali dalam satu tahun. Perputaran bumi satu kali dalam satu hari menyebabkan adanya siang dan malam. Menurutnya, matahari sebagai pusat peredaran, sedangkan benda-benda antariksa yang mengelilinginya adalah Mercurius, Venus, Bumi, Bulan, Mars, Yupiter, Saturnus, dan bintang.

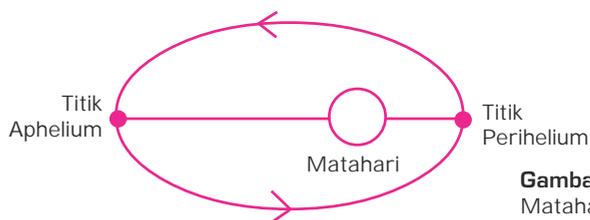
Teori Copernicus disebarluaskan oleh Giordano Bruno (ahli filsafat). Bruno mengejek terhadap ahli dan teori astronomi pada waktu itu. Ia pun dianggap sombong. Akhirnya, ia melarikan diri ke Venezia dan ditangkap tahun 1593. Pada tahun 1600, ia dihukum mati gantung, tetapi oleh para ahli ilmu pengetahuan dianggap sebagai pahlawan pertama dalam dunia ilmu pengetahuan.



Gambar 2.10 Gerakan dan kedudukan benda-benda antariksa sistem Copernicus

- g. Tycho Brahe (1546-1601)
 Pada mulanya, ia tidak mempercayai teori Copernicus, karena pada saat itu belum ada alat astronomi yang sangat teliti.
- h. Johan Kepler (1571-1630)
 Ia menulis buku yang berjudul “De Harmonic Mundi”. Ia pun terkenal dengan hukumnya yang disebut **Hukum Kepler I, II, dan III**. Menurut Kepler, peredaran planet-planet terikat pada syarat tertentu.
- 1) Hukum Kepler I

Planet-planet beredar mengelilingi matahari menurut lintasan berbentuk ellips dengan matahari di salah satu titik apinya.



Gambar 2.11
 Matahari di salah satu titik api

Sumber: Geografi, Drs. Ischak

Berdasarkan penyelidikan Kepler, diketahui bahwa lintasan planet-planet hanya sedikit menyimpang dari bentuk atau bangun lingkaran sejati. Dengan kata lain, **harga eksentrisitas ellipsnya kecil**. Lintasan harga eksentrisitasnya agak besar, yaitu Mercurius, dan Mars.

Rumus harga eksentrisitas ellips:

$$\frac{\frac{1}{2}(\text{jarak aphelium} - \text{perihelium})}{\text{jarak rata - rata}}$$

Contoh:

Diketahui jarak terjauh (aphelium) antara bumi dan matahari = 152,5 juta km. Jarak terdekat (perihelium) = 147,5 juta km. Berapa harga eksentrisitas ellips bumi?

Jawaban:

$$\begin{aligned} \text{Jarak rata-rata} &= \frac{1}{2} (152,5 \text{ juta} + 147,5 \text{ juta}) \\ &= 150 \text{ juta km} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} (152,5 \text{ juta} - 147,5 \text{ juta}) = 2,5 \text{ (juta) km}$$

$$\text{Harga eksentrisitas ellips} = 2,5 / 150 = 1/60$$

$$\text{Jadi, harga eksentrisitas ellips planet Bumi} = 1/60$$

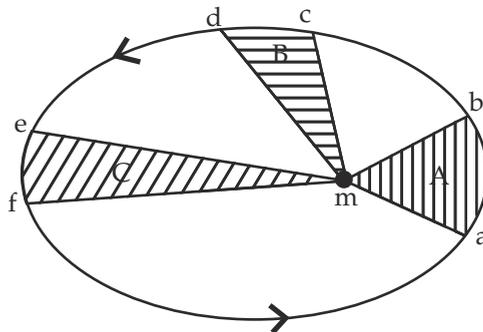
Berdasarkan perhitungan yang sama seperti di atas, dapat diketahui bahwa harga eksentrisitas ellips masing-masing planet adalah sebagai berikut:

- a) Mercurius = $\frac{1}{5}$;
- b) Venus = $\frac{1}{80}$;
- c) Bumi = $\frac{1}{60}$;
- d) Mars = $\frac{1}{11}$;
- e) Yupiter = $\frac{1}{20}$;
- f) Neptunus = $\frac{1}{100}$.

(Harga eksentrisitas Saturnus dan Uranus belum diketahui karena jarak aphelium dan periheliumnya belum diketahui).

2) Hukum Kepler II (Hukum Petak)

Planet-planet di lintasanya mengelilingi matahari sedemikian rupa, hingga dalam waktu yang sama, garis hubung antara matahari dan planet melukiskan bidang-bidang atau petak-petak yang sama luasnya.



Gb. 2.12 Luas petak A = B = C

Sumber: Geografi, Drs. Ishchak

3) Hukum Kepler III (Hukum Harmoni)

Pangkat dua waktu beredar sebuah planet mengelilingi matahari berbanding lurus dengan pangkat tiga jarak rata-ratanya ke matahari.

Hukum ini berlaku untuk seluruh planet dalam tata surya. Waktu beredar sebuah planet dinyatakan dengan (t); jarak rata-ratanya (j); dan untuk tiap planet rumusnya:

$$\frac{t^2}{j^3}$$

Misalnya:

Waktu beredar planet Mercurius mengelilingi matahari (revolusi) = 88 hari.

Jaraknya dari matahari rata-rata = 58 juta km. Revolusi planet Mars = 1,88 tahun. Berapakah jarak Mars ke matahari?

Jawaban:

Dengan rumus $\frac{t^2}{j^3} = \text{konstan}$ (berlaku untuk semua planet).

$$\text{maka } \frac{t^2 M}{j^3 M} = \frac{t^2 Mr}{x^3 Mr} \longrightarrow X^3 Mr = \frac{t^2 Mr j^3 M}{t^2 M}$$

$$1,08 \text{ tahun} = 687 \text{ hari} \rightarrow \frac{(687)^2 \cdot (58)^3}{(88)^2} \\ = 11.891.375,97$$

$$XMr = \sqrt[3]{11.891.375,97} \\ = 228,24 \\ = 228 \text{ (dibulatkan)}$$

Jadi, jarak Mars ke matahari = 228 juta km supaya bilangan tidak terlalu besar, maka 58 tidak usah dikalikan 1.000.000).

Hukum Kepler III, bisa juga untuk menghitung revolusi planet, asal jarak dari kedua planet diketahui dan revolusi salah satu planet juga diketahui. Kesimpulannya, hukum Kepler bisa digunakan untuk menghitung besarnya harga eksentrisitas ellips dan jarak rata-rata planet ke matahari, walaupun tidak secara mutlak.

i. Galileo Galilei

Galileo hidup antara tahun 1564-1642. Ia terkenal dengan percobaan pada Menara Pisa, dalam bukunya yang berjudul **Siderial Messenger**. Pada zamannya, ditemukan teleskop, yaitu tanggal 7 Januari 1610. Dengan alat ini pula, ia menemukan bahwa Yupiter bukan hanya sebuah titik cahaya kecil, melainkan berupa bola besar dengan 4 buah pengiringnya (satelitnya). Ia menemukan jalur hitam di permukaan bulan dan diduga sebagai laut atau samudera.

Ia mendukung teori Copernicus, yaitu matahari sebagai pusat peredaran dan menentang teori Aristoteles dan Ptolomeus (yang mengatakan bahwa bumi diam dan berkedudukan sebagai pusat alam raya). Namun akhirnya, Galileo Galilei disingkirkan dari gereja. Buku-bukunya dilarang beredar. Dia dihukum (dipenjara) oleh pengadilan gereja sampai wafatnya.

j. Isaac Newton

Newton hidup antara tahun 1642-1727. Ia ilmuwan Inggris yang pandai. Ia meneliti benda yang bergerak, termasuk benda jatuh. Ia berpendapat bahwa benda jatuh ke tanah karena adanya gaya tarik (gravitasi) antara dua buah benda. Gaya itulah yang menyebabkan planet senantiasa tetap berada dalam lintasannya mengelilingi matahari.

Newton membuat hukum gravitasi yang ditulis dalam buku **Philosophie Naturalis Principa Matematika**. Hukum gravitasi ini pertama-tama dikemukakan Isaac Newton tahun 1687. Ia mengatakan bahwa “dua buah benda atau materi memiliki gaya tarik-menarik yang kekuatannya berbanding lurus dengan hasil kali kedua massa tersebut dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak benda tersebut”.

Kekuatan gaya gravitasi dirumuskan sebagai berikut.
rumus:

$$G = g \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{(d_{1,2})^2}$$

G = besarnya gaya gravitasi antara dua buah benda
g = tetapan, gravitasi Newton (besarnya $6.167 \times 10^8 \text{ cm}^3$)
 m_1 = massa benda 1 (dalam gram)
 m_2 = massa benda 2 (dalam gram)
 $d_{1,2}$ = jarak benda (dalam cm)

2. Galaksi atau Galaktika (Galaxy)

Astronom William Herschel mengamati bintang-bintang dan menemukan bentuk galaksi. Pada tahun 1780, dia merupakan orang pertama yang menyatakan bahwa beberapa objek yang tampak di langit pada malam hari kemungkinan adalah galaksi lain yang sangat jauh dari tata bintang kita.

Tahun 1923, teori Herschel dapat dibuktikan kebenarannya oleh Edwin Hubble (ilmuwan Amerika). Hubble menemukan bahwa alam semesta selalu berubah-ubah. Alam semesta ini dapat memuai.

Tahun 1929, Hubble mengemukakan asal-usul alam semesta. Ia mengamati galaksi-galaksi jauh dan mengatakan bahwa galaksi-galaksi tersebut menjauhi kita dengan cara tertentu yang teratur. Penemuan Hubble ini menimbulkan dua teori utama terjadinya alam semesta sehingga terbentuklah galaksi. **Galaksi** adalah sekumpulan bintang yang jumlahnya berjuta-juta.



Gambar 2.13
Alam semesta terbentuk ribuan tahun yang lampau bersamaan dengan letusan besar

Sumber: *Bintang dan Planet*

Dua teori utama terjadinya galaksi adalah sebagai berikut.

Teori ini dikemukakan pada tahun 1930 oleh Georges Lemaitre, seorang padri dan astronom bangsa Belgia. Menurut Teori Big Bang, alam semesta berasal dari suatu ledakan hebat yang melemparkan jasad-jasad ke segala arah. Lambat laun, jasad-jasad itu membentuk galaksi.

Teori ini dikemukakan tahun 1948 oleh 3 orang ahli, yaitu Hermann Bondi, Thomas Gold, dan Fred Hoyle. Menurut teorinya bahwa alam semesta berada dalam keadaan serba tetap. Walaupun galaksi-galaksi bergerak saling menjauhi, kepadatan alam semesta tidak berubah karena secara terus-menerus terjadi pembentukan jasad baru.

Para ilmuwan saat ini mendukung Teori Big Bang (dentuman besar atau ledakan besar). Menurutny, dentuman atau ledakan itu menandai terciptanya alam semesta yang terjadi antara 12 sampai 25 ribu juta tahun yang lampau. Awan gas berlompatan, lambat laun mendingin dan membentuk galaksi (lihat gambar 2.13).

Black hole (lubang hitam) terbentuk pada periode ledakan itu dan sangat berperan menimbulkan fluktuasi-fluktuasi (goncangan) gravitasional hebat. Diameter **black hole** sangat kecil, yaitu antara 3 - 10 km, kerapatan 100 juta ton per cm^3 . Black hole ini dapat meledak dahsyat berturut-turut dalam waktu pendek.

Black hole merupakan benih-benih terbentuknya galaksi-galaksi di sekitarnya. Para astronom berpendapat bahwa objek pemancar radio kuat karena berada pada pusat-pusat galaksi yang terlihat bercahaya terang. Alami quasar (objek pemancar radio) menunjukkan bahwa energi masif quasar (tenaga pemancar radio yang padat) dapat dihasilkan oleh **black hole**.

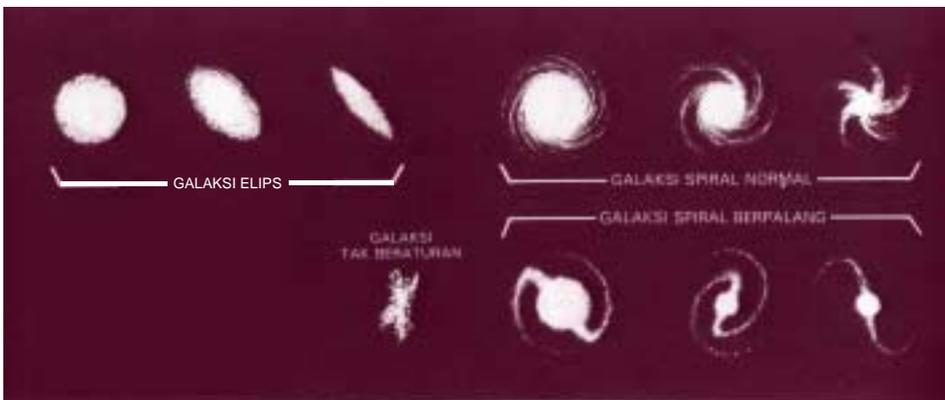
Galaksi merupakan gabungan dari konstelasi-konstelasi bintang. **Konstelasi bintang** adalah kumpulan atau gabungan dari sejumlah tata surya. Adapun tata surya kita berada di dalam galaksi Bima Sakti. Setiap galaksi rata-rata mengandung satu milyar bintang lebih dan mengandung planet yang jumlahnya lebih banyak lagi dan meningkat terus dengan bertambahnya "daya lihat" manusia dengan teleskop modern. Berdasarkan penampakannya, menurut Edwin Hubble, galaksi digolongkan sebagai berikut.

1) **Galaksi Elips (E)**

Ciri-cirinya adalah:

- a) terlihat seperti bola lonjong besar yang bersinar;
- b) terdiri dari bagian pusat roda dan selubung di sekelilingnya;

- c) bentuknya agak pipih, kerapatan bintang pada pusatnya tergantung gravitasi massanya;
 - d) jumlahnya $\pm 17\%$ dari semua galaksi yang diketahui.
- 2) **Galaksi Spiral (S)**
Ciri-cirinya adalah:
- a) terlihat seperti pusaran api raksasa;
 - b) mempunyai struktur yang teratur seperti Bima Sakti dan M31 di Andromeda;
 - c) mempunyai 3 bagian, yaitu:
 - (1) pusat roda;
 - (2) selubung bulat yang membungkus pusat, terdiri dari bintang dan gugus bintang;
 - (3) piringan dengan lengan spiral yang mengelilingi pusat di daerah khatulistiwa.
 - d) Jumlahnya meliputi 80% dari semua galaksi yang diketahui. Bentuk galaksi spiral pusatnya tidak bulat, tetapi berbentuk cerutu dan kedua ujungnya terjulur.
- 3) **Galaksi Tak Beraturan (TB)**
Ciri-cirinya adalah:
- a) terlihat sebagai gumpalan datar atau onggokan bintang yang semakin menebal;
 - b) Jumlahnya kurang dari 3% semua galaksi yang diketahui.



Gb. 2.14 Bentuk-bentuk galaksi

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer 1

- 1) **Galaksi Bima Sakti atau The Milky Way atau Susunan Jalan Susu**
Astronom yang menyelidiki galaksi tersebut, yaitu Seeliger, Charlier, dan Shapley. Galaksi Bima Sakti dapat terlihat jika malam hari langit bersih,



Sumber: *Bintang dan Planet*

bulan tidak menampakkan diri (bulan mati). Kita akan melihat selempang putih yang membentang di Belahan Bumi Selatan dan kelihatan seperti bintik-bintik kabut yang jumlahnya berjuta-juta. Selempang putih itulah sebagian dari galaksi Bima Sakti.

Gambar 2.15 Galaksi Bima Sakti

Keadaan galaksi Bima Sakti adalah sebagai berikut.

- a) Dilihat dari pinggir, bentuknya seperti keping (cakram) dengan porosnya sebagai intinya.
- b) Garis tengah susunan perbintangannya adalah 80.000-100.000 tahun cahaya dan tebalnya 3.000 tahun cahaya sampai 15.000 tahun cahaya di pusatnya.
- c) Corak atau struktur sistem galaksi adalah struktur spiral dengan massa lebih kurang 100 milyar matahari.
- d) Matahari kita berada pada jarak 30.000-35.000 tahun cahaya dari pusat galaksi.
- e) Matahari dan bintang-bintang lain merupakan "sistem lokal" dengan bintang-bintang beredar mengelilingi intinya dengan kecepatan 450 km/detik dalam waktu 225 juta tahun (1 tahun kosmis) untuk sekali berputar lengkap. Matahari kita bukan merupakan pusat galaksi Bima Sakti. Matahari justru terletak agak di bagian tepi.
- f) Bima Sakti seluruhnya menunjukkan gerak rotasi pada intinya.

2) Galaksi Andromeda atau M31 atau Messier 31

Menurut Edwin Hubble, ada keanehan pada galaksi ini:

- a) pusat galaksi tidak terurai menjadi bintang-bintang terpisah;
 - b) gugus bulatnya lebih redup empat kali dibandingkan Bima Sakti.
- Pengamatan dari bumi dapat dilihat dengan mata telanjang, galaksi ini mirip lilin panjang. Kalau diamati dengan teleskop kecil dapat terlihat intinya di tengah-tengah kabut. Kalau diamati dengan teleskop 100 inci di Mt. Wilson Observatory, kabut Andromeda berbentuk spiral biasa.

Keadaan galaksi Andromeda atau M31 adalah sebagai berikut.

- a) Jarak dari bumi, galaksi Andromeda adalah 2 juta tahun cahaya.
- b) Spiralnya terdiri dari 7 lengan menyala biru akibat cahaya bintang muda yang bermassa besar.

- c) Intinya sangat terang dan berwarna putih, tetapi di sekitarnya tampak gugus bintang sudah tua berwarna merah jambu.
- d) Galaksi NGC 250 terletak di sebelah kiri pusat Andromeda, sedangkan galaksi NGC 221 terletak di sebelah kanan bawah pusat Andromeda.
- e) Bentuk kabut M31 seperti lensa atau cakram, jari-jarinya panjang 50.000 tahun cahaya dengan tebal di bagian tengah 15.000 tahun cahaya.

Penjelasan:

M=Messier, yaitu nama astronom Perancis yang pertama kali tercatat dalam daftar. Pemberian nama tersebut untuk membedakan antara kabut dengan komet di antariksa. NGC = **New General Catalogue**, misalnya NGC 205, NGC 221, dan NGC 253.

3) Galaksi Dolar Perak (Silvery Coin)

Galaksi spiral pipih NGC 253, jauhnya kira-kira 13 juta tahun cahaya dari galaksi Bima Sakti. Galaksi tersebut mendekati galaksi kita, Bima Sakti. Kecepatan majunya mengalahkan kecepatan pemuaian kosmis.

4) Galaksi Roda Biru (Blue Pin Wheel) M33

Galaksi tersebut merupakan galaksi spiral yang kecil. Jaraknya 2 juta tahun cahaya. Pada galaksi ini terdapat bintang Nova Maha Raksasa dan Cepheid.

5) Galaksi Pusaran Air (M51)

Termasuk galaksi spiral yang di sebelahnya terdapat galaksi tidak beraturan, yaitu NGC 5195. Kedua galaksi tersebut saling bersentuhan menjauhi galaksi Bima Sakti dengan kecepatan yang sama, sehingga terletak pada jarak yang sama, yaitu ± 14 juta tahun cahaya.

6) Galaksi Magellan atau Magelhaen atau Kabut Magellan (Magellanic Clouds)

Galaksi tersebut ditemukan pada tahun 1519 oleh Magelan. Letaknya di konstelasi Dorado dan Tucana. Kabut yang terang dan besar disebut **Magellan Besar** dan yang kecil disebut **Magellan Kecil**.

Galaksi Magellan adalah salah satu galaksi yang terdekat dengan Bima Sakti, berjarak ± 150.000 tahun cahaya. Jika dihitung secara matematik, ternyata sangat jauh (untuk ukuran kita). Seperti kita ketahui bahwa kecepatan sinar adalah 300.000 km tiap detik. Satu tahun berarti $365 \text{ (hari)} \times 24 \times 60 \times 60 \text{ detik} = 31.536.000 \text{ detik}$. Jika dikalikan 300.000 km, kita dapat menghitung jaraknya. Lalu, jika dikalikan lagi dengan 150.000 menjadi berapa?

Kita jadi bingung, bukan? Itulah gambaran betapa jauhnya jarak antargalaksi. Padahal dikatakan bahwa galaksi Magellan adalah galaksi terdekat dengan Bima Sakti, tempat bumi kita berada.

- Menurut teori kosmologi baru, dikemukakan bahwa:
- 1) kedua kabut Magellan bermassa kecil ini nantinya akan tersedot ke dalam galaksi kita dan akan terpecah masuk ke dalam galaksi Bima Sakti;
 - 2) Kabut Magellan sebetulnya sudah terjebak perangkap galaksi Bima Sakti sejak 1 milyar tahun yang lalu. Hal ini karena jarak dekat dapat menarik atau menyedot awan-awan gas hidrogen dari piringan galaksi Bima Sakti.

Bintang-bintang terang di dalam kabut Magellan mempunyai cahaya lebih terang jutaan kali dibandingkan cahaya terang matahari kita. Masing-masing disebut **super giants**, di antaranya S Doradus dan super raksasa NGC 1910.

3. Tata Surya

Berdasarkan teori-teori terjadinya tata surya, bahwa seluruh tata surya kita terbentuk pada waktu yang sama. Hal tersebut terbukti dari perjalanan semua planet yang mengelilingi matahari (revolusi) terletak pada bidang datar yang hampir sebidang dan arahnya pun sama (semua arah negatif).

Anggota tata surya kita terdiri dari:

- a. matahari,
- b. planet-planet (Mercurius, Venus, Bumi, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus),
- c. satelit (alam),
- d. planetoid atau asteroid,
- e. komet (bintang berekor),
- f. meteor (bintang beralih atau bintang jatuh).

Matahari hanyalah satu dari jutaan bintang yang tergabung dalam kelompok bintang yang disebut galaksi (telah dijelaskan di depan). Galaksi kita, Bima Sakti sangat besar. Jarak antara matahari dengan sebuah bintang yang terdekat, yaitu bintang Alpha Centauri (termasuk bintang cemerlang di dalam rasi bintang Centaurus di belahan langit selatan) adalah 4,5 tahun cahaya.

Penjelasan: (hitung perkalian di bawah oleh Anda)

1 detik cahaya = 300.000 km

1 menit = 60 detik

1 menit cahaya = $60 \times 300.000 \text{ km} = \dots ?$

1 jam cahaya = $60 \times 60 \times 300.000 \text{ km} = \dots ?$

1 hari cahaya = $24 \times 60 \times 60 \times 300.000 \text{ km} = \dots ?$

1 tahun cahaya = $365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 300.000 \text{ km} = \dots ?$

4,5 tahun cahaya = $4,5 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 300.000 \text{ km} = \dots ?$

Tiap anggota dari konstelasi diberi tanda dengan huruf kecil Yunani di depan nama kelompoknya. Ke dalam nama kelompok tersebut diberi akhiran **is**.

- Sebuah bintang pada Konstelasi Ursa Mayor, disebut α Ursa Mayoris (Alpha Ursa Mayoris) atau paling terang pada konstelasi tersebut.
- Sebuah bintang pada Konstelasi Ursa Mayor, disebut β Ursa Mayoris (Beta Ursa Mayoris) atau terang kedua pada konstelasi tersebut.
- Sebuah bintang pada Konstelasi Draco I, disebut α Draconis (Alpha Draconis) atau paling terang pada konstelasi tersebut.
- Sebuah bintang pada Konstelasi Draco II, disebut β Draconis (Beta Draconis) atau terang kedua pada konstelasi tersebut.
- Sebuah bintang pada Konstelasi Draco III, disebut γ Draconis (Gamma Draconis) atau terang ketiga pada konstelasi tersebut.

Ada nama-nama istimewa bintang, misalnya:

- Bintang **Vega** untuk bintang α Lyre;
- Bintang **Rigel** untuk bintang α Orionis;
- Bintang **Sirius** untuk bintang α Caris Mayoris.

Untuk memudahkan membaca nama-nama bintang yang banyak itu biasanya digunakan lambang-lambang abjad Yunani, maupun tanda-tanda astronomis untuk planet maupun rasi bintang.

Tabel 2.2 Abjad Yunani

Lambang		Dibaca	Lambang		Dibaca	Lambang		Dibaca
α	a	alpha	ι	i	iota	ρ	r	rho
β	b	beta	κ	k	kappa	σ	s	sigma
γ	g	gamma	λ	l	lambda	τ	t	tau
δ	d	delta	μ	m	mu	υ	u	upsilon
ϵ	e	epsilon	ν	nu	nu	ϕ	ph	phi
ζ		eta	ξ	x	ksi	χ	ch	chi
η	e	eta	\omicron	o	omikron	ψ	ps	psi
θ	th	theta	π	p	pi	ω	oo	omega

Sumber: *Astronomi*

Adapun tanda-tanda astronomis adalah sebagai berikut.

Tabel 2.3 Tanda-tanda Astronomis

Lambang	Planet
	Mercurius
	Venus
	Bumi
	Mars
	Yupiter
	Saturnus
	Uranus
	Neptunus

Sumber: *Astronomi*

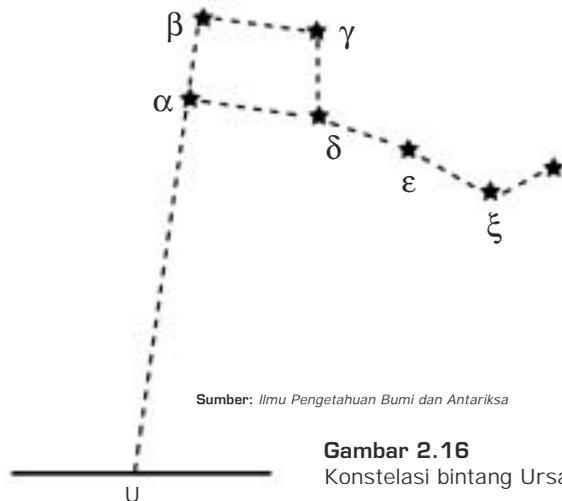
	Bulan
	Matahari
	Simpul naik
	Simpul turun

Lambang	Zodiak
	Aries
	Taurus
	Gemini
	Cancer
	Leo
	Virgo
	Libra
	Scorpio
	Sagittarius
	Capricornus
	Aquarius
	Pisces

a. Konstelasi Bintang yang Penting

1) Ursa Mayor (Beruang Besar atau Biduk)

Konstelasi bintang Ursa Mayor yang terdapat pada bola antariksa di sebelah utara, terdiri dari 7 buah anggota. Konstelasi bintang tersebut digunakan untuk **menentukan arah utara**, dengan cara menghubungkan bintang β Ursa Mayoris dengan bintang α Ursa Mayoris. Garis khayal ini kita teruskan sampai memotong horizon. Titik potong garis ini dengan horizon itulah letak titik utara.



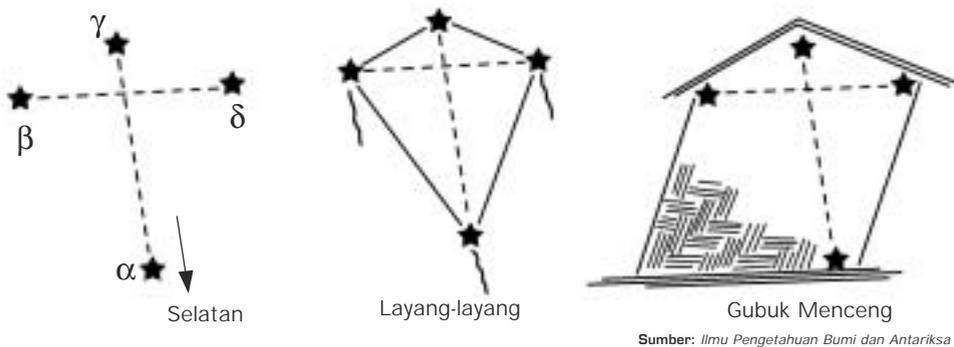
Sumber: *Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa*

Gambar 2.16
Konstelasi bintang Ursa Mayor

2) Crux (Pari, Gubuk Menceng, Salib atau Southern Cross)

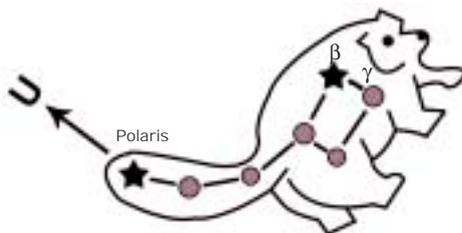
Di bagian bola antariksa sebelah selatan terdapat kelompok bintang yang bersangkutan dengan 4 buah bintang yang disebut **Konstelasi Bintang Crux** (Pari, Gubuk Menceng, Salib atau **Southern Cross**).

Konstelasi bintang tersebut dipergunakan untuk mencari titik selatan atau arah selatan, yaitu dengan cara menarik garis khayal antara bintang γ Cruxis dengan bintang α Cruxis. Garis khayal ini diperpanjang sampai memotong horizon. Titik potong antara perpanjangan garis dengan horizon inilah letak **titik selatan**.



Gambar 2.17 Konstelasi bintang Crux

3) Ursa Minor (Beruang Kecil)



Gambar 2.18
Konstelasi bintang Ursa Minor

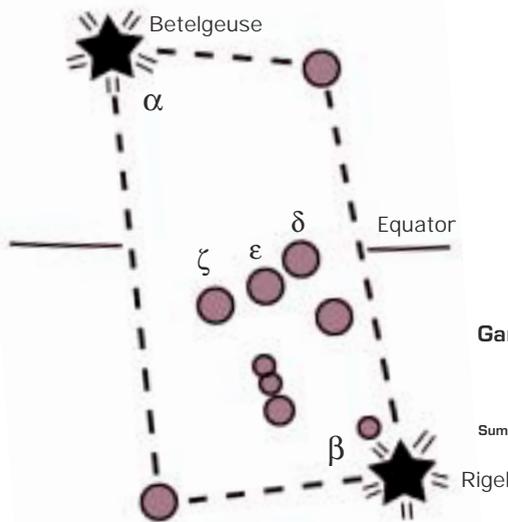
Di bagian bola antariksa sebelah utara terdapat konstelasi bintang yang bentuknya hampir sama dengan Ursa Mayor, hanya bentuknya lebih kecil, disebut **Ursa Minor**. Kelompok bintang ini mempunyai 7 buah anggota. Salah satu anggotanya, yaitu bintang α Ursa Minoris disebut juga bintang Polaris, sebab letaknya tepat di atas titik Kutub Utara.

Bintang Polaris untuk menentukan petunjuk arah utara atau mencari letak lintang atau lebar geografis di sebelah utara equator. Misalnya, bintang Polaris tampak 40° di atas horizon, maka tempat pengamatan tersebut terletak pada 40° LU.

4) Orion

Konstelasi bintang Orion sangat luas dan terang. Misalnya, α Orionis (Betelgues) dan β Orionis (Rigel). Di tengah-tengah kelompok bintang tersebut terdapat 3 buah bintang, yaitu:

- δ Orionis (baca: delta orionis), terletak di atas khatulistiwa untuk mencari equator;
- ϵ Orionis (baca: epsilon orionis);
- ζ Orionis (baca: zeta orionis)



Gambar 2.19 Konstelasi bintang Orion

Sumber: Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa

b. Teori-Teori tentang Terjadinya Tata Surya

1)

Teori ini dikemukakan oleh Immanuel Kant (1749 - 1827), seorang ahli filsafat Jerman. Menurut teorinya bahwa di jagat raya terdapat gumpalan kabut besar yang berputar. Makin lama, bagian tengah kabut itu berubah menjadi gumpalan gas yang akhirnya menjadi matahari. Selain itu, bagian kabut di sekitarnya menjadi planet dan satelit.

Begitu juga Pierre Simon de Laplace, ahli filsafat Perancis mengemukakan teorinya bahwa tata surya berasal dari kabut panas yang berpilin, sehingga membentuk seperti bola besar, makin lama makin memampat. Pada bagian equatornya melebar dan massa gas di equator tersebut makin lama makin menjauh dari inti membentuk gelang-gelang. Gelang-gelang tersebut menjadi gumpalan padat. Gumpalan inilah yang menjadi planet-planet dan satelit, sedangkan bagian intinya membentuk gas pijar yang menjadi matahari. Kedua teori tersebut dijadikan satu nama, yaitu Teori Kabut atau Teori Nebulae (**Nebular Hypotheses**), bahkan terkenal dengan **Teori Kant Laplace**.

2)

Teori ini dikemukakan oleh Thomas C. Chamberlin (1843 – 1928), seorang ahli geologi Amerika dan Forest R. Moulton (1872 – 1952), seorang ahli astronomi Amerika. Menurut teorinya, matahari sudah ada dari dulu dan berpapasan dengan sebuah bintang. Terjadilah pasang naik pada permukaan matahari maupun bintang itu. Sebagian dari massa matahari tertarik ke arah bintang. Pada waktu bintang menjauh, sebagian massa matahari ada yang jatuh kembali ke permukaan matahari dan sebagian lagi terhambur ke ruang angkasa di sekitar matahari itu. Hamburan itulah yang menjadi planet-planet.

3)

Teori ini dikemukakan oleh ilmuwan Inggris, yaitu Sir James Jeans (1877 – 1946) dan Harold Jeffreys (1891). Menurut teorinya, ada sebuah bintang besar mendekati matahari sehingga terjadilah gravitasi kedua benda tersebut. Akibatnya, bagian matahari yang menghadap ke bintang tersebut menjerok ke luar.

Setelah bintang itu menjauh, massa matahari yang menjerok membentuk seperti cerutu yang akhirnya terputus-putus membentuk gumpalan di sekitar matahari. Gumpalan-gumpalan itu membeku menjadi planet-planet. Susunan planet di bagian tengah, misalnya Yupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus lebih besar dibandingkan dengan planet Mercurius, Venus, dan Pluto (sebuah planet kerdil) di ujung lain. Seperti bentuk cerutu, di masing-masing ujungnya kecil dan di tengah-tengahnya besar.

4)

(The Dust – Cloud Theory)

Teori ini dikemukakan oleh ahli astronomi Jerman, yaitu Carl von Weizsaecker yang disempurnakan oleh Gerard P. Kuiper (1950) dan Subrahmanyan Chandrasekhar (India). Menurut teorinya, tata surya terbentuk dari gumpalan awan gas dan debu. Salah satu gumpalan awan itu mengalami pemampatan. Partikel-partikel debu tertarik ke pusat awan membentuk gumpalan bola dan berpilin. Gumpalan gas itu memipih seperti cakram. Partikel-partikel di tengah cakram saling menekan mengakibatkan panas. Partikel-partikel inilah yang menjadi matahari.

Bagian luarnya yang berputar dengan cepat mengakibatkan pecah-pecah kemudian membeku. Bagian inilah yang menjadi planet dan satelit. Planet-planet inilah yang disebut **Proto Planet**.

5)

Menurut teori ini, tata surya pada mulanya berupa awan gas yang dingin. Karena pengaruh gaya berat maka awan gas tersebut menyusut sehingga terbentuklah matahari dan planet-planetnya. Akibat penyusutan itu, suhu matahari menjadi naik sehingga terjadi reaksi nuklir.

Menurut teori ini pula, makin lama volume matahari akan membesar sehingga “mencaplok” planet-planet. Pada akhirnya, benda tersebut kembali menjadi hitam dan dingin lagi. Inilah yang disebut dengan akhir dari kehidupan manusia. Yakinlah, bahwa hari akhir (kiamat) itu ada.

c. Anggota Tata Surya

Seperti telah dikemukakan sebelumnya, bahwa tata surya mempunyai anggota sebagai berikut.

1) ()

Gaya tarik matahari menguasai benda-benda langit di sekitarnya. Massanya adalah 323.000 x massa bumi dan 700 x semua planet. Matahari adalah benda langit yang bercahaya dan mempunyai panas. Temperatur bagian luarnya adalah 5.000°C - 6.000°C dan pusatnya adalah 20.000.000°C - 35.000.000°C. Jarak matahari ke bumi adalah 149.600.000 km (150.000.000 km). Kekuatan cahayanya adalah 200.000 lilin normal.

Matahari merupakan dapur raksasa tempat proses ledakan nuklir yang sangat dahsyat. Di pusat matahari terjadi ledakan inti hidrogen menjadi helium maka terjadilah panas yang tinggi. Panas ini merambat dari dalam ke bagian luar bola matahari. Lalu, panas ini dipancarkan ke ruang angkasa hingga mencapai permukaan bumi. Waktu yang diperlukan oleh sinar matahari mencapai permukaan bumi adalah sebagai berikut:

- jarak matahari ke bumi $\pm 150.000.000$ km;
- tiap-tiap satu detik, sinar matahari menempuh jarak sejauh 300.000 km (disebut **satu detik cahaya**);
- waktu yang dibutuhkan oleh sinar matahari untuk sampai ke bumi =
$$\frac{150.000.000}{300.000} = 500 \text{ detik atau } 8,33 \text{ menit};$$
- jarak matahari ke bumi disebut **1 satuan astronomi (1 sa)** atau **1 au (satu astronomic unit)**.

Jari-jari bola matahari adalah 1.380.000 km. Volume (isi) matahari adalah 1.300.000 kali volume bumi. Beratnya hanya 330.000 x berat bumi. Kepadatan bahannya hanya $\frac{1}{4}$ x kepadatan bahan bumi, karena bahan-bahan matahari hanya uap dan gas saja. Rotasinya arah negatif, yaitu pada bagian equator berotasi 34 hari, sedangkan pada bagian kutub 27 hari. Hal tersebut disebabkan karena matahari adalah gas. Rata-rata rotasinya 25,38 hari.

a) **Bagian-Bagian Matahari**

Bagian matahari dari dalam ke luar adalah inti, fotosfer, kromosfer, dan korona.

1) **Inti Matahari**

Terjadinya ledakan inti hidrogen menjadi helium maka terjadilah panas yang tinggi.

2) **Fotosfer (Photosphere)**

Bagian luar matahari yang tampak menyerupai piringan berwarna emas, terdiri dari gelembung seperti permukaan air yang mendidih. Sebuah gelembung di permukaan matahari bergaris tengah ± 1.000 km.

3) **Kromosfer (Chromosphere)**

Kromosfer berwarna kemerah-merahan berupa cincin cahaya dan tonjolan merah berupa awan (obor matahari). Kromosfer terletak di atas fotosfer berupa lapisan atmosfer matahari paling bawah yang materialnya sangat jarang. Tebal lapisan khromosfer ± 16.000 km

4) **Korona (Corona)**

Lapisan atas atmosfer matahari ini akan tampak jelas ketika terjadi gerhana matahari. Sepanjang sisi bulatan matahari sebagai **lidah-lidah raksasa (fontein)** yang dipancarkan beratus, bahkan beribu kilometer panjangnya.

Selain bagian-bagian matahari tersebut di atas, terdapat pula bagian sebagai berikut:

1) **Protuberans**, yaitu obor matahari;

2) **Prominen**, yaitu semburan material matahari ke arah luar yang kemudian jatuh kembali ke permukaan matahari;

3) **Sunspots atau noktah (bintik matahari)**, yaitu bagian permukaan matahari yang suhunya lebih rendah dari suhu di sekitarnya, warnanya agak gelap (hitam);

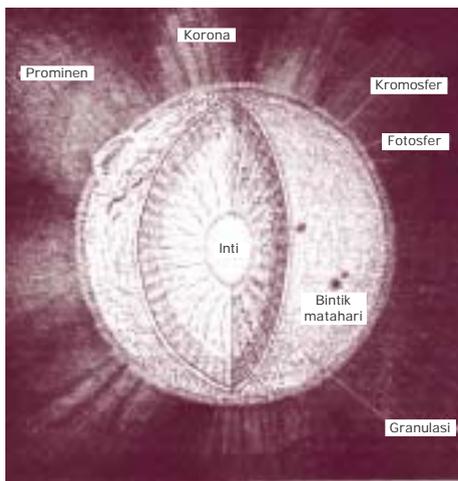
4) **Flare (kilatan cahaya)**, yaitu bagian tengah antara bintik-bintik matahari dengan bagian yang memancar jauh lebih terang;

5) **Aurora**, yaitu cahaya warna-warni di kutub yang disebabkan oleh semburan material matahari yang sampai ke atmosfer bumi.

Matahari merupakan bintang berwarna kuning, seperti bintang Capella pada rasi Auriqa. Antares pada rasi Scorpio berwarna merah. Perbedaan warna tersebut disebabkan perbedaan suhu bintang tersebut. Bintang berwarna kuning lebih tinggi daripada yang merah. Bintang berwarna putih lebih panas dari matahari, misalnya bintang Sirius pada rasi Canis Mayor dan bintang Vega pada rasi Lyra. Bintang yang paling panas berwarna kebiru-biruan, seperti bintang Spica pada rasi Virgo.

b) Keadaan Matahari

Berdasarkan penelitian, umur matahari dapat mencapai milyaran tahun, tetapi semua itu ada awal terbentuknya matahari maupun akhir kegiatan matahari. Hal tersebut disebabkan karena matahari terus-menerus memancarkan cahaya atau energi yang akan habis setelah memancarkan 380.000.000.000.000.000.000.000 (380 milyar triliun) watt per detik yang sebagian kecil dinikmati untuk kehidupan makhluk di bumi.



Sumber: *Children's Britannica*

Gambar 2.20
Matahari dan bagian-bagiannya

Matahari akan menyusut atau mengecil dan tidak stabil lagi. Setelah berjuta-juta tahun, matahari akan menjadi dingin sebagai bola raksasa hitam tanpa cahaya (seperti tertulis di Tafsir Alquran bahwa **matahari akan terus mendekati bumi, memusnahkan seluruh makhluk, dan menghancurkan gunung-gunung yang bergolak**).

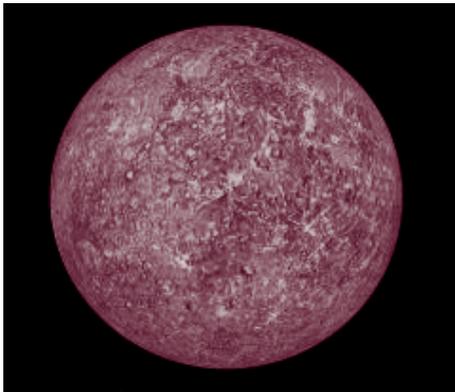
Semua peristiwa tersebut menurut para ahli astronomi dengan melihat perkembangan bintang-bintang, yaitu ada bintang yang baru lahir dan ada pula bintang yang telah tua dan mati. Sementara matahari adalah sebuah bintang juga.

2) -

Pada awalnya ada sembilan planet di tata surya kita, namun sejak 24 Agustus 2006, berdasarkan hasil penelitian para astronom menyatakan bahwa Pluto bukan planet. Oleh karena itu, jumlah planet dalam tata surya kita menjadi 8.

a) Merkurius

Planet Merkurius mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:



Sumber: www.search.yahoo.com

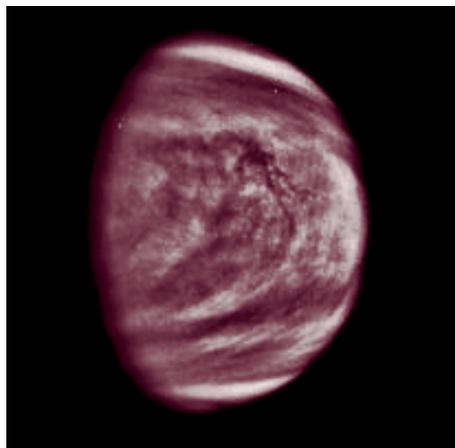
Gambar 2.21 Planet Merkurius

- (1) sukar diselidiki karena letaknya dekat ke matahari;
- (2) rotasinya 59 hari;
- (3) di permukaannya kadang-kadang tampak noda-noda kabur yang berubah-ubah, mungkin saja awan debu;
- (4) temperaturnya 400°C pada bagian permukaan yang disinari matahari, sedangkan pada bagian yang tidak disinari matahari temperaturnya -200°C ;

- (5) Merkurius tidak mempunyai atmosfer, tidak ada kehidupan, tidak mempunyai benda pengiring (satelit alam);
- (6) revolusinya (peredaran mengelilingi matahari) 88 hari.

b) Venus

Planet Venus mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:



Sumber: www.search.yahoo.com

Gambar 2.22 Planet Venus

- (1) atmosfernya tebal karena banyak awan debu yang menyelimutinya sehingga sulit diselidiki;
- (2) **albedo** (sifat warna putih) yang besar, disebabkan karena banyaknya awan;
- (3) di dalam atmosfer ditemukan gas asam arang yang besar dan belum ditemukan uap air;
- (4) ukuran Venus sebesar bumi;
- (5) satu tahun di Venus sama dengan 225 hari di bumi;
- (6) temperatur siang hari 100°C , temperatur lapisan awan di malam hari -23°C , jadi tidak ada makhluk di sana;

- (7) rotasinya (perputaran pada poros atau sumbunya) berlawanan dengan planet lain), lamanya 244 hari;
- (8) revolusinya, yaitu 224,7 hari.

c) **Bumi**

Bentuk bumi bulat dan pepat di kedua kutubnya. Lingkaran paling besar adalah lingkaran equator. Adapun hasil pengukuran Hayford (1909) diperoleh data sebagai berikut:

- (1) jari-jari equator : 6.378,38 km (3.963,34 mil)
- (2) jari-jari kutub : 6.356,90 km (3.949,99 mil)
- (3) eliptitas (pemepatan) : $1/297 = a-b/a$
- (4) keliling equator : 40.974,30 km (24.901,7 mil)
- (5) keliling meridian : 40.007,19 km (24.860 mil)
- (6) 1° meridian dekat ekuator : 111,0417 km (69 mil)
- (7) 1° pada equator : 111, 5589 km (68,7 mil)
- (8) 1° meridian melalui kutub : 111,6966 km (69,407 mil)
- (9) luas permukaan bumi : 510.100.500 km² (196.950.000 mil)
- (10) rotasi bumi : 24 jam (23 jam 56 menit)

Catatan:

- 1 mil = 1.60934 km
- 1 km = 0,621mil
- 1m = 39,37 inch = 3,2808 kaki
- 1 kaki = 0,3048 m

- (11) dalam revolusinya (peredaran bumi mengelilingi matahari), sumbu miring 66,5°;
- (12) revolusinya adalah 1 tahun ($365 \frac{1}{4}$ hari) atau 365 hari 6 jam 9'10";
- (13) BJ (Berat Jenis) adalah 5,25;
- (14) temperatur rata-rata adalah 10° C;
- (15) mempunyai satelit 1 (satu), yaitu bulan;
- (16) keliling bumi 40.000 km, untuk satu kali putaran diperlukan 24 jam
dengan kecepatan di equator = $\frac{40.000}{24} = 1.667 \text{ km/jam}$;
- (17) umur bumi adalah 3.000.000.000 - 5.000.000.000 tahun (3-5 milyar tahun);
- (18) Air panas yang ada di perut bumi disebut **air juvenil** (air yang belum pernah keluar dari perut bumi), nantinya akan keluar sebagai pengganti air laut kalau habis.



Sumber: *Bintang dan Planet*

Gambar 2.23 Planet Bumi

Seperti diketahui bahwa bumi melakukan rotasi. Adapun akibat rotasi tersebut adalah sebagai berikut.

- (1) Peredaran semu harian benda langit, yaitu semua benda langit seolah-olah beredar mengelilingi bumi, terbit di timur dan terbenam di barat.
- (2) Peristiwa siang malam, yaitu terjadinya siang malam : 12 jam siang dan 12 jam malam.
- (3) Perbedaan waktu, yaitu tiap-tiap tempat dengan garis meridian yang berbeda, waktunya pun berbeda:
 - (a) tiap 1° jarak dua garis meridian yang berurutan, waktunya berbeda 4 menit atau tiap 15° berbeda 1 jam;
 - (b) satu kali putaran lingkaran dalam waktu 24 jam;
 - (c) sehingga $\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ$, berarti setiap 15° beda waktunya 1 jam;
 - (d) tiap $1^\circ = \frac{60'}{15^\circ} = 4$ menit.

Zona waktu berpangkal pada meridian utama atau **prime meridian** (meridian 0°) yang disebut GMT (**Greenwich Mean Time**).

Indonesia terletak pada 95° BT - 141° BT dibagi menjadi 3 daerah waktu, yaitu:

- (1) WIB (Waktu Indonesia Barat), dengan ketentuan:
 - (a) garis patokan (tolok), yaitu 105° BT, meliputi Provinsi NAD (Nanggroe Aceh Darussalam), Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Babel (Bangka Belitung) DKI Jakarta, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, DIY (Daerah Istimewa Yogyakarta), dan Jawa Timur;
 - (b) sejak Januari 1988 ditambah Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah;
 - (c) WIB = GMT + 7 jam atau $105^\circ : 15^\circ = 7$ jam.

- (2) WITA (Waktu Indonesia Tengah), dengan ketentuan:
 - (a) garis patokan (tolok), yaitu 120° BT, meliputi Provinsi Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Utara, Bali, NTB (Nusa Tenggara Barat), dan NTT (Nusa Tenggara Timur);
 - (b) $WITA = GMT + 8 \text{ jam}$ atau $120^{\circ} : 15^{\circ} = 8 \text{ jam}$.
- (3) WIT (Waktu Indonesia Timur), dengan ketentuan:
 - (a) garis patokan (tolok), yaitu 135° BT, meliputi Provinsi Maluku, Maluku Utara, Irija (Papua), dan Papua Barat;
 - (b) $WIT = GMT + 9 \text{ jam}$ atau $135^{\circ} : 15^{\circ} = 9 \text{ jam}$.

d) **Mars**

Planet Mars disebut juga **Planet Merah (Red Planet)**. Dalam bahasa Sanskerta, Mars disebut **Anggara**; dalam bahasa Arab disebut **Marich**; dan dalam bahasa Jawa disebut **Jaka Belek**.

Planet Mars tidak diselimuti awan sehingga dapat dilihat dan ditemukan sejumlah noda. Setelah beredar kembali pada kedudukan semula terlihatlah bagian permukaan Mars yang beraneka warna. Dari noda-noda itu pula dapat diketahui bahwa rotasi Mars adalah 24 jam 37 menit 23 detik. Adapun para astronom peneliti Mars, yaitu sebagai berikut.

- (1) Giovanni Schiaparelli (1835-1910)

Giovanni adalah astronom Italia. Pada tahun 1877, ia memetakan Mars secara teliti. Ia menemukan bidang-bidang hitam pada permukaan Mars dengan garis-garis hitam yang disebutnya **canalo** (kanal = terusan). Canalo ini jumlahnya banyak, panjangnya beratus-ratus kilometer, dan lebarnya 2-3 kilometer.

Hal tersebut dibenarkan oleh Lowel (astronom Amerika) yang membangun observatorium peneropong bintang "Lowel Observatory" untuk menyelidiki Mars. Menurutnya di Mars terdapat terusan-terusan Mars (**Martian Canals**) yang mengalirkan air pada musim semi dari utara ke selatan dan di musim gugur dari selatan ke utara.

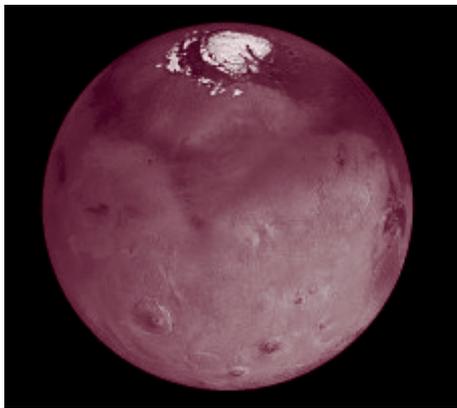
Setelah diadakan pengamatan dengan teropong yang baik, semula yang terlihat seperti garis-garis panjang, ternyata hanya titik-titik yang sangat banyak. Dengan teropong kecil, titik-titik itu berimpit menjadi garis. Jadi, Giovanni Schiaparelli telah membuat kesalahan dalam melihat dan membuat penafsiran.

- (2) Coblentz dan Lampland (1922)

Ia mengadakan pengukuran dan pembagian temperatur di permukaan Mars (M. Ratim. 1982).

- (a) Temperatur di tengah-tengah permukaan Mars, yaitu:
 - i. tanggal 25 Juli 1924 adalah -21°C ;
 - ii. akhir bulan Juli 1924 adalah -9°C ;
 - iii. tanggal 25 Agustus 1924 adalah $+15^{\circ}\text{C}$;
 - iv. temperatur pagi hari pada sisi timur turun dari 21°C pada tanggal 1 Agustus sampai -77°C ;
 - v. tanggal 12 September 1924, temperatur malam di sisi barat adalah 0°C .
- (b) Temperatur di Kutub Utara Mars dan sekitarnya, di musim dingin adalah -100°C , sehingga menyebabkan perubahan temperatur harian dan tahunannya sangat besar.
- (c) Temperatur di dekat khatulistiwa Mars, pada musim panas, yaitu:
 - i. temperatur pukul 12.00 (siang) adalah 25°C ;
 - ii. temperatur pukul 17.00 adalah 0°C ;
 - iii. temperatur pukul 24.00 adalah 60°C ;
 - iv. temperatur pukul 07.00 (pagi) adalah -30°C .

Planet Mars dilihat dengan teleskop yang kuat, tampak 2 buah satelit yang mengiringinya, yaitu **Deimos** dan **Phobos**. Jarak Mars dengan matahari adalah 228 juta km (1,5 sa). Garis tengah Mars adalah 6.800 km (lebih pendek dari garis tengah bumi, yaitu 12.800 km). Rotasi Mars selama 24 jam 37 menit 23 detik. Revolusinya (peredaran Mars mengelilingi matahari) satu kali beredar, yaitu 1,88 tahun (hampir 23 bulan atau 687 hari).



Sumber: www.search.yahoo.com

Gambar 2.24 Planet Mars

Satelit Phobos terlihat seperti terbit di barat dan terbenam di timur, sebab revolusi Phobos (peredaran mengelilingi Mars) lebih lambat dibandingkan revolusi Mars mengelilingi matahari. Tanah Mars tandus, terdiri dari batu-batuan serta bukit pasir merah jingga. Lembah raksasa di Mars lebih besar dan dalam dibandingkan dengan Lembah Grand Canyon of Colorado di Amerika Serikat. Olympus Mons, sebagai gunung berapi terbesar di Mars ($2\frac{1}{2}$ kali lebih tinggi dari Mount Everest di bumi). Sementara Mount Everest, puncak tertinggi di bumi tingginya adalah 8.800 meter di atas permukaan laut.

e) **Yupiter**

Planet Yupiter disebut juga **Planet Raksasa (The Giant Planet)** karena merupakan planet paling besar di antara planet-planet anggota tata surya kita. Dalam bahasa Sanskerta, Yupiter disebut **Wrespati** dan dalam bahasa Arab disebut **Mustari**. Ciri-ciri planet Yupiter adalah sebagai berikut:

- (1) jarak Yupiter ke matahari \pm 778 juta km;
- (2) garis tengahnya adalah 142.600 km;
- (3) rotasinya adalah 9 jam 50 menit;
- (4) revolusinya adalah 11,9 tahun (\pm 12 tahun bumi);
- (5) Yupiter terdiri dari cairan hidrogen, amoniak, helium dan metan (BJ = 1,33, sedangkan BJ air = 1);
- (6) Yupiter mempunyai atmosfer, tetapi gerakannya sangat lambat dibuktikan dengan adanya noda-noda pada Yupiter yang kelihatan tetap, tidak berpindah tempat;
- (7) atmosfer terbentuk dari zat amoniak dan metan;
- (8) formasi-formasi awan yang tampak pada ban ekuatornya terdiri dari gas-gas yang berkondensi (mengental atau mengembung);
- (9) terdapat zat air, zat arang, dan zat lemas yang dapat bersenyawa sehingga menjadi metan dan amoniak karena temperatur yang amat rendah (-140°C);



Sumber: www.search.yahoo.com

- (10) diameter Yupiter adalah 11 x diameter bumi;
- (11) permukaannya adalah 120 x luas bumi;
- (12) tak ada kehidupan karena atmosfernya bertemperatur -140°C ;
- (13) Yupiter mempunyai 14 satelit.

Gambar 2.25 Planet Yupiter

f) **Saturnus**

Saturnus adalah planet yang sangat menarik perhatian karena mempunyai cincin 3 buah yang sifatnya konsentris. Dari ketiga cincin tersebut yang paling terang adalah yang ada di tengah, sedangkan cincin bagian dalam sangat tipis. Dalam bahasa Sanskerta, Saturnus disebut Syanaliscara, sedangkan dalam bahasa Arab disebut **Zuhul**.

Ciri-ciri lain dari planet Saturnus adalah sebagai berikut:



Sumber: www.search.yahoo.com

Gambar 2.26 Planet Saturnus

- (1) pada kutubnya memipih setengah dari jari-jarinya;
- (2) kecepatan rotasinya adalah 10 jam 14 menit;
- (3) revolusinya adalah 29,5 tahun;
- (4) sumbunya berdiri dengan sudut 60° pada bidang peredaran tahunannya (sumbu bumi $66\frac{1}{2}^\circ$);
- (5) cincin-cincin konsentris yang mengelilinginya ditemukan oleh Huygens;
- (6) cincin-cincin itu terdiri dari bulan yang amat kecil dan beredar secara konsentris dengan kecepatan 15-20 km/detik, berisikan butir-butir yang berbeda-beda besarnya, mulai dari butir-butir sebesar debu sampai bongkah-bongkah berpuluh ton;
- (7) sekali setiap tahun cincin itu menghilang dari mata peninjau (tahun 1921);
- (8) Saturnus mempunyai 17 satelit yang besar-besar, seperti **Titan** (terbesar), bahkan hasil pengamatan Voyager I dan II (1981), Saturnus mempunyai 22 satelit;
- (9) temperatur di permukaan Saturnus adalah -150°C ;
- (10) jarak rata-rata dari matahari adalah 1.427 juta km;
- (11) garis tengahnya adalah 120-200 km;
- (12) berat jenisnya adalah 0,75 (berat jenis air = 1);
- (13) massanya $\pm 95 \times$ massa bumi.

g) Uranus

Planet Uranus ditemukan tahun 1781 oleh Sir William Herschel (Inggris) dengan teropongnya. Ciri-ciri planet yang diketemukannya itu adalah sebagai berikut:

- (1) jarak Uranus ke matahari adalah 2.870 juta km;
- (2) setahun di Uranus sama dengan 48 tahun di bumi;
- (3) satu hari di Uranus hanya 11 jam di bumi;
- (4) planet Uranus sumber rotasinya satu bidang dengan bidang revolusinya sehingga di Uranus tidak ada daerah yang tidak mendapat sinar matahari,

seperti di planet lain; daerah Kutub Uranus akan menerima sinar matahari, karena kutubnya (ujung sumbunya) menghadap searah dengan matahari; namun, karena jaraknya jauh dari matahari, di kutubnya menerima panas dengan temperatur tetap rendah, yaitu -185°C ;



Sumber: www.search.yahoo.com

Gambar 2.27 Planet Uranus

- (5) garis tengahnya adalah 49.000 km;
- (6) rotasinya adalah 10 jam 49 menit;
- (7) revolusinya adalah 84 tahun;
- (8) berat jenisnya adalah 1,26 (BJ air = 1);
- (9) massa planet ini adalah 14,6 x massa bumi;
- (10) di khatulistiwa, sinar matahari jatuh tidak tegak lurus seperti di bumi, tetapi dengan sudut lancip sehingga siang hari lamanya 36.000 hari Uranus, begitu pula malamnya;

- (11) mempunyai 5 buah satelit, yaitu **Miranda, Ariel, Umbriel, Titania, dan Oberon.**

h) Neptunus

Planet Neptunus ditemukan tahun 1846 oleh seorang astronom Jerman, berdasarkan perhitungan ahli matematika, John Couch Adam (Inggris) dan Jean Joseph Leverrier (Perancis). Adapun ciri-ciri Neptunus adalah sebagai berikut:



Sumber: www.search.yahoo.com

Gambar 2.28 Planet Neptunus

- (1) jarak dari matahari adalah 4,497 juta km;
- (2) garis tengahnya adalah 50.200 km;
- (3) rotasinya adalah 15 jam 48 menit;
- (4) revolusinya adalah 164,8 tahun;
- (5) massa planet ini adalah 17,2 x massa bumi dan besarnya 60 x besar bumi;
- (6) temperaturnya adalah -220°C ;
- (7) memiliki dua satelit, yaitu **Triton dan Nereid.**

i) Pluto

Sejak ditemukan oleh Clyde William Tombaugh pada 18 Februari 1930, Pluto menjadi salah satu anggota tata surya kita. Ciri-cirinya adalah sebagai berikut:

- (1) jarak dari matahari adalah 5.900 juta km;
- (2) garis tengahnya adalah 6.400 km;
- (3) rotasinya adalah 153 jam;
- (4) revolusinya adalah 247,7 tahun;
- (5) berat jenisnya = 5 (BJ air =1);
- (6) massa planet ini adalah 0,9 x masa bumi;
- (7) tiap-tiap 1 m² dari permukaan Pluto menerima hanya $\frac{1}{600}$ x sinar dan panas matahari yang diterima bumi;
- (8) temperaturnya adalah -200°C;
- (9) memiliki satu satelit, yaitu **Charon**.

Akan tetapi, berdasarkan penelitian para astronom dengan ditemukannya objek-objek kecil yang juga mengelilingi matahari menjadi bahan perbandingan terhadap status Pluto sebagai planet. Bahkan, di antara objek-objek langit tersebut ada yang memiliki satelit dan berukuran lebih besar dari Pluto.

Hasilnya, pada 24 Agustus 2006, dalam sebuah pertemuan Persatuan Astronomi Internasional, 3.000 ilmuwan astronomi memutuskan untuk mengubah status Pluto menjadi **planet kerdil**. Pada tanggal 7 September 2006, nama Pluto diganti dengan nomor saja, yaitu 134340. Nama ini diberikan oleh Minor Planet Center (MPC), organisasi resmi yang bertanggung jawab dalam mengumpulkan data asteroid dan komet dalam tata surya kita.

Tabel 2.4. Daftar Satelit

No.	Nama Planet/Satelit	Penemu	Tahun	Garis Tengah (km)	Jarak dari Planet (km)	Lamanya Mengelilingi Planet (hari, jam, menit)
	Planet Merkurius Satelit:	-	-	-	-	-
	Planet Venus Satelit:	-	-	-	-	-
1	Planet Bumi Satelit: Bulan	-	-	4.480	384.000	27 . 7 . 43
1	Planet Mars Satelit: Phobos	Hall	1877	64	9.400	0 . 7 . 39
2		Hall	1877	16	23.500	1 . 6 . 18

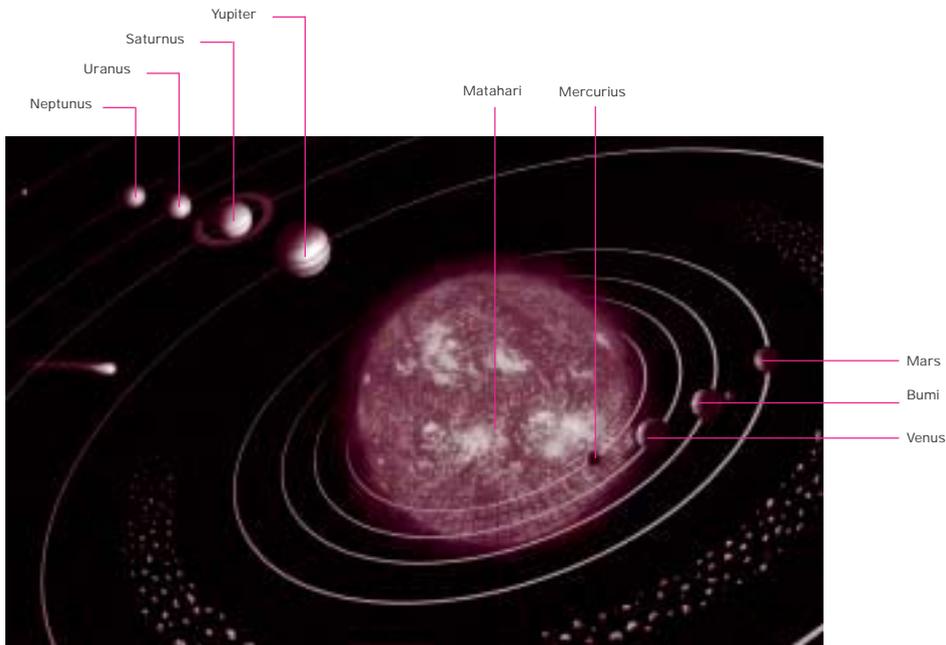
No.	Nama Planet/Satelit	Penemu	Tahun	Garis Tengah (km)	Jarak dari Planet (km)	Lamanya Mengelilingi Planet (hari, jam, menit)
Planet Yupiter						
Satelit:						
1	Amalthea/Fifth	Barnard	1892	240	181.300	0 . 11 . 53
2	Io	Galileo	1610	3.640	421.600	1 . 18 . 28
3	Europa	Galileo	1610	3.130	670.900	3 . 13 . 14
4	Ganymede	Galileo	1610	5. 270	1. 070. 000	7 . 3 . 43
5	Callisto	Galileo	1610	4. 850	1. 880 . 000	16 . 16 . 32
6	Leda	Kowal	1974	2 – 14	11. 110.000	240
7	Himalia/Sixth	Perrine	1904	170	11.470.000	251
8	Lysithea/Seventh	Perrine	1905	6 - 32	11.710.000	260
9	Elara/Tenth	Nicholson	1938	80	11. 740.000	260
10	Ananke/Twelfth	Nicholson	1951	6 – 28	20.700.000	260
11	Came/Eleventh	Nicholson	1938	8 – 40	22.350.000	692
12	Pasiphae/Eighth	Melotte	1908	8 – 46	23.300.000	735
13	Sinope/Ninth	Nicholson	1914	6 – 36	23.700.000	758
14	XIV/Fourtinth	Kowal	1975	40	129.000	0,34 hr
Planet Saturnus						
Satelit:						
1	Mimas	Herschel	1789	350	185.800	0.22.37
2	Enceladus	Herschel	1789	640	238.600	1 . 8 . 53
3	Tethys	Cassini	1684	1.020	194.900	1 . 21 . 18
4	Dione	Cassini	1684	1.100	377.900	2 . 17 . 41
5	Rhea	Cassini	1672	1.500	527.600	4 . 12 . 25
6	Titan	Huygens	1655	4.800	1.222.600	15 . 22 . 41
7	Hyperion	Bond	1848	160-920	1.484.100	21 . 6 . 38
8	Iapetus	Cassini	1671	1.800	3.562.900	79 . 7 . 56
9	Phoebe	Pickering	1898	60-320	12.960.000	550 . 45 . hr
10	Janus	Dolfus	1966	?	168.700	?
11	Pan	?	?	?	168.700	?
12	Atlas	?	?	?	168.750	?
13	Prometheus	?	?	?	?	?
14	Pandora	?	?	?	?	?
15	Ephiteus	?	?	?	?	?
16	Telesto	?	?	?	?	?
17	Calypso	?	?	?	?	?
18	Helena	?	?	?	?	?
Planet Uranus						
Satelit:						
1.	Miranda	Kuiper	1948	900	130.100	1 . 9 . 56
2.	Ariel	Lassell	1851	960	191.800	2 . 12 . 29
3.	Umbriel	Lassell	1851	640	267.300	4 . 3 . 28
4.	Titania	Herschel	1787	1.600	438.700	8 . 16 . 56
5.	Oberon	Herschel	1787	1.440	586.600	13 . 11 . 7
Planet Neptunus						
Satelit:						
1.	Triton	Lassell	1846	4.000	353.000	5 . 21 . 3
2.	Nereid	Kuiper	1949	2.250	600.000	500 hr

Sumber: Pustaka Pengetahuan Modern Bintang dan Planet (ada sedikit perubahan oleh Penulis)

Tabel 2.5 Data Anggota Tata Surya

Nama	Jarak Rata-Rata dari Matahari (juta) km	Garis Tengah Khatulistiwa (km)	Kepadatan (air = 1)	Mengelilingi Matahari (Revolusi)	Berputar pada Sumbunya (Rotasi)
Matahari	-	1.392.000	1,41	-	25,32 hari
Bulan	-	3.476	3,34	-	27,32 hari
Merkuri	58	4.850	5,4	88 hari	59 hari
Venus	108	12.140	5,2	224,7 hari	244 hari
Bumi	150	12.756	5,52	365,25 hari	23 jam 56 menit
Mars	228	6.790	3,95	687 hari	24 jam 37 menit
Jupiter	778	142.600	1,34	11,9 tahun	9 jam 50 menit
Saturnus	1.427	120.200	0,70	29,5 tahun	10 jam 14 menit
Uranus	2.870	49.000	1,58	84,0 tahun	10 jam 49 menit
Neptunus	4.497	50.200	2,30	164,8 tahun	15 jam 48 menit

Sumber: Pustaka Pengetahuan Modern Bintang dan Planet (ada sedikit perubahan oleh Penulis)



Gambar 2.29 Tata Surya

Sumber: www.search.yahoo.com

3)

Bulan adalah satelit alam planet bumi. Bulan adalah benda langit yang gelap (tak bercahaya sendiri) dan tidak mempunyai panas sendiri. Bulan terlihat dari bumi karena memantulkan cahaya dari matahari. Ciri-ciri dari bulan adalah sebagai berikut:

- a) jaraknya dari bumi tidak konstan (kekal), tetapi berubah-ubah;
 - (1) jarak rata-rata 384.000 km dari bumi,
 - (2) jarak terjauh 405.500 km dari bumi,
 - (3) jarak terdekat 363.000 km dari bumi;
- b) garis tengahnya adalah 4.480 km;
- c) massanya adalah $\frac{1}{8}$ x bumi;
- d) volumenya adalah $\frac{1}{50}$ dari bumi;
- e) rotasi bulan (mengelilingi sumbunya) adalah $27\frac{1}{3}$ hari (sideris) dan $29\frac{1}{2}$ (sinodis);
- f) revolusi bulan (mengelilingi bumi) adalah $27\frac{1}{3}$ (sideris) dan $29\frac{1}{2}$ hari (sinodis).

Permukaan bulan mirip seperti di gurun, tertutup debu seperti tepung yang padat. Permukaannya berbentuk dataran rendah, berbukit-bukit batu karang, dan berlubang-lubang dengan kedalaman 40 cm - 13 m dan lebar 6 meter.

Lubang-lubang tersebut terjadi karena hujan meteor. Bulan tidak mempunyai atmosfer, sehingga meteor menumbuk dengan hebatnya ke permukaan bulan. Karena tidak ada lapisan atmosfer itu juga, di bulan tidak ada aliran udara (angin). Menurut penelitian, di bulan berlangsung kejadian geofisik yang sama seperti di bumi (bagian dalam bulan masih merupakan cairan yang amat panas, seperti magma di bumi).

Bentukan-bentukan yang tampak melalui teropong adalah sebagai berikut:

- a) laut-laut (**mare**) tanpa air, yaitu bagian-bagian yang rata berwarna hitam, di permukaannya dikelilingi pegunungan-pegunungan tinggi;
- b) tampak pula rawa-rawa (**palus**) dan danau (**lacus**) yang berwarna abu-abu (tanpa air);
- c) pegunungan, gunung-gunung, dan kepundan;
- d) jurang-jurang berpusat di kompleks Gunung Tycho, yaitu bentuk gunung di bulan yang paling aneh. Pegunungan ini berbentuk gelang dengan tebing yang tinggi dan dataran rendah di dalamnya. Gunung-gunung yang berkepundan di tengah-tengahnya bergaris tengah 10 - 100 km.

Kompleks Gunung Tycho memiliki tebing atau lereng sekitar 5-6 km dengan gunung di tengah-tengahnya setinggi 1.700 m dan bergaris tengah 87 km. Pegunungan-pegunungan di bulan diberi nama seperti yang ada di bumi, seperti Pegunungan Alpina (Alpen), Apenina (di Italia), dan Kaukasus (di Rusia). Menurut dugaan, lautan-lautan dan danau-danau terjadi karena vulkanisme, sedangkan kepundan-kepundan terjadi karena benturan meteor yang jatuh di bulan.



Di bulan tidak ada atmosfer sehingga tidak ada air yang berbentuk cairan atau padat. Demikian juga adanya perubahan temperatur yang hebat, di siang hari dari 100°C menjadi 150°C . Di malam hari, temperatur di bawah 0°C .

Gambar 2.30 Bulan

Sumber: *Bintang dan Planet*

4)

Disebut pula **shooting stars** yang kadang-kadang tampak seperti bola api yang lebih terang dari matahari. **Bolide** ialah meteor besar terdiri dari batu-batu dan debu yang melayang-layang di angkasa, kadang-kadang masuk ke atmosfer bumi, berwarna merah dan panas, akhirnya pecah dan hancur.

Pada tanggal 30 Juni 1908 jatuh meteor besar di Taiga Tugus (daerah hutan pinus), 1.000 km di sebelah utara Kota Irkutsk (Siberia). Cahayanya kuat menimbulkan getaran sampai ke Eropa Tengah, gelombang udaranya beredar 2x mengelilingi bumi. Pada jarak 600 km dari meteor jatuh, rel kereta api "Trans Siberia" melengkung. Tanggal 12 Februari 1947, meteor besar jatuh di Pegunungan Sihote. Tahun 1772, Pallas di St. Petersburg menemukan meteor berat 640 kg, terdiri dari berjenis-jenis logam. Logam yang terbanyak adalah besi, nikel, aluminium, dan sulfur.

Meteorit seberat 30 metrik ton dari Greenland adalah salah satu meteor terbesar yang pernah ditemukan.



Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer 1*

Gambar 2.31 Meteorit seberat 30 metrik ton dari Greenland adalah salah satu meteor terbesar yang pernah ditemukan

Pada malam hari, sewaktu-waktu tampak beribu-ribu meteor cemerlang menyinari langit, seakan-akan bumi dihujani bintang-bintang. Hal itu terjadi karena bumi melalui sebuah arus meteor di langit yang berisikan batu-batu kecil dan debu yang tak terhitung jumlahnya memasuki atmosfer bumi dan habis terbakar. Ternyata, kebanyakan hujan bintang (meteor) itu berasal dari sisa komet yang tercecer sepanjang orbitnya.

5) ()

Kata Komet berasal dari bahasa Yunani, **kometes** (= si rambut panjang), karena ekornya tampak panjang dan indah ketika mendekati matahari. Berikut ini adalah astronom-astronom penyelidik komet dan beberapa nama komet.

a) Tycho Brahe

Ia hidup pada akhir abad ke-16 dan wafat 1601. Ia seorang astronom yang menyelidiki komet.

b) Edmund Halley

Ia adalah seorang marinir Inggris. Orang pertama yang menemukan bahwa komet adalah penghuni dari tata surya yang tetap. Ia menemukan periode munculnya komet-komet, yaitu tiap 75 - 76 tahun, yaitu tahun 1531, 1607, 1682, dan 1758.

Halley wafat tahun 1742. Pada tahun 1758, komet itu benar-benar muncul sehingga disebut Komet Halley. Kemudian Komet Halley tampak lagi pada tahun 1835 dan 1910 dengan ekor yang panjang sekali.

c) Biela

Komet Biela muncul tiap 7 tahun, dari tahun 1832, 1839, dan muncul lagi 1845. Pada tahun 1859 dan 1866, komet ini tidak muncul dan baru tampak pada tahun 1872, itupun bentuknya sudah berubah. Pada tanggal 27 November 1872, bumi beredar melintasi dekat orbit komet Biela dan tampak beribu-ribu bintang yang terang meluncur di langit karena komet Biela berubah menjadi arus meteor (hujan bintang). Beberapa kali bumi melintasi orbit komet Biela maka tiap kali pula terjadi hujan bintang.

d) Donotie

Komet ini tampak pada tahun 1858 dengan ekor sepanjang 45.000.000 km dan waktu peredarannya 2.000 tahun. Tahun 1882, tampak **grote komet** (komet besar) yang amat terang cahayanya dan dapat dilihat pada siang hari.

Sebuah komet terdiri dari 3 bagian, yaitu sebagai berikut:

a) **koma** (penyelubung berupa kabut);

b) **kern** (inti), yaitu bagian yang lebih terang dari koma;

c) **ekor**, yaitu garis cahaya yang panjang dan fantastis bentuknya.



Sumber: www.search.yahoo.com

Struktur komet belum banyak diketahui. Menurut penelitian, ekor komet terdiri dari zat air, batu bara bercampur besi, dan natrium. Komet-komet selama mendekati matahari sebagian menguap karena penyinaran

Gambar 2.32 Komet

yang kuat. Bagian-bagian yang dilepaskan itu disebabkan karena tiupan atau angin dari matahari sehingga ekor komet membalik dari matahari kira-kira 30° di atas horizon. Komet menjauhi matahari sehingga ekornya terus memendek dan akhirnya pada ketinggian 60° menghilang.

6)

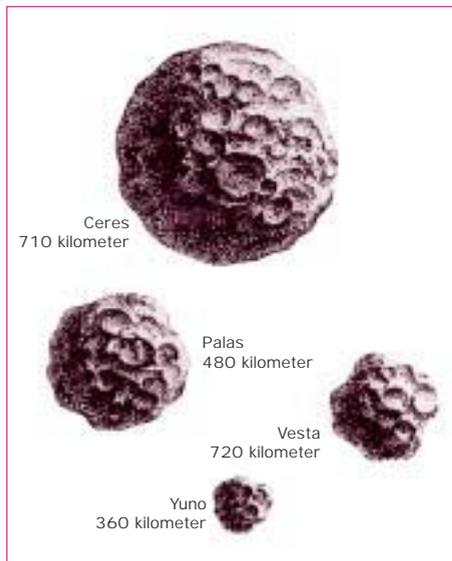
Tanggal 1 Januari 1801, seorang astronom bernama Giuseppe Piazzi menemukan asteroid pertama dan terbesar yang diberi nama **Ceres** (dewi kehidupan) dengan diameter 489,14 km atau $\frac{1}{4.000}$ x diameter bumi.

Asteroid adalah pecahan-pecahan dari sebuah planet yang besar dan kemudian hancur karena terjadi sesuatu **Katastrof** (Catastroph dalam bahasa Inggris) yang berarti malapetaka atau bencana di angkasa. Asteroid merupakan benda-benda langit yang terdapat pada ruang angkasa kosong di antara lintasan planet Mars dan Yupiter, berupa pulau-pulau batuan serta logam yang kecil dan kasar. Jarak asteroid dari matahari adalah 778 juta km. Asteroid beredar mengelilingi matahari seperti planet.

Pada tahun 1802, ditemukan asteroid dan diberi nama **Pallas** (lebar 560 km). Tahun 1804, ditemukan lagi asteroid dan diberi nama **Yuno** (lebar 360 km). Tahun 1807, ditemukan lagi Vesta (lebar 490 km), Hygeva (lebar 388 km), Intermnia (lebar 360 km), dan Davida (lebar 272 km). Tahun 1845, ditemukan lagi asteroid dan diberi nama (nama-nama dewa) di Phoenicia, Jerman, Norwegia, seperti nama Dewa Hermes, Eros, dan Adonis.

Uni Sovyet (Rusia) menemukan asteroid Vladilen, Morozovia, dan Paulovia. Jumlah asteroid diperkirakan 30.000 buah. Asteroid yang agak besar ukurannya berkisar antara asteroid Ceres dan gunung-gunung terbang yang kecil. Diameternya adalah 100 km, 50 km, 20 km, dan 1 km, misalnya **Ikarus** (garis tengahnya 1,6 km).

Asteroid yang lebih kecil sebesar batu raksasa, kerikil, atau batu pasir yang jumlahnya bermilyar-milyar. Asteroid yang telah diamati kira-kira 3.000 buah, ternyata mempunyai lintasan seperti bumi (beredar mengelilingi matahari). Diperkirakan asteroid nantinya bersilang orbit dengan Yupiter yang nantinya ter-



Sumber: Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa II (ada perubahan dari penulis)

Gambar 2.33 Asteroid atau planetoid

sedot ke Jupiter. Bahkan, lintasannya dapat sangat dekat dengan bumi. Misalnya, Eros (asteroid dengan panjang 24 km dan lebar 4 km) mendekati bumi pada jarak 22 juta km.

Demikian juga asteroid yang orbitnya mendekati bumi adalah **Amor**, **Ikarus**, **Apollo**, dan **Adonis**. Apabila asteroid tersebut sampai membentur bumi dapat menimbulkan **astroblem** (luka bintang).

TUGAS 2

Cari gambar-gambar teori terjadinya tata surya di buku-buku perpustakaan sekolah Anda. Kemudian fotokopi dan tempel pada lembaran-lembaran kertas! Beri komentar, lalu dijilid dan sampaikan pada guru geografi Anda!

Kata Kunci

- Masa Arkeozoikum
- Masa Protozoikum
- Masa Palaeozoikum
- Masa Mesozoikum
- Masa Kenozoikum
- Struktur dalam bumi
- Dasar lautan
- Teori Tektonik Lempeng
- Kerak bumi
- Gunung api
- Gempa bumi
- Energi panas bumi
- Tata surya
- Jagat raya
- Hukum Kepler
- Galaksi
- Konstelasi
- Planet
- Bulan
- Meteor
- Komet
- Asteroid

RANGKUMAN

1. Bumi terbentuk 4.600.000.000 (4,6 milyar tahun yang lalu).
2. Daratan Gondwana yang merupakan cikal bakal pulau atau negara India, Afrika, Sebagian Asia, Australia, Antartika dan lainnya terbentuk pada zaman Kambrium (590 juta - 500 juta tahun yang lalu).
3. Mulai terjadinya penyatuan benua dan membentuk daratan (Pangea) pada zaman Karbon Kwali (360 juta - 260 juta tahun yang lalu).

-
4. Struktur dalam bumi terdiri dari kerak bumi, selubung bumi, mantel, inti cair (luar) berupa Ni (nikel) dan Fe (ferum/besi), serta inti padat (dalam) berupa Ni dan Fe.
 5. Pergerakan lempeng kerak bumi meliputi pergerakan saling mendekat, pergerakan saling menjauh, dan pergerakan saling berpapasan.
 6. Kumpulan gunung api di Indonesia, yaitu kumpulan Sunda, kumpulan Banda, kumpulan Minahasa dan Singihe Talaud, kumpulan Halmahera, dan kumpulan Bhontain.
 7. Daerah gempa bumi yang dahsyat di dunia, yaitu Lisboa (Lisabon), Jepang, San Francisco, Chili, Aljazair, dan Indonesia.
 8. Jagat raya (ruang angkasa) adalah suatu ruang tak terbatas yang terletak antara benda-benda langit (antara planet-planet, antara satelit-satelit, antara galaksi-galaksi) yang tidak terhingga luasnya dan belum diketahui secara pasti berapa luasnya.
 9. Pandangan atau pendapat tentang jagat raya yang dikemukakan oleh manusia, yaitu pada zaman Yunani Kuno, Pythagoras, Aristoteles, Philolaus, Ptolemaeus, Nicolaus Copernicus, Tycho Brahe, Johan Kepler, Galileo-Galilei, dan Isaac Newton.
 10. Galaksi adalah sekumpulan bintang yang jumlahnya berjuta-juta dan tampak dari bumi seperti selempeng kabut.
 11. Dua teori terjadinya galaksi, yaitu teori Dentuman Besar (Big Bang) dan teori **Steady State** (Serba Tetap).
 12. Macam-macam galaksi, yaitu galaksi Elips (E), galaksi Spirial (S), galaksi Tak Beraturan (TB).
 13. Nama-nama galaksi, antara lain galaksi Bima Sakti, galaksi Andromeda, galaksi Dolar Perak, galaksi Roda Biru, galaksi Pusaran Air, dan galaksi Magellan.
 14. Anggota tata Surya terbentuk pada waktu yang sama.
 15. Anggota tata surya terdiri dari matahari, planet-planet, satelit, planetoid, komet, dan meteor.
 16. Konstelasi bintang yang penting, yaitu Ursa Mayor, Crux, Ursa Minor, Orion.
 17. Teori terjadinya tata surya, yaitu teori Nebulae oleh Kant-Laplace, teori Planetesimal oleh Chamberlin-Moulton; teori Pasang Surut oleh Jeans-Jeffreys; teori Awan Debu oleh Carl von Weizsaecker, Gerard P. Kuiper, Subrahmanyan Chandrasekhar; dan teori Perkembangan.
 18. Planet-planet terdiri dari Mercurius, Venus, Bumi, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.
 19. Benda-benda langit lainnya adalah matahari, bulan, meteor, hujan bintang, komet, dan asteroid.
-

Evaluasi Akhir Bab

A. Tulis jawaban soal-soal berikut ini pada buku tulismu!

- Berdasarkan penyelidikan secara geologis (fosil dan batuan), bumi terbentuk pada . . . yang lalu.
 - 4.600.000.000 tahun
 - 460.000.000 tahun
 - 46.000.000 tahun
 - 4.600.000 tahun
 - 460.000 tahun
- Awal pembentukan batuan kerak bumi, yaitu pada masa
 - Arkeozoikum
 - Protozoikum
 - Paleozoikum
 - Mesozoikum
 - Kenozoikum
- Pergerakan lempeng kerak bumi ada 3, yaitu pergerakan saling
 - berpapasan, bertubrukan, bertumbukan
 - menjauh, berpapasan, bertubrukan
 - mendekat, berpapasan, bertubrukan
 - mendekat, menjauh, bertubrukan
 - mendekat, menjauh, berpapasan
- Gunung api di Indonesia dikelompokkan menjadi kumpulan
 - Sunda, Banda, Minahasa, Halmahera, Sumatera
 - Sunda, Banda, Minahasa, Halmahera, Bhontain
 - Sunda, Banda, Minahasa, Sumatera, Bhontain
 - Sunda, Banda, Sumatera, Halmahera, Bhontain
 - Sunda, Sumatera, Minahasa, Halmahera, Bhontain
- Pandangan yang berpendapat bahwa matahari, planet-planet, bintang-bintang, dan semua yang beredar mengelilingi bumi dikemukakan oleh
 - Pythagoras
 - Aristoteles
 - Philolaus
 - Ptolemaeus
 - Nicolaus Copernicus
- Sistem Heliosentris yang berpendapat bahwa pusat peredaran benda-benda antariksa adalah matahari dikemukakan oleh
 - Pythagoras
 - Aristoteles
 - Philolaus
 - Ptolemaeus
 - Nicolaus Copernicus

7. Orang yang pertama menemukan teleskop pada 7 Januari 1610 adalah
- A. Tycho Brahe D. Isaac Newton
 B. Ptolemaeus E. Galileo Galilei
 C. Nicolaus Copernicus
8. Astronom besar yang merupakan orang pertama yang mengamati bintang-bintang dan menentukan bentuk galaksi adalah
- A. William Herschel D. Herman Bondi
 B. Edwin Hubble E. Thomas Gold
 C. Georges Lemaitre
9. Teori Big Bang yang mengemukakan bahwa alam semesta berasal dari suatu ledakan hebat yang melemparkan jasad-jasad ke segala arah, lambat laun jasad-jasad itu membentuk galaksi, dikemukakan oleh
- A. Fred Hoyle D. William Herschel
 B. Herman Bondi E. Georges Lemaitre
 C. Edwin Hubble
10. Lubang hitam di jagat raya yang terbentuk pada periode ledakan dan berperan menimbulkan fluktuasi-fluktuasi (goncangan) gravitisional hebat, disebut
- A. black galaksi D. black hole
 B. black region E. black belt
 C. black country
11. Berdasarkan penampakannya menurut Edwin Hubble, galaksi digolongkan menjadi galaksi
- A. elips, sprial, dan beraturan
 B. elips, spiral, dan tak beraturan
 C. elips, beraturan, dan tak beraturan
 D. sprial, beraturan, dan tak beraturan
 E. spiral, beraturan, dan Bima Sakti
12. Galaksi terdekat dengan Bima Sakti yang berjarak 150.000 tahun cahaya adalah galaksi
- A. Andromeda D. Pusaran Air
 B. Dolar Perak E. Magellan
 C. Roda Biru

13. Teori terjadinya tata surya yang dikemukakan oleh Kant dan Laplace disebut Teori
- A. Perkembangan
 - B. Awan Debu
 - C. Pasang Surut
 - D. Planetesimal
 - E. Nebulae
14. Teori terjadinya tata surya yang dikemukakan oleh Chamberlin dan Moulton, disebut
- A. Perkembangan
 - B. Awan Debu
 - C. Pasang Surut
 - D. Planetesimal
 - E. Nebulae
15. Satu detik cahaya sama dengan
- A. 300 km
 - B. 3.000 km
 - C. 30.000 km
 - D. 300.000 km
 - E. 3.000.000 km
16. Konstelasi bintang yang digunakan untuk menentukan arah utara adalah konstelasi bintang
- A. Ursa Mayor
 - B. Crux
 - C. Draco
 - D. Orion
 - E. Southern Cross
17. Kelompok bintang untuk mencari equator adalah
- A. Ursa Mayor
 - B. Crux
 - C. Ursa Minor
 - D. Orion
 - E. Polaris
18. Rata-rata jarak matahari ke bumi adalah 150.000.000 km. Tiap-tiap satu detik, sinar matahari menempuh jarak sejauh 300.000 km, maka waktu yang dibutuhkan oleh sinar matahari untuk sampai ke bumi adalah
- A. 7 menit
 - B. 7,33 menit
 - C. 8 menit
 - D. 8,33 menit
 - E. 9 menit
19. Bagian matahari dari dalam ke luar adalah
- A. inti, korona, kromosfer, dan fotosfer
 - B. inti, korona, fotosfer, dan kromosfer
 - C. inti, kromosfer, korona, dan fotosfer
 - D. inti, kromosfer, fotosfer, dan korona
 - E. inti, fotosfer, kromosfer, dan korona

20. Planet yang rotasinya (perputaran pada sumbunya) berlawanan dengan planet lain adalah planet
- A. Mercurius D. Mars
B. Venus E. Yupiter
C. Bumi
21. Rotasi bumi lamanya adalah
- A. 21 jam 56 menit D. 23 jam 50 menit
B. 22 jam 56 menit E. 23 jam 46 menit
C. 23 jam 56 menit
22. Rotasi sideris bulan, selama
- A. $25 \frac{1}{3}$ hari D. $28 \frac{1}{3}$ hari
B. $26 \frac{1}{3}$ hari E. $29 \frac{1}{3}$ hari
C. $27 \frac{1}{3}$ hari
23. Shooting Stars adalah nama lain untuk
- A. meteor D. planet
B. komet E. satelit
C. hujan bintang
24. Seorang astronom yang menyelidiki komet yang hidup pada abad ke-16 dan wafat pada tahun 1601 adalah
- A. Hartshorne D. Tycho Brahe
B. Strabo E. Bintarto
C. Yeates
25. Komet Donotie yang tampak pada tahun 1858 dengan panjang ekornya 45.000.000 km mempunyai waktu peredaran
- A. 2 tahun D. 2.000 tahun
B. 20 tahun E. 20.000 tahun
C. 200 tahun
26. Seorang astronom yang menemukan asteroid pertama dan terbesar yang diberi nama **Ceres** adalah
- A. Giuseppe Piazzi D. Galileo Galilei
B. Tycho Brahe E. Johan Kepler
C. Edmund Halley

Evaluasi Akhir Semester 1

A. Tulis jawaban soal-soal berikut ini pada buku tulismu!

1. Geografi adalah ilmu yang mempelajari persamaan dan perbedaan gejala geosfer dengan sudut pandang kewilayahan atau kelingkungan dalam konteks keruangan, yaitu batasan geografi dari
 - A. Yeates
 - B. Strabo
 - C. Hartshorne
 - D. Bintarto
 - E. Lokakarya Nasional
2. Orang pertama yang meletakkan dasar pengetahuan tentang bumi dengan karya tulisnya **Geographyca** adalah
 - A. Ptolemaeus
 - B. Copernicus
 - C. Aristoteles
 - D. Eratosthenes
 - E. Pythagoras
3. Geografi dapat diklasifikasikan menjadi 3 cabang, yaitu
 - A. human geography, population geography, settlement geography
 - B. physical geography, population geography, regional geography
 - C. physical geography, economic geography, regional geography
 - D. physical geography, human geography, political geography
 - E. physical geography, human geography, regional geography
4. Geografi yang objek studinya adalah aspek keruangan dari penduduk yang meliputi persebaran, kepadatan, sex ratio, dan perbandingan manusia dengan luas tanah, disebut
 - A. human geography
 - B. population geography
 - C. settlement geography
 - D. social geography
 - E. economic geography
5. Geografi yang objek studinya adalah ciri-ciri khas penduduk, organisasi sosial, unsur kebudayaan, dan kemasyarakatan dalam ruang (tempat) tertentu, disebut
 - A. human geography
 - B. population geography
 - C. settlement geography
 - D. social geography
 - E. economic geography

6. Geografi yang objek studinya mengenai perkembangan permukaan di suatu wilayah permukiman, bentuk pola permukiman, faktor-faktor yang memengaruhinya adalah . . .
 - A. human geography
 - B. population geography
 - C. settlement geography
 - D. social geography
 - E. economic geography

7. Persebaran gejala geografi yang mengelompok di suatu tempat karena ada faktor-faktor yang menguntungkan adalah konsep
 - A. morfologi
 - B. pola
 - C. keterjangkauan
 - D. keterkaitan keruangan
 - E. aglomerasi

8. Tersedianya sarana dan prasarana untuk mencapai suatu wilayah, disebut konsep
 - A. morfologi
 - B. pola
 - C. keterjangkauan
 - D. keterkaitan keruangan
 - E. aglomerasi

9. Hubungan antara persebaran gejala geografi di suatu tempat dengan gejala lain, disebut konsep
 - A. morfologi
 - B. pola
 - C. keterjangkauan
 - D. keterkaitan keruangan
 - E. aglomerasi

10. Konsep yang berhubungan dengan relief (bentuk permukaan bumi) yang berbeda-beda sehingga kegunaannya pun berbeda adalah konsep
 - A. morfologi
 - B. pola
 - C. keterjangkauan
 - D. keterkaitan keruangan
 - E. aglomerasi

11. Konsep yang berkaitan dengan persebaran fenomena permukiman, sungai, jenis tanah, dan pengembangan kota, disebut konsep
 - A. morfologi
 - B. pola
 - C. keterjangkauan
 - D. keterkaitan keruangan
 - E. aglomerasi

12. Dalam melakukan pendekatan geografi dapat dilakukan dengan pendekatan berikut ini, **kecuali** pendekatan

- A. sistem
- B. ekologi
- C. keruangan
- D. morfologi
- E. kronologi

13. Pendekatan yang mempergunakan prinsip-prinsip yang berlaku, yaitu prinsip persebaran, interelasi, dan deskripsi, disebut pendekatan

- A. sistem
- B. ekologi
- C. keruangan
- D. morfologi
- E. kronologi

14. Pendekatan geografi dengan cara mendekati, menelaah, dan menganalisis suatu gejala atau suatu masalah mempergunakan interelasi antara manusia dengan lingkungannya, disebut pendekatan

- A. sistem
- B. ekologi
- C. keruangan
- D. morfologi
- E. kronologi

15. Pendekatan geografi yang dapat menjelaskan dimensi waktunya dan dapat pula menjelaskan pertumbuhan dan perkembangannya, disebut pendekatan

- A. sistem
- B. ekologi
- C. keruangan
- D. morfologi
- E. kronologi

16. Suatu metodologi yang digunakan untuk mendekati, menelaah, dan mengkaji sistem gejala geografi dan sistem keruangan, disebut pendekatan

- A. sistem
- B. ekologi
- C. keruangan
- D. morfologi
- E. kronologi

17. Persebaran gejala dan fakta tidak merata dari suatu wilayah ke wilayah lainnya kemudian kita gambarkan hubungan satu sama lainnya, disebut prinsip

- A. interelasi
- B. korologi
- C. diferensiasi
- D. deskripsi
- E. distribusi

18. Pengungkapan hubungan antara faktor fisis dengan faktor fisis; faktor manusia dengan faktor manusia; faktor fisis dengan faktor manusia dan akan kita ketahui karakteristik gejala atau fakta geografi adalah prinsip
- A. interelasi
 - B. korologi
 - C. diferensiasi
 - D. deskripsi
 - E. distribusi
19. Prinsip yang memberikan gambaran tentang gejala dan masalah yang dipelajari melalui kalimat, peta, grafik, diagram dan tabel, disebut prinsip
- A. interelasi
 - B. korologi
 - C. diferensiasi
 - D. deskripsi
 - E. distribusi
20. Prinsip ini meninjau gejala, fakta, dan masalah geografi dalam persebarannya, interelasinya, dan interaksinya dalam ruang adalah prinsip
- A. interelasi
 - B. spasial
 - C. diferensiasi
 - D. deskripsi
 - E. distribusi
21. Pertanian sebagai suatu sistem keruangan merupakan perpaduan dari subsistem
- A. manusia dengan teknologi
 - B. fisis dengan teknologi
 - C. manusia dengan manusia
 - D. fisis dengan fisis
 - E. fisis dengan manusia
22. Aspek keruangan pembangunan industri yang sangat pokok meliputi
- A. penerapan teknologi tepat, penentuan lokasi dengan persebarannya, dan perbedaan areal industri
 - B. penerapan teknologi tepat, penentuan lokasi dengan persebarannya, dan permodalan
 - C. penentuan lokasi dengan persebarannya, perbedaan areal industri, dan permodalan
 - D. penerapan teknologi tepat, penentuan lokasi dengan persebarannya, dan tenaga kerja
 - E. penentuan lokasi dengan persebarannya, perbedaan areal industri, dan tenaga kerja

23. Berikut ini adalah syarat-syarat manusia memiliki tempat tinggal atau permukiman, **kecuali**
- A. mudah lalu lintas dan angkutan
 - B. cukup air
 - C. tanah subur
 - D. terlindung dari binatang
 - E. tanahnya luas
24. Pergerakan atau perpindahan bukan berbentuk benda, melainkan berupa berita, gagasan, buah pikiran, disebut
- A. siaran televisi
 - B. kreativitas
 - C. imajinasi
 - D. komunikasi
 - E. transportasi
25. Semua potensi dari lingkungan yang dapat memenuhi kebutuhan hidup manusia, disebut
- A. kesuburan alam
 - B. sumber alam
 - C. lingkungan alam
 - D. keadaan alam
 - E. sumber daya
26. Bumi kita terbentuk pada . . . tahun yang lalu.
- A. 460.000
 - B. 4.600.000
 - C. 46.000.000
 - D. 460.000.000
 - E. 4.600.000.000
27. Pada awal terbentuknya bumi masih berupa bola api yang mengalami akumulasi panas akibat kontraksi gravitasi, peluruhan radioaktif dan hujan meteorit, disebut masa
- A. Kenozoikum
 - B. Mesozoikum
 - C. Protozoikum
 - D. Palaeozoikum
 - E. Arkeozoikum
28. Struktur dalam bumi yang berlapis-lapis secara berurutan dari dalam hingga lapisan luar adalah sebagai berikut
- A. inti, kerak bumi, selubung bumi, mantel
 - B. inti, mantel, kerak bumi, selubung bumi
 - C. inti, mantel, selubung bumi, kerak bumi
 - D. inti, selubung bumi, mantel, kerak bumi
 - E. inti, kerak bumi, mantel, selubung bumi

29. Berikut ini adalah teori Tektonik Lempeng yang menerangkan proses dinamika pembentukan lempeng bumi, **kecuali**
- jalur pegunungan
 - terbentuknya samudera
 - jalur gunung api
 - jalur gempa bumi
 - cekungan pengendapan di muka bumi
30. Pergerakan lempeng kerak bumi ada tiga, yaitu pergerakan saling
- mendekat, menjauh, dan berpapasan
 - mendekat, menjauh, dan berhimpitan
 - mendekat, berpapasan, dan berhimpitan
 - menjauh, berpapasan, dan berhimpitan
 - menjauh, berpapasan, dan bertumbukan
31. Teori yang mengemukakan bahwa terdapat 8 langit di atas bumi, terdiri dari kristal (kaca) yang tembus cahaya dengan langit yang terdekat adalah **Langit Bulan** yang beredar pada bumi, di atasnya terdapat Langit Mercurius dan Langit Venus adalah
- Pythagoras
 - Copernicus
 - Philolaus
 - Ptolemaeus
 - Aristoteles
32. Pusat peredaran benda-benda antariksa adalah bumi yang dikenal dengan sistem geosentris dikemukakan oleh
- Pythagoras
 - Copernicus
 - Philolaus
 - Ptolemaeus
 - Aristoteles
33. Pusat peredaran benda-benda antariksa adalah matahari yang dikenal dengan Sistem Heliosentris dikemukakan oleh
- Kepler
 - Copernicus
 - Galileo Galilei
 - Ptolemaeus
 - Aristoteles
34. Planet-planet beredar mengelilingi matahari menurut lintasan berbentuk elips dengan matahari di salah satu titik apinya, dikemukakan oleh
- Kepler
 - Copernicus
 - Galileo Galilei
 - Ptolemaeus
 - Aristoteles

- C. peredaran semu harian benda langit, perbedaan waktu, dan perbedaan iklim
- D. peristiwa siang malam, perbedaan waktu, dan perbedaan iklim
- E. perbedaan waktu, perbedaan iklim, dan perbedaan tanaman
41. Benda-benda langit terdapat pada ruang angkasa kosong di antara lintasan planet Mars dan Yupiter, beredar mengelilingi matahari seperti planet adalah
- A. hujan bintang D. asteroid
- B. komet E. satelit
- C. meteor
42. Planet yang mendapat julukan **The Giant Planet** adalah planet
- A. Yupiter D. Neptunus
- B. Uranus E. Saturnus
- C. Mars
43. Planet yang mempunyai satelit Phobos dan Deimos adalah planet
- A. Saturnus D. Neptunus
- B. Pluto E. Mars
- C. Uranus
44. Planet yang mempunyai 3 buah cincin yang bersifat konsentris adalah planet
- A. Yupiter D. Neptunus
- B. Uranus E. Mars
- C. Saturnus
45. Planet yang sumbu rotasinya satu bintang dengan bidang revolusinya sehingga kutubnya (ujung sumbunya) menghadap searah dengan matahari adalah planet
- A. Yupiter D. Neptunus
- B. Uranus E. Mars
- C. Saturnus

B. Jawab soal-soal berikut ini dengan singkat dan jelas pada buku tulismu!

1. Apa yang dimaksud dengan gejala geosfer?
2. Sebutkan ilmu-ilmu penunjang geografi beserta artinya masing-masing secara singkat!

3. Apa yang dimaksud dengan konsep diferensiasi area?
4. Apa yang dimaksud dengan konsep interaksi dan interdependensi?
5. Sebutkan tiga arti keruangan!
6. Sebutkan 3 pendekatan keruangan tanpa artinya!
7. Ruang adalah bagian permukaan bumi, baik keseluruhan maupun hanya sebagian. Sebutkan apa lagi yang termasuk ke dalam ruang!
8. Sebutkan dua pengkajian dalam aspek pertanian!
9. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan permukiman!
10. Sebutkan pengelompokan gunung api yang ada di Indonesia!
11. Sebutkan negara-negara di dunia yang pernah mengalami gempa dahsyat!
12. Sebutkan tiga orang astronom yang menyelidiki galaksi **The Milky Way** atau Bima Sakti!
13. Galaksi apa yang letaknya paling dekat dengan Bima Sakti? Ceritakan sedikit mengenai galaksi tersebut!
14. Sebutkan lima teori tentang terjadinya tata surya, beserta tokoh yang mengemukakannya!
15. Jelaskan secara singkat istilah-istilah berikut ini!
 - a. geografi
 - b. region
 - c. geyser
 - d. jagat raya
 - e. komet

Bab III

Litosfer dan Pedosfer



Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer 2

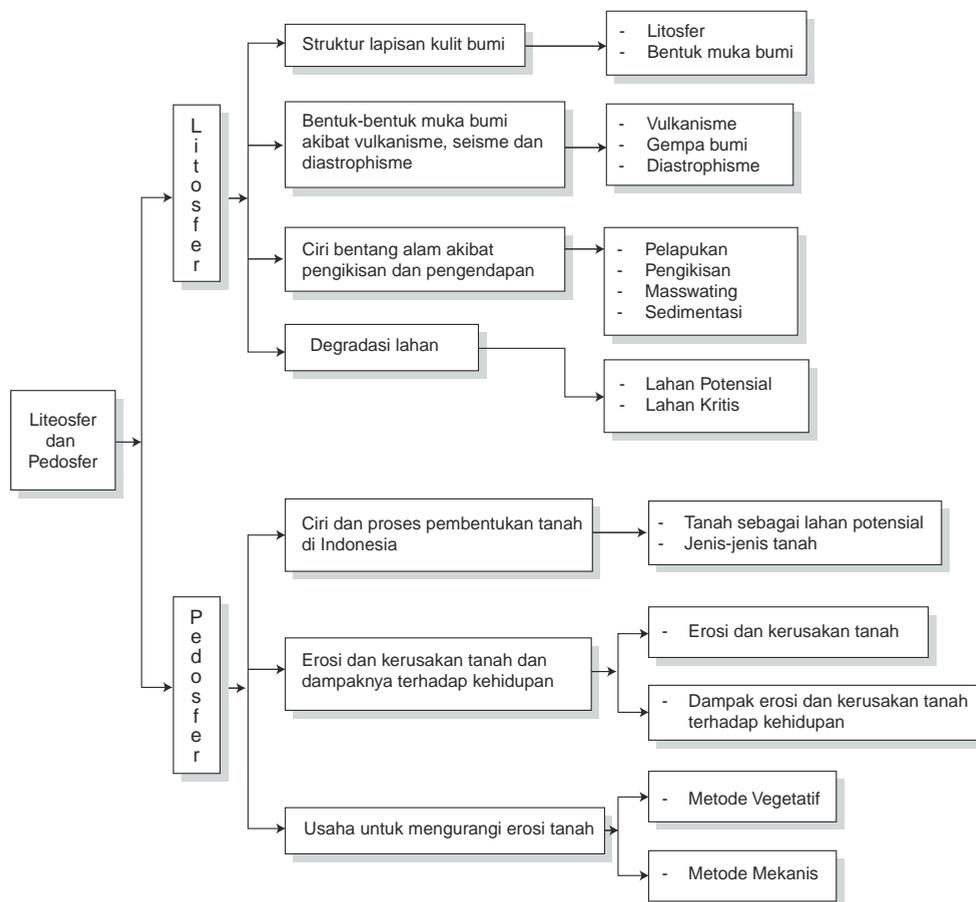
Kulit bumi terdiri atas beberapa lapisan batuan dan unsur-unsur lainnya

TUJUAN PEMBELAJARAN

Siswa dapat:

1. menjelaskan perubahan litosfer dan pengaruhnya terhadap kehidupan di muka bumi;
2. mengidentifikasi proses pembentukan dan perusakan tanah serta pengaruhnya bagi kehidupan.

PETA KONSEP



Dalam menganalisis unsur-unsur geosfer, salah satunya adalah tentang litosfer. Namun, litosfer dalam hal ini tidak dapat dipisahkan dengan pedosfer (tanah). Berikut ini akan kita bahas mengenai perubahan litosfer dan pedosfer serta dampaknya terhadap kehidupan di muka bumi.

A. Perubahan Litosfer dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi

Lapisan litosfer (lapisan kerak bumi yang paling atas) selalu mengalami perubahan. Hal tersebut disebabkan oleh tenaga dari dalam bumi (**endogen**) yang meliputi tektonisme, vulkanisme, maupun gempa. Demikian juga tenaga dari luar bumi (**eksogen**) yang meliputi erosi dan pelapukan dapat menyebabkan perubahan pada litosfer. Akhirnya, perubahan itu akan berdampak pula pada kehidupan di muka bumi, baik yang menguntungkan ataupun merugikan.

1. Struktur Lapisan Kulit Bumi dan Pemanfaatannya

Kulit bumi terdiri atas beberapa lapisan. Masing-masing lapisan tersusun oleh batuan dan unsur-unsur lain yang terkandung di dalamnya. Bagian kulit bumi paling atas (muka bumi) memiliki bentuk beraneka ragam. Setiap ragam itu memiliki fungsi masing-masing bagi makhluk hidup.

a. Litosfer

Litosfer adalah lapisan kerak bumi yang paling atas dan merupakan selubung bumi. Lapisan ini terbentuk dari senyawa kimia yang kaya akan S_1O_2 (silikon oksida). Itulah sebabnya lapisan litosfer seringkali dinamakan **lapisan silikat**.

Batuan di permukaan bumi ini terdiri dari (75%) silikon oksida dan aluminium oksida. Induk dari segala batuan adalah magma. **Magma** ialah batuan cair pijar yang bersuhu tinggi, terjadi dari berbagai mineral serta gas yang larut di dalamnya dan berada di dalam bumi.

Kerak bumi atau sial (silisium–aluminium) dan selubung bumi atau sima (silisium magnesium) disebut litosfer dengan tebal 1.200 km. Bumi mempunyai jari-jari ± 6.370 km.

Berdasarkan proses terjadinya, batuan dibagi 3 (tiga), yaitu sebagai berikut.

- 1) ialah batuan yang terjadi karena magma yang berupa zat cair pijar mengalami pendinginan dan menjadi beku. Berdasarkan tempat pembekuannya, batuan beku dibagi menjadi tiga, yaitu:
- batuan beku dalam (plutonik atau abisik)**, tempat pembekuan magma di bagian dalam litosfer (di dalam bumi);
 - batuan beku gang atau korok**, tempat pembekuannya di saluran magma (diatrema) dan pada rekahan litosfer;
 - batuan beku luar atau lelehan**, tempat pembekuannya di permukaan bumi.

Tabel 3.1 Contoh Batuan Beku

Batuan beku dalam	Batuan beku gang/korok	Batuan beku luar
Diorit	Aplidiorit	Andesit
Diorit – kwarsa	Aplit – spessarfit	Basalt
Gabro	Odinit	Batu apung
Granit	Porfir – diorit	Dasit
Sierit	Porfir – granit	Liparit
	Porfir – sienit	Trachit

Sumber: Geografi 1. Sumadi Sutrijat

- 2) **Batuan sedimen (endapan)** ialah batuan yang diangkut oleh aliran air, angin, atau cairan gletser kemudian diendapkan di tempat lain. Akibat proses diagenesis (gaya kimia dan fisis) batuan sedimen menjadi keras. Berdasarkan proses pembentukannya, batuan sedimen dibagi tiga, yaitu sebagai berikut.
- Batuan sedimen klastik**, yaitu sedimen yang susunan kimianya sama dengan batuan asal. Ketika diangkut hanya mengalami penghancuran dari besar menjadi kecil saja. Misalnya, kerikil, pasir, lumpur (berasal dari batu-batu besar di gunung, masuk ke sungai lalu terbawa air dan saling membentur yang akhirnya menjadi kecil, susunan kimianya masih sama dengan batuan asal).
 - Batuan sedimen kimiawi**, yaitu sedimen yang terjadi karena proses kimia, pelarutan, penguapan, dan oksidasi. Misalnya, batu gamping (CaCO_3) menjadi larutan air kapur $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ yang disebabkan oleh air hujan yang mengandung CO_2 . Larutan kapur ini sampai ke atap gua kapur. Tetesan air kapur di atas gua menjadi **stalaktit** dan di dasar gua menjadi **stalagmit**. Pembentukannya disebabkan pelarutan dan penguapan H_2O dan CO_2 . Proses kimianya adalah $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Contoh lainnya ialah garam dapur dan gipsum yang merupakan hasil penguapan air laut.
 - Batuan sedimen organik**, yaitu sedimen yang terjadi selama proses pengendapannya mendapat bantuan dari organisme, yaitu sisa

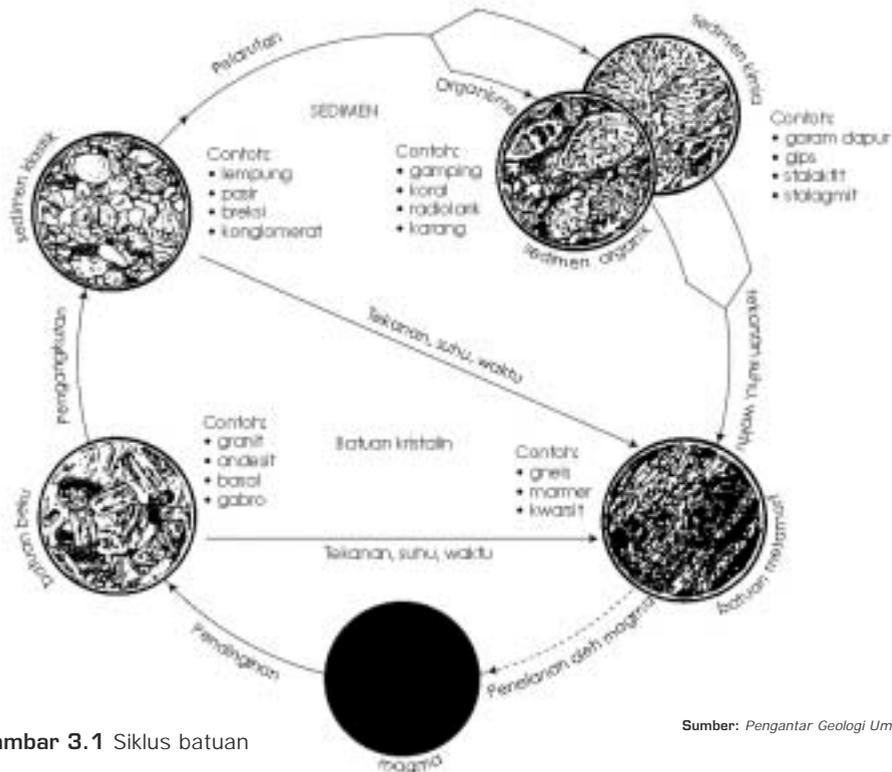
rumah atau bangkai binatang laut yang tertimbun di dasar laut, seperti kerang, terumbu karang, tulang belulang, kotoran burung (guano) yang menggunung di Peru, dan lapisan humus di hutan.

Berdasarkan tenaga alam yang mengangkutnya, batuan sedimen dibagi 4 (empat), yaitu sebagai berikut.

- a) **Batuan sedimen aeolik (aerik)**, yaitu batuan sedimen yang terbentuk oleh tenaga angin yang mengangkutnya dan diendapkan di tempat lain, misalnya tanah los.
- b) **Batuan sedimen akuatik**, yaitu batuan sedimen yang terbentuk oleh tenaga air mengalir yang mengangkutnya dan diendapkan di tempat lain, misalnya breksi dan konglomerat. **Breksi** adalah batuan sedimen yang terdiri dari puing-puing yang bersudut tajam dan terekat satu sama lainnya. **Konglomerat** adalah batuan yang bundar dan terekat satu sama lainnya.
- c) **Batuan sedimen glasial**, yaitu batuan sedimen yang terbentuk oleh tenaga gletser (es) yang mengangkutnya dan diendapkan di tempat lain, misalnya morena yang berasal dari lereng gunung, terbawa gletser dan diendapkan di kaki gunung.
- d) **Batuan sedimen marin**, yaitu batuan sedimen yang terbentuk oleh tenaga air laut (gelombang dan arus) yang mengangkutnya dan diendapkan di tempat lain, misalnya pasir putih dan pasir besi di pantai.

Beberapa macam lingkungan tempat sedimen klastik diendapkan adalah sebagai berikut.

- a) **Lingkungan aluvial**, yaitu lingkungan sungai, misalnya endapan pasir di dasar dan kelokan alur sungai.
 - b) **Lingkungan delta**, yaitu di muara sungai, misalnya macam-macam delta (pasir dan lumpur).
 - c) **Lingkungan gurun**, misalnya gurun pasir.
 - d) **Lingkungan glasial (daerah es)**, misalnya timbunan morena.
 - e) **Lingkungan laut dangkal**, misalnya sisa organisme laut, terumbu karang, dan endapan lumpur dari darat.
- 3) **Batuan metamorf (malihan atau berubah sifat)** ialah batuan beku atau sedimen yang telah mengalami perubahan bentuk dan sifat (metamorfosis). Penyebab perubahan itu adalah suhu atau tekanan yang meningkat dan adanya penambahan zat lain ke dalam batuan asal. Ada beberapa macam metamorfosis, yaitu sebagai berikut.
- a) **Metamorfosis termal atau kontak atau sentuh**, yaitu proses batuan metamorf yang terbentuk karena perubahan suhu, misalnya marmer terjadi dari batu kapur dan antrasit terjadi dari batu bara.



Gambar 3.1 Siklus batuan

Sumber: Pengantar Geologi Umum

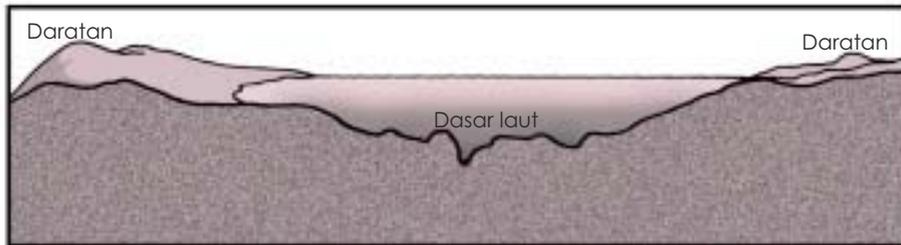
Metamorfosis termal, terdiri dari:

- (1) **pyrometamorfosis**, yaitu proses batuan yang sangat tinggi, misalnya marmar dan antrasit;
 - (2) **pneumatolysis**, yaitu proses batuan metamorf terbentuk karena gas-gas dari magma yang sedang naik dapat mengubah batuan sekeliling dan membentuk mineral-mineral baru, misalnya pembentukan biji timah di Bangka;
 - (3) **hidrotermal**, yaitu proses batuan metamorf yang terbentuk karena larutan panas, bukan gas yang memrosesnya, misalnya andesit diubah menjadi propilit.
- b) **Metamorfosis dinamo**, yaitu proses batuan metamorf yang terbentuk karena adanya perubahan tekanan, misalnya batu sabak dan batu bara.
- c) **Metamorfosis regional**, yaitu proses batuan metamorf yang terbentuk karena faktor suhu dan tekanan yang bekerja bersama-sama, misalnya batuan gneis, sabak, dan serpih.

Batuan metamorf ini akan melebur (**melting**) menjadi magma kembali apabila suhu dan tekanan pada batuan metamorf meningkat terus. Demikian terus-menerus dan silih berganti, proses batuan ini disebut **siklus** atau **daur batuan** (lihat gambar 3.1).

b. Bentuk Muka Bumi

Bentuk muka bumi itu tidak rata atau bergelombang, terdiri dari daratan dan dasar lautan. **Dasar lautan** adalah muka bumi yang lebih rendah daripada daratan. Dasar lautan menjadi tempat menggenangnya air laut. Amati gambar bentuk bumi di daratan dan lautan berikut ini!



Gambar 3.2 Bentuk muka bumi

Sumber: Penulis

1)

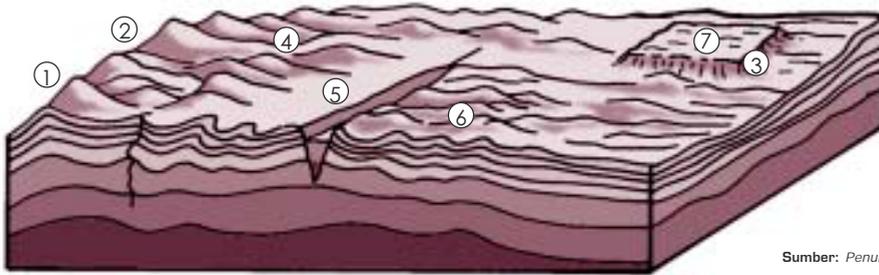
Daratan adalah bentuk muka bumi yang timbul di atas permukaan laut atau lautan. Daratan tersebut berupa benua dan pulau. Ketinggiannya 0 meter – 9.000 meter dari permukaan laut.

Bentuk muka bumi di daratan menurut ketinggian terdiri atas berikut ini.

- a) **Dataran rendah pantai**, tingginya antara 0 m – 200 m di atas permukaan laut.
- b) **Dataran tinggi**, meliputi berikut ini.
 - (1) **Pegunungan rendah**, tingginya antara 201 m – 500 m di atas permukaan laut.
 - (2) **Pegunungan menengah**, tingginya antara 501 m – 1.500 m di atas permukaan laut.
 - (3) **Pegunungan tinggi**, tingginya lebih dari 1.500 m di atas permukaan laut.
 - (4) **Gunung**, yaitu bagian dari puncak pegunungan yang tingginya beragam. Gunung-gunung berpuncak tinggi umumnya dijumpai di daerah pegunungan tinggi dan pegunungan menengah.
 - (5) Lembah, ngarai, bukit, dan plato. **Lembah** adalah bagian permukaan bumi yang rendah, letaknya di antara lereng-lereng kaki pegunungan, gunung, atau bukit. Lembah yang curam, dalam, dan memanjang disebut **ngarai** atau **canyon**. Di sepanjang ngarai, hampir selalu terdapat sungai. Ngarai sering dijumpai di daerah muka bumi bentuk graben. Graben terbentuk di bagian puncak pegunungan lipatan yang patah. Di Indonesia, graben banyak dijumpai di bagian-bagian pegunungan, misalnya Patahan Semangko (Sumatera) yang panjangnya 1.650 km.

Bukit adalah gunung kecil disebut juga perbukitan. Umumnya terdapat di sekitar lokasi pegunungan rendah dan pegunungan menengah. **Plato (plateau)** adalah bagian muka bumi yang relatif datar dan tingginya melebihi 700 m di atas permukaan laut.

Berikut ini adalah gambaran (sketsa) bentuk daratan yang beragam.



Gambar 3.3 Bentuk-bentuk daratan

Keterangan gambar:

- | | |
|--|--|
| 1. Gunung | 5. Ngarai di sepanjang bentukan graben |
| 2. Keseluruhan bentuk pegunungan | 6. Perbukitan |
| 3. Keseluruhan bentuk dataran rendah | 7. Plato |
| 4. Lembah-lembah di sela lereng-lereng kaki pegunungan | |

2)

Setiap ragam bentuk daratan mempunyai fungsi atau potensi menopang kehidupan manusia. Lebih-lebih jika bentang daratan itu memiliki iklim yang baik, seperti di bumi Nusantara kita. Iklim dikatakan baik apabila curah hujannya cukup banyak dan temperatur udara sedang. Dengan demikian, memungkinkan tumbuh suburinya aneka jenis tumbuhan-tumbuhan serta hidupnya aneka jenis hewan. Iklim dikatakan kurang baik jika temperatur udara terlampaui rendah (sangat dingin) atau terlampaui tinggi dan jarang sekali turun hujan.

Jika temperatur terlampaui rendah maka vegetasinya akan jarang dan populasinya kecil. Contohnya, daerah di lingkaran Kutub Utara dan Kutub Selatan. Di Benua Antartika yang luasnya ± 14 juta km², tumbuh-tumbuhan tidak tumbuh karena daratan seluruhnya tertutup es abadi. Jika temperatur udara terlampaui tinggi dan jarang sekali turun hujan, daratan berbentuk bentangan gurun pasir yang gersang.

Daratan pulau-pulau di Indonesia berbentuk **lahan asal struktural** dan **lahan asal vulkanik**. Indonesia beriklim laut muson tropik yang bersuhu tinggi dan bercurah hujan banyak. Akibatnya, bagian terluas daratan pulau-pulau tertutup vegetasi yang berpopulasi besar.

2. Bentuk-Bentuk Muka Bumi Sebagai Akibat Proses Vulkanisme, Seisme, dan Diastrophisme

Proses-proses yang sangat cepat berpengaruh dalam membentuk muka bumi adalah vulkanisme, seisme, dan diastrophisme.

a. Vulkanisme

Vulkanisme berasal dari bahasa Yunani, **vulcaan** yang berarti dewa api yang berada di Puncak Gunung Vesuvioy atau Vesuvius di Italia. Dalam bahasa Inggris, **volcanism** atau **volkanisma** adalah segala kegiatan magma dari lapisan dalam litosfer menyusup ke lapisan di atasnya sampai ke luar permukaan bumi melalui rekahan kerak bumi atau melalui pipa kepundan (diatrema). Gerakan magma terjadi karena magma mengandung gas yang merupakan sumber tenaga magma untuk menekan batuan di sekitarnya.

1) ()

Gunung api atau sering disebut **gunung berapi** adalah bukit atau gunung yang mempunyai lubang kepundan sebagai tempat keluarnya magma dan gas ke permukaan bumi.

a) **Magma**

Magma adalah batuan cair pijar bertemperatur tinggi yang terjadi dari berbagai mineral dan mengandung gas yang larut di dalamnya. Di dalam bumi, magma terletak di dalam dapur magma. Kedalaman dan besarnya dapur magma beragam. Ada yang letaknya sangat dalam, ada yang dekat dengan permukaan bumi. Perbedaan letak kedalaman dapur magma inilah yang menyebabkan perbedaan kekuatan letusan. Dapur magma yang letaknya dalam menimbulkan letusan yang lebih kuat dibandingkan yang letaknya dangkal. Demikian juga perbedaan besar kecilnya dapur magma akan berpengaruh terhadap lamanya aktivitas gunung api yang bersumber dari magma tersebut.

Perlu diketahui bahwa dasar atau alas dapur hampir tidak dapat diketahui sehingga kalau ada gambar penampang gunung api, dasar atau alas dapur magma itu tidak akan tergambarkan. Magma keluar sampai ke permukaan bumi disebut **lava**. Macam-macam magma berdasarkan perbedaan susunan mineral yang terkandung di dalamnya digolongkan sebagai berikut.

- (1) **Magma asam**, yaitu magma yang banyak mengandung kuarsa (SiO_2), berwarna lebih muda, misalnya granit dan diorit.
- (2) **Magma basa**, yaitu magma yang kurang mengandung kuarsa, berwarna lebih tua daripada yang asam karena mengandung banyak mineral yang berwarna tua, misalnya muskovit dan biotit.

b) Gejala Vulkanisme

Gejala vulkanisme terbentuk dengan persyaratan sebagai berikut.

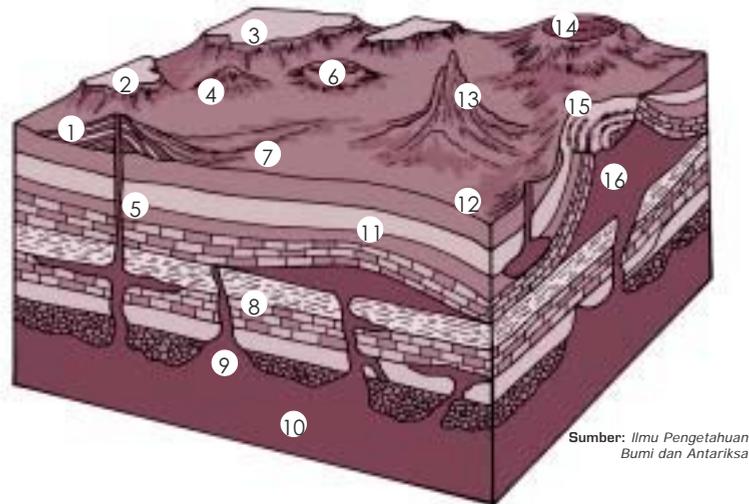
- (1) Terbentuknya dapur magma di lapis-lapis dalam kulit bumi. Dapur magma atau kantong magma adalah ruang di lapisan dalam kulit bumi tempat konsentrasi magma.
- (2) **Intrusi magma** adalah aktivitas magma yang menerobos melalui celah, retakan, atau patahan yang terbentuk di lapisan atas dapur magma, tetapi tidak sampai tembus ke permukaan bumi.

Intrusi magma ini menghasilkan bentukan-bentukan sebagai berikut.

- (a) **Batolith**, yaitu batuan beku dalam yang membeku di dekat atau di dalam dapur magma (plutonis).
 - (b) **Lakolith**, yaitu batuan beku yang membeku di antara dua lapisan litosfer dan bentuk alasnya datar, bagian atasnya cembung.
 - (c) **Sills**, yaitu batuan beku yang membeku di antara dua lapisan litosfer dan bentuknya relatif tipis atau pipih dan melebar.
 - (d) **Dike**, yaitu batuan beku yang memotong lapisan-lapisan litosfer dan bentuknya pipih, arahnya tegak atau miring.
 - (e) **Apofisa**, yaitu batuan beku yang terbentuk di cabang-cabang dike berukuran kecil.
 - (f) **Batuan beku korok (sela)**, yaitu batuan beku yang membeku di dalam diatrema (pipa kawah atau pipa kepundan).
- (3) **Ekstrusi magma** adalah aktivitas atau gerakan magma yang mencapai permukaan bumi. Ekstrusi magma sebagai gejala terbentuknya gunung api. Ekstrusi magma menyebabkan suatu letusan. Letusan itu disebut **erupsi**.

Erupsi gunung api dibedakan sebagai berikut.

- (a) **Erupsi eksplosif**, yaitu letusan yang luar biasa dahsyatnya akibat tekanan gas yang teramat kuat. Pada erupsi eksplosif, magma kental dan pijar terdorong keluar. Magma kental terpelanting dan membeku menjadi bom vulkanik. Magma pijar sebagian mengalir di permukaan dan sebagian tersembur ke udara yang membeku berupa **lapili** dan **pasir**. Magma pijar yang terlempar membeku menjadi **batu apung**. **Eflata**, yaitu benda padat yang dikeluarkan gunung api pada waktu letusan.
- (b) **Erupsi efusif**, yaitu letupan karena tekanan gas magmatiknya tidak seberapa kuat, sehingga magma kental dan pijar dari lubang kepundan hanya tumpah mengalir ke lereng-lereng puncak gunung itu.



Sumber: Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa

Gambar 3.4 Kompleks gunung api dengan bentukan intrusi dan ekstrusi magma.

Keterangan:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. gunung api campuran | 9. stock |
| 2. mesa lava | 10. batholith |
| 3. plato lava | 11. batuan dalam |
| 4. kerucut torak | 12. maar |
| 5. pipa kepundan | 13. vulkanik neck dengan tanggul (dike) yang menyebar |
| 6. kerucut debu dengan kubah vulkanik | 14. kaldera dengan kerucut torak pada dasar |
| 7. aliran lava | 15. aliran debu |
| 8. dike | 16. lacolith yang telah tererosi |

c) Benda Vulkanik

Ada tiga macam benda-benda vulkanik, yaitu sebagai berikut.

(1) Benda cair, terdiri dari:

- lava**, yaitu magma yang berada di kawah (lubang kepundan) dan akan meleleh di lereng gunung apabila terjadi erupsi (letusan) gunung;
- lahar panas**, yaitu lelehan lumpur panas terjadi dari lava bercampur air yang berasal dari lubang kepundan (kawah yang terisi air sebagai danau kepundan);
- lahar dingin**, yaitu aliran lumpur yang terjadi dari eflata di lereng gunung yang dihanyutkan oleh aliran hujan.

(2) Benda padat (eflata atau piroklastika)

Menurut ukuran butirannya, eflata dibagi menjadi:

- bom vulkanik**, yaitu batu-batu sebesar kepal tangan manusia yang keluar dari gunung api saat terjadi letusan;
- kerikil vulkanik**, yaitu batu kerikil yang keluar saat terjadi letusan;
- lapili**, yaitu batu-batu sebesar biji kacang hijau yang keluar saat terjadi letusan;

- (d) **pasir vulkanik**, yaitu batu-batu kecil sebesar pasir yang dikeluarkan dari lubang kepundan gunung;
- (e) **abu vulkanik**, yaitu abu yang dikeluarkan dari gunung api;
- (f) **skoria (scoria)**, yaitu material magmatik berwarna kehitaman, kecoklatan, hingga kemerahan, berstruktur kesikular (berongga), tidak berserat, agak berat, cenderung tenggelam di dalam air, berasal dari magma berkomposisi basa;
- (g) **batu apung**, yaitu batuan berongga yang berasal dari buih magma. Dengan cepat, buih magma membeku pada waktu terlempar ke atas saat terjadi letusan gunung.

Menurut bahan asalnya, eflata dibagi dua, yaitu:

- (a) **eflata alogen**, yaitu eflata yang bahannya berasal dari batuan litosfer pada dinding diatrema (saluran kawah) yang terbawa keluar permukaan bumi pada waktu terjadi letusan;
 - (b) **eflata otogen**, yaitu eflata yang bahannya terjadi dari lava yang terlempar pada waktu letusan dan langsung membeku.
- (3) Benda gas, terdiri dari:
- (a) gas asam arang (CO_2),
 - (b) gas belerang (H_2S),
 - (c) zat lemas (N_2),
 - (d) uap air (H_2O).

d) Bentuk-Bentuk Gunung Api

Kuat lemahnya tekanan gas magma dan sering tidaknya gunung itu erupsi menyebabkan bentuk badan gunung api itu berbeda. Keluarnya magma dari dalam bumi ada yang melalui sebuah lubang kepundan, ada pula yang melalui celah.

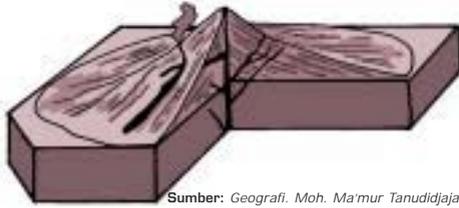
Berdasarkan bentuk lubang tempat letusan, erupsi dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu sebagai berikut.

- (1) **Erupsi sentral**, yaitu letusan gunung api yang letusannya melalui sebuah lubang kepundan sebagai pusat letusannya.

Erupsi sentral tersebut menghasilkan 6 bentuk gunung api, yaitu sebagai berikut.

- (a) **Gunung api strato (campuran)**, yaitu gunung api yang timbunan lereng gunungnya berlapis-lapis (**strato** = lapis-lapis). Bentuk badan gunung ini keseluruhannya seperti kerucut. Perhatikan lapis-lapis timbunannya pada bagan di bawah. Lapis-lapis timbunan itu akibat erupsi beberapa kali. Berikut ini adalah bagan gunung api yang sedang beristirahat. Akan tetapi, di bagian lorong magma yang beku masih ada celah-celah yang berhubungan dengan dapur magma,

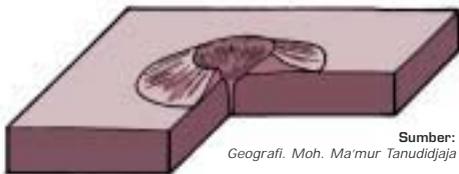
sehingga gas keluar berupa asap. Lebih dari 90% gunung api di Indonesia berupa gunung api strato yang merupakan hasil erupsi campuran, efusif dan eksplosif yang berulang beberapa kali.



Gambar 3.5 Bentuk gunung api strato

Kadang-kadang di gunung api strato terdapat **kerucut parasit**, yaitu gunung api yang muncul di samping kepundan utama. Jika desakan lava tidak mencapai permukaan bumi maka menimbulkan bentuk viskos ke atas permukaan bumi yang biasa disebut **bisul lava**, misalnya Bisul Colle Umberto dan Colle Margherita (di Gunung Vesuvius).

- (b) **Gunung api maar (embryo)**, terbentuk karena erupsi eksplosif (ledakan yang kuat). Kebanyakan erupsi gunung api maar hanya sekali karena dapur magmanya dangkal. Oleh karena itu, setelah erupsi, magma di dalam dan di lorong kepundannya segera

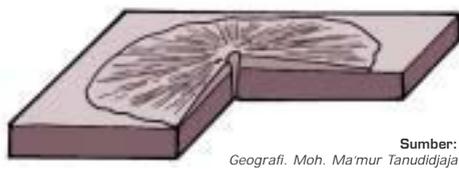


Gambar 3.6 Bentuk gunung api maar

membeku menjadi batuan beku kedap air atau tidak tembus air (**impermeable**). Akibatnya, lubang kawah dapat terisi air hujan dan disebut **danau maar**. Contoh, beberapa danau di Lereng Gunung Lamongan (Jawa Timur), Danau (**ranu**) Dataran Tinggi

Dieng (Jawa Tengah), Danau Atar (Sumatera Barat), Pegunungan Eifel (Eropa).

- (c) **Gunung api perisai (tameng)**, alasnya luas dan lerengnya landai. Hal ini karena magma yang keluar sewaktu erupsi adalah sangat cair. Akibatnya, magma pijar cepat mengalir dan menyebar di areal yang luas.

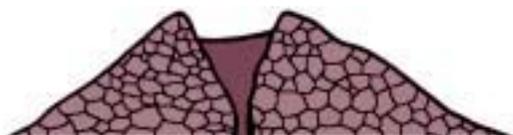


Gambar 3.7 Bentuk gunung api perisai

Sifat erupsinya efusif. Letak dapur magma dangkal. Di sekeliling lorong kepundan banyak terbentuk ekstrusi-ekstrusi magma aktif dalam skala kecil ke permukaan. Contoh, gunung api di Kepulauan Hawaii, yaitu Mauna Loa, Kilauea, dan Mauna Kea.

- (d) **Gunung api kerucut piroklastika** adalah kerucut gunung api yang tersusun atas material piroklastika (bahan-bahan lepas gunung api). Pada umumnya bentuk gunung api ini memiliki kawah di bagian

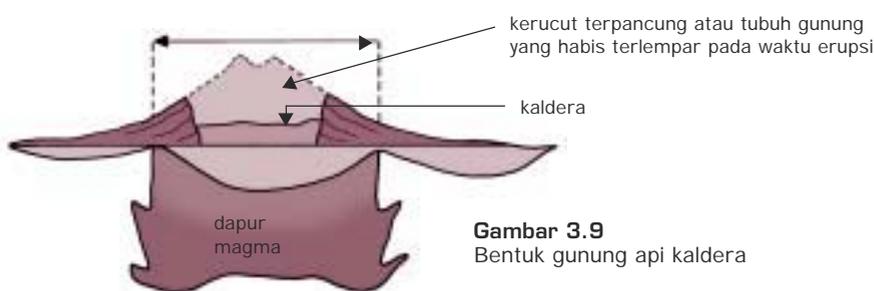
puncak dan tubuh gunungnya tidak terlalu tinggi karena endapan piroklastika yang masih lepas dan mudah tererosi.



Gambar 3.8
Bentuk gunung api kerucut piroklastika

Sumber: *Makalah Vulkanologi*

- (e) **Gunung api kaldera** adalah suatu gunung api berbentuk kerucut terpancung dengan lebar kawah berdiameter lebih dari 2 km yang terbentuk akibat erupsi eksplosif yang dahsyat.



Gambar 3.9
Bentuk gunung api kaldera

Sumber: *Makalah Vulkanologi*

Kaldera adalah kawah atau kepundan gunung api yang sangat luas. Kaldera yang terkenal adalah Kaldera Gunung Aso (Jepang), garis tengahnya ± 25 km. Kaldera-kaldera di Indonesia meliputi:

- i. Krakatau (Lampung), terletak di bawah permukaan laut, garis tengahnya 7 km;
 - ii. Tengger (Jawa Timur), terkenal dengan nama Segara Wedi yang di tengahnya muncul Gunung Api Bromo dan Batok dengan garis tengahnya 8 km;
 - iii. Iyang (Hiyang), dengan puncaknya Gunung Argopuro (Jawa Timur), garis tengahnya 17 km;
 - iv. Ijen dengan puncaknya Gunung Raung (Jawa Timur), garis tengahnya 11 km;
 - v. Batur dengan Danau Batur (Bali), garis tengahnya 10 km;
 - vi. Tambora di Sumbawa (NTB), garis tengahnya 6 km.
- (f) **Kubah lava** adalah tonjolan batuan lava berbentuk membulat dengan kemiringan lereng relatif sama ke segala arah yang terbentuk akibat penerobosan magma ke permukaan bumi. Pada umumnya, kubah lava terbentuk dari lava yang sangat kental. Besar dan luasnya tergantung pada volume lava dan sifat kekentalannya.



Gambar 3.10 Bentuk kubah lava

Sumber: Makalah Vulkanologi

- (2) **Erupsi linier** atau **celah**, yaitu letusan melalui celah-celah atau retakan-retakan. Erupsi linier menghasilkan lava cair dan membentuk plato (**plateau**). Contoh:
 - (a) Plato Sukadana (Lampung);
 - (b) daerah yang mengelilingi Kutub Utara, yaitu Tanah Hijau (Greenland), Iceland, Asia Utara, dan Spitsbergen;
 - (c) Gunung Laki (di Pulau Eslandia).
- (3) **Erupsi areal**, yaitu letusan melalui lubang yang sangat luas. Erupsi ini masih diragukan kejadiannya di bumi.

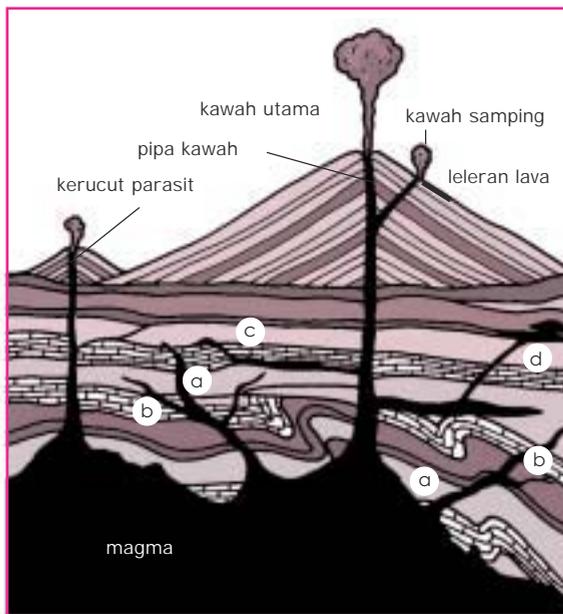
Jika dalam suatu erupsi tidak ada bahan-bahan baru yang dihasilkannya, erupsi ini disebut **erupsi semi vulkanik (erupsi freatik)**. Contohnya, erupsi di Bandaisan (Jepang) dan di Sumatera Selatan (Indonesia).

Secara keseluruhan, penampang gunung api adalah sebagai berikut (perhatikan gambar 3.11).

- (1) **Magma**, yaitu cairan silikat pijar bersuhu antara 900°C – 1.400°C yang terdapat di dapur magma di dalam bumi (di bawah gunung api).
- (2) **Kawah utama**, yaitu lubang erupsi berdiameter kurang dari atau sama dengan 2 km yang terletak di bagian puncak gunung api sebagai hasil erupsi pusat.
- (3) **Pipa kawah**, yaitu suatu lubang atau rekahan yang merupakan bidang lemah pada kerak bumi tempat magma menerobos ke permukaan bumi.
- (4) **Kawah samping**, yaitu lubang erupsi berdiameter kurang dari atau sama dengan 2 km yang terletak di bagian lereng tubuh gunung api, sebagai hasil erupsi samping.
- (5) **Kerucut parasit**, yaitu kerucut yang terbentuk dari akumulasi material hasil erupsi di luar kawah utama, yang terletak di bagian tubuh gunung api dengan ukuran lebih kecil dari kerucut gunung api utamanya.
- (6) **Leleran lava**, yaitu lava yang mengalir dari lubang kawah, sebagai akibat magma yang keluar ke permukaan bumi secara efusif.

Berdasarkan aktif dan tidaknya suatu letusan, gunung api dibagi 3, yaitu sebagai berikut.

- (1) **Active volcano (gunung api aktif)**, yaitu gunung api yang masih sering mengalami erupsi.
- (2) **Doman volcano (gunung api istirahat)**, yaitu gunung api yang tidak ada kegiatannya lagi dalam waktu yang sudah lama, tetapi sewaktu-waktu masih memungkinkan untuk meletus.
- (3) **Extinct volcano (gunung api mati)**, yaitu gunung api yang selamanya tidak akan bererupsi (meletus) lagi atau sudah mati.



Keterangan:

- a = gang
- b = apofisa
- c = keping instruksi
- d = lakolit

Gambar 3.11
Penampang gunung api dengan bentuk intrusi magma

Sumber: Geografi. Moh. Ma'mur Tanudijaja

Bentuk lereng gunung api ada dua macam, yaitu sebagai berikut.

- (1) **Lereng tidak teratur**, tetapi disertai lubang-lubang dan **baranco** (alur-alur erosi yang menyerupai bentuk payung). Barranco terjadi disebabkan oleh terganggunya perkembangan gunung api karena peledakan; berpindahnya aktivitas pipa kepundan; dan tekanan arus lava.
- (2) **Lereng kerucut teratur**, contohnya Gunung Fuji (Jepang), Popocatepetl (Meksiko), dan Ciremai (Indonesia).

2)

Perhatikan gambar 3.12!

Tipe-tipe letusan gunung api dapat dikelompokkan sebagai berikut.

a) Tipe Hawaii

Ciri-cirinya sebagai berikut:

- (1) lavanya encer;
- (2) tekanan gasnya rendah;

- (3) kedalaman dapur magmanya sangat dangkal, contoh letusan gunung di Kepulauan Hawaii (Kilauea, Mauna Loa, dan Mauna Kea).

Lava	Daya Pembangun			Merusak
Cair Encer	Tipe Hawaii 	Tipe Stromboli 		Tipe Perret 
Cair Kental		Tipe Vulkano lemah 	Tipe Vulkano kuat 	Vesuvius 79, 1906 Krakatau 1883
Kental	Tipe Merapi 	Tipe St. Vincent 	Tipe Pelee 	
Tekanan gas	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
Kedalaman dapur magma	Sangat Dangkal	Dangkal	Dalam	Sangat dalam

Gambar 3.12
Tipe-tipe letusan gunung api

Sumber: Pengantar Geologi Umum

b) Tipe Stromboli

Ciri-cirinya sebagai berikut:

- (1) lavanya encer;
- (2) tekanan gasnya sedang;
- (3) dapur magmanya dangkal;
- (4) hasil letusannya berupa eflata. Contoh, letusan Gunung Vesuvius (Italia), dan Gunung Stromboli (gunung api laut di lepas pantai Italia).

c) Tipe Merapi

Ciri-cirinya:

- (1) lavanya kental sehingga membentuk sumbat lava;
- (2) tekanan gasnya rendah;
- (3) dapur magmanya sangat dangkal;
- (4) hasil letusannya berupa lava pijar, awan panas, dan lahar dingin. Contoh, letusan Gunung Merapi.

d) Tipe ST. Vincent

Ciri-cirinya sebagai berikut:

- (1) lavanya kental sehingga membentuk sumbat lava;
- (2) tekanan gas sedang;

- (3) dapur magmanya dangkal;
 - (4) hasil letusan berupa lahar panas. Contoh, letusan ST. Vincent (1902), dan Gunung Kelud (1919).
- e) Tipe Pelee
- Ciri-cirinya sebagai berikut:
- (1) lavanya kental sehingga membentuk sumbat lava;
 - (2) tekanan gasnya tinggi;
 - (3) dapur magmanya dalam;
 - (4) hasil letusan berupa awan pijar bersuhu 200° C. Contoh, letusan Montogne Pelee di Pulau Martinique (1902–1903).
- f) Tipe Vulcano
- Tipe vulcano ada dua, yaitu vulcano lemah dan kuat.
- Tipe vulcano lemah, ciri-cirinya:
- (1) lavanya cair kental;
 - (2) tekanan gasnya sedang;
 - (3) dapur magmanya dangkal;
 - (4) hasil letusan berupa bom, lapili, dan abu vulkanik. Contoh, letusan Gunung Bromo, Raung, dan Semeru (Jawa Timur).
- Tipe vulcano kuat, ciri-cirinya:
- (1) lavanya kental;
 - (2) tekanan gasnya tinggi;
 - (3) dapur magmanya dalam;
 - (4) hasil letusannya berupa bom, lapili, abu vulkanik, dan leleran lava. Contoh, letusan Gunung Bromo, Gunung Etna, dan Gunung Vesuvius (Italia).
- g) Tipe Perret
- Ciri-cirinya:
- (1) lavanya cair kental;
 - (2) tekanan gasnya sangat tinggi;
 - (3) dapur magmanya sangat dalam;
 - (4) hasil letusannya berupa gas sangat tinggi, awan berbentuk kol bunga. Contoh, letusan Gunung Krakatau (1883) dan Vesuvius (1906) yang menimbun Kota Pompei.

3)

-
Gunung api yang sudah mengalami erupsi atau sudah mati meninggalkan bekas. Bekas-bekasnya berupa bentukan alami, seperti berikut ini.

a) **Sumber Gas (Exhalasi)**

- (1) **Solfatar** atau **solfatara**, yaitu sumber zat belerang (H_2S) bentuk padat atau gas. Zat yang padat ditambang untuk bahan industri kimia, misalnya di Dataran Tinggi Dieng (Jawa Tengah).
- (2) **Fumarol**, yaitu sumber uap air yang berkadar N_2 (zat lemas) tinggi. Di lapis dalam berupa air tanah yang terintrusi magma yang menjadi air panas.
- (3) **Geothermal** adalah fumarol yang gasnya terus-menerus keluar permukaan bumi. Kadang-kadang meletup berupa erupsi freatik skala kecil. Geothermal dapat dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga listrik yang disebut PLTB (Pembangkit Tenaga Listrik Panas Bumi), misalnya di Kamojang (Jawa Barat) dan Dieng (Jawa Tengah).
- (4) **Mofet**, yaitu sumber gas yang berkadar gas asam arang (CO_2 atau CO) yang berbahaya karena beracun. Mofet terdapat di kawah-kawah gunung api, di gua-gua yang dalam, di sumur-sumur gali yang airnya sudah lama tidak diambil, misalnya di Kawah Timbang dan Nila (Dieng, Jawa Tengah), Tangkuban Perahu, Papandayan, Ciremai, dan Ijen (Jawa Timur).

b) **Sumber Air**

- (1) **Sumber air panas** adalah air tanah yang terintrusi magma menjadi panas melalui celahan, retakan, atau patahan keluar ke permukaan bumi berupa mata air panas. Contoh, Cipanas (Garut, Jawa Barat); Ciater (di bagian utara Bandung); dan Baturaden (Jawa Tengah).
- (2) **Sumber air mineral**, yaitu sumber air yang mengandung larutan mineral untuk pengobatan penyakit kulit. Contoh, Maribaya (Jawa Barat) dan Sangkanhurip (Jawa Barat).
- (3) **Geysir**, yaitu sumber air panas yang memancar sewaktu-waktu (berkala) dengan periode istirahat tertentu. Contoh, Geysir Cisolok (Sukabumi, Jawa Barat); Geysir Waimangu (Selandia Baru); Geysir The Old Faithful (di Yellowstone National Park, USA), pancaran airnya mencapai ketinggian 115 meter dan sangat terkenal.

c) **Sumber Bahan Galian**

- (1) Sumber mineral anorganik
Magma mengandung berbagai unsur kimia pembentuk mineral anorganik atau mineral logam, antara lain timah, tembaga, emas, perak, besi, dan nikel. Timah di Riau (Bangka, Belitung) dibawa oleh magma granit. Tembaga terjadi akibat proses metamorfosis batu gamping oleh magma diorit.
- (2) Endapan batuan, tras, pasir, dan lain-lainnya.

- d) **Lahan vulkanik**, yaitu wilayah yang berisi batu-batuan asal vulkanik yang telah lapuk menjadi butiran-butiran batuan halus (tanah vulkanik yang subur).

4)

a) **Manfaat Gunung Api**

- (1) Menghasilkan berbagai bentukan pascavulkanik, seperti:
 - (a) endapan belerang, ditambang untuk bahan industri kimia (korek api, campuran semen, bahan obat penyakit kulit, dan lain-lainnya);
 - (b) geothermal, sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTB);
 - (c) geyser dan sumber air panas untuk objek pariwisata;
 - (d) sumber bahan galian mineral logam.
- (2) Objek pariwisata alam, selain sumber mata air panas dan geyser, kaldera dan kawah gunung api merupakan objek wisata yang menarik.
- (3) Gunung api sebagai penangkap hujan. Lereng-lereng gunung api berpuncak tinggi memaksa aliran udara naik membetuk awan dan hujan orografik.
- (4) Badan gunung api yang berhutan lebat, berfungsi sebagai:
 - (a) tempat rekreasi dan sanatorium karena udaranya sangat sejuk dan bersih;
 - (b) reservoir atau penyerapan hujan yang disimpan pada akar-akar pohon dan keluar sebagai mata air sehingga pada musim kemarau tidak kekurangan air;
 - (c) menghindari longsor tanah;
 - (d) memberikan hasil hutan (kayu, rotan, dan lain-lain);
 - (e) daun-daun di bawah hutan yang membusuk dapat menimbulkan lapisan humus;
 - (f) sumber penghasil oksigen (O_2).

b) **Permasalahan**

Gunung api menimbulkan masalah-masalah sebagai berikut.

- (1) Gempa vulkanik yang terjadi saat sebelum, sedang, dan sesudah gunung api itu erupsi. Tidak sedikit dari getaran gempunya itu menimbulkan robohnya bangunan rumah penduduk.
- (2) Bom vulkanik, lapili, dan pasir di udara berjatuh ke daerah sekitar puncak dan lereng kaki gunung itu.
- (3) Debu vulkan tidak saja menghujani daerah sekitar gunung, tetapi juga disebarluaskan angin sampai radius ratusan kilometer yang turut menggelapkan lingkungan.
- (4) Awan panas dan lahar panas yang suhunya ribuan derajat celcius, mengalir dan membakar apa saja yang dilewatinya. Awan panas yang mengandung gas beracun dapat menewaskan manusia atau hewan dengan jarak beberapa meter saja.

- (5) Setelah erupsi gunung itu reda, tetapi tidak berarti bencana selesai karena bencana sekunder menyusul. Bencana itu berupa longsor dan aliran lahar dingin yang memporakporandakan bangunan, menjebolkan tanggul bendungan, menimbun sawah dan kolam penduduk.

b. Gempa Bumi (*Seisme*)

1)

Gempa bumi (**seisme**) merupakan getaran-getaran permukaan bumi yang disebabkan oleh energi gerak dari dalam bumi yang melepaskan kekuatan-kekuatan dan mengakibatkan pergerakan-pergerakan dalam batuan. Akibat adanya tektonisme, vulkanisme, maupun runtuhnya bagian bumi (misalnya goa) terjadilah gempa-gempa yang terasa sampai ke kita, disebabkan rambatan gelombang gempa.

Ada tiga macam gelombang gempa, yaitu sebagai berikut.

- a) **Gelombang longitudinal**, yaitu gelombang gempa yang merambat dari sumber gempa (**hiposentrum**) menyebar ke segala arah dengan kecepatan 7 – 14 km per detik. Periode gelombang ini pertama kali dicatat oleh Seismograf dan disebut **gelombang primer**.
- b) **Gelombang transversal**, yaitu gelombang gempa yang sejalan dengan gelombang primer dengan kecepatan 4 – 7 km per detik. Periode gelombangnya antara 11 – 13 detik. Kecepatan gelombang ini lebih kecil dibandingkan gelombang primer dan disebut **gelombang sekunder**.
- c) **Gelombang panjang (gelombang permukaan)**, yaitu gelombang gempa yang merambat di permukaan bumi dengan kecepatan 3,5 – 3,9 km per detik. Periode gelombangnya di atas 13 detik. Gelombang ini yang paling banyak menyebabkan kerusakan.

2)

()

- a) **Hiposentrum**, yaitu sumber gempa yang terletak di dalam bumi, disebabkan oleh tektonisme, vulkanisme, dan goa yang ambruk di daerah pertambangan. Jika terjadinya gempa disebabkan tektonisme atau pergeseran kulit bumi, maka hiposentrumnya berbentuk garis (linier). Dari hiposentrum inilah gelombang primer dan sekunder dirambatkan ke segala arah, baik vertikal maupun horizontal.
- b) **Episentrum**, yaitu pusat gempa di permukaan bumi yang letaknya tegak lurus di atas hiposentrum. Dari episentrum, getaran gempa (gelombang permukaan) dirambatkan ke segala arah secara horizontal.
- c) **Fokus**, yaitu jarak antara hiposentrum dan episentrum.
- d) **Makroseisma**, yaitu daerah sekitar episentrum yang mendapat getaran maupun kerusakan paling hebat oleh gempa.
- e) **Pleistoseista**, yaitu garis pada peta yang membatasi makroseisma.

- f) **Isoseista**, yaitu garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat di permukaan bumi yang mendapat kerusakan sama yang diakibatkan oleh satu gempa.
- g) **Homoseista**, yaitu garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat yang merasakan gempa bumi pada waktu yang sama. Homoseista kebanyakan berbentuk lingkaran atau elips.
- h) **Stasiun gempa**, yaitu tempat yang digunakan untuk meneliti getaran gempa yang mempunyai satu alat.
- i) **Institut gempa**, yaitu stasiun gempa yang dilengkapi dengan alat-alat yang sempurna (biasanya tiga buah alat atau seismograf).
- j) **Daerah registrasi**, yaitu daerah di permukaan bumi tempat getaran gempa yang dapat dicatat oleh pencatat gempa.
- k) **Jarak episentral**, yaitu jarak antara stasiun pencatat dengan episentrum.
- l) **Gempa laut**, yaitu suatu gempa jika episentrumnya terletak di dasar laut.

Gempa ini membawa bencana di pantai, akibat adanya gelombang pasang yang sangat besar atau tinggi disebut **Tsunami**. Tsunami adalah daerah pelayaran yang betul-betul berbahaya dan misterius di Jepang. Para pelaut Jepang dan Filipina memberi julukan "**Laut Setan**".

3)

Klasifikasi gempa dapat dibedakan menjadi 4 klasifikasi, yaitu sebagai berikut.

- a) Klasifikasi gempa berdasarkan kedalaman hiposentrum, meliputi:
 - (1) **gempa dangkal**, yaitu gempa yang letak hiposentrumnya dengan kedalaman kurang dari 100 km;
 - (2) **gempa intermedier**, yaitu apabila letak hiposentrumnya dengan kedalaman antara 100 – 300 km;
 - (3) **gempa dalam**, apabila letak hiposentrumnya dengan kedalaman lebih dari 300 km.
- b) Klasifikasi gempa berdasarkan jarak episentralnya, meliputi:
 - (1) **gempa lokal**, apabila jarak antara stasiun pencatat dengan episentrum kurang dari 10.000 km;
 - (2) **gempa jauh**, apabila jarak antara stasiun pencatat dengan episentrum 10.000 km;
 - (3) **gempa sangat jauh**, apabila jarak antara stasiun pencatat dengan episentrum lebih dari 10.000 km.
- c) Klasifikasi gempa berdasarkan penyebabnya, meliputi:
 - (1) **gempa runtuh atau terban**, yaitu gempa yang terjadi disebabkan oleh gua yang roboh atau lorong pertambangan yang ambruk, terasa di sekitar gua itu;

- (2) **gempa vulkanik**, yaitu gempa yang terjadi pada waktu gunung api akan meletus, pada saat meletus, dan setelah letusan yang terasanya di sekitar gunung api tersebut;
 - (3) **gempa tektonik**, yaitu gempa yang terjadi disebabkan oleh pergeseran kerak bumi. Gempa tersebut adalah gempa yang paling kuat.
- d) Klasifikasi gempa berdasarkan bentuk episentrumnya, meliputi:
- (1) **gempa linier**, yaitu apabila terjadi gempa dengan episentrumnya berbentuk garis;
 - (2) **gempa sentral**, yaitu apabila terjadi gempa dengan episentrumnya berbentuk titik.

4)

Ada dua macam seismograf, yaitu sebagai berikut.

- a) **Seismograf horizontal**, digunakan untuk mencatat gerakan gempa arah horizontal.
- b) **Seismograf vertikal**, digunakan untuk mencatat getaran gempa arah vertikal (dari bawah ke atas permukaan bumi).

Di stasiun gempa, dipasang dua seismograf horizontal dengan masing-masing arah timur–barat dan utara- selatan. Selain itu, dipasang pula seismograf vertikal, sehingga dapat ditentukan letak episentrum gempa tersebut.

5)

Daerah episentrum dapat diketahui dengan menggunakan 3 cara, yaitu:

- a) menggunakan tiga seismograf (dua seismograf horizontal dan satu seismograf vertikal) yang ditempatkan di institut gempa;
- b) menggunakan jarak episentral pada tiga tempat;
- c) menggunakan tiga tempat pada satu homoseista.

Untuk mengetahui jarak episentral dapat dihitung dengan menggunakan hukum atau rumus **Laska**, yaitu jarak episentral adalah selisih waktu antara gelombang primer dan sekunder pada seismograf dalam satuan menit, dikurangi 1 (satu) menit, dikalikan 1 megameter (1.000 kilometer).

Rumusnya:

$$\Delta = \{(S - P) - 1'\} \times 1 \text{ megameter}$$

Keterangan:

- Δ = jarak episentral
- S P = selisih waktu antara gelombang primer dan sekunder yang dicatat pada seismograf dalam satuan menit
- S = sekunder (gelombang sekunder)
- P = primer (gelombang primer)
- 1 = satu menit (konstan atau pengurangan tetap)
- 1 megameter = 1.000 kilometer

Contoh:

Di stasiun gempa, pada seismograf gelombang primer tercatat jam 10.02 dan gelombang sekunder tercatat 10.07'. Berdasarkan rumus Laska, maka jarak episentralnya adalah

Jawab:

$$\begin{aligned} \Delta &= \{10.07' - 10.02'\} - 1' \times 1 \text{ megameter} \\ &= (5 - 1) \times 1 \text{ megameter} = 4 \text{ megameter (4.000 km)} \end{aligned}$$

6)

Kekuatan gempa antara tempat yang satu dengan tempat yang lain berbeda-beda. Dapat dilihat dari bekas-bekasnya maupun hasil pencatatan pada alat pengukur. Untuk membedakan berapa besar intensitas getaran gempa, maka dibuatlah skala sebagai berikut.

- a) **Skala Derossiforel** yang disusun dengan derajat kerusakan dengan skala I – X.
- b) **Skala Mercalli** yang disusun dengan derajat kerusakan dengan skala I-XII.
- c) **Skala Omori** yang disusun dengan derajat kerusakan dengan skala I-VII. Derajat kerusakan VII pada skala Omori setaraf dengan skala XII pada skala Mercalli.
- d) **Skala Cancani** yang disusun dengan derajat kerusakan dengan skala I-XII.

Tabel 3.2 Perbandingan antara Beberapa Skala Gempa

Percepatan per detik	Skala Derossiforel	Skala Mercalli	Skala Omori		Skala Cancani		
			Derajat	Percepatan (per detik)	Derajat	Percepatan (mm per detik)	
						dari	sampai
20	I	I			I	0	2,5
	II	II			II	2,5	5
40	III	III			III	5	10
60	IV	IV			IV	10	25
80	V	V			V	25	50
100	VI	VI			VI	50	100
150	VII	VII	I	300	VII	100	250
300	VIII	VIII			VIII	250	500
	IX		II	900	IX	500	1000
1200	X	IX	III	1200			
			IV	2000	X	1000	2500
		X	V	2500			
		XI	VI	4000	XI	2500	5000
		XII	VII	>4000	XII	5000	10000?

Sumber: Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa

- e) **Skala Richter** yang banyak digunakan pada akhir-akhir ini. Cara penggunaan Skala Richter adalah sebagai berikut.
- (1) Garis sebelah kiri, menunjukkan jarak episentral (Δ) dalam satuan km. Gempa dicatat dengan jarak 300 km atau kurang dari 3° .
 - (2) Garis sebelah kanan, menunjukkan amplitudo gelombang gempa. Gempa yang dicatat adalah 10 mm.
 - (3) Ditariklah garis dari titik 300 km ke titik 10 mm, sehingga garis itu memotong garis yang terletak di tengah pada titik 5.
 - (4) Hal ini berarti bahwa gempa yang terjadi berkekuatan 5 pada Skala Richter.
 - (5) **Amplitudo** adalah luas atau besarnya gempa.
 - (6) **Magnitudo** adalah jumlah energi gempa yang dilepaskan fokus gempa. Skala magnitudo yang telah diterima sebagai standar internasional adalah berasal dari Richter. Menurut Richter, magnitudo gempa dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$M = \log A - \log A\sigma$$

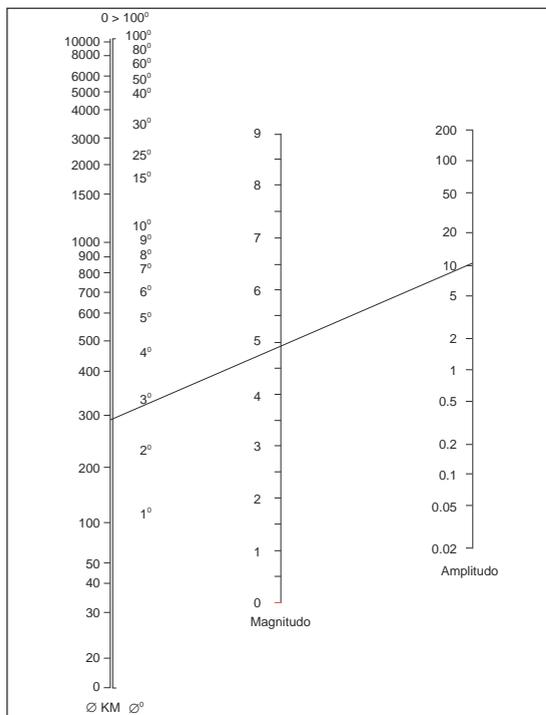
Keterangan:

M = magnitudo

A = amplitudo

$A\sigma$ = koreksi jarak pencatat dengan pusat gempa

Tabel 3.3 Skala Richter



Keterangan:

Jika jarak episentral dari pesawat = 300 km dan amplitudo = 10 mm, maka magnitudo (kebesaran) gempa bumi = angka 5 pada Skala Richter.

Sumber: Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa

7)

- a) Keuntungan adanya gempa adalah:
- (1) dapat mengetahui macam-macam batuan di dalam bumi, yakni dengan memperhatikan kecepatan getaran dan perubahannya;
 - (2) untuk mengetahui bahwa inti bumi (baryster) beradius ± 3.300 km;
 - (3) gempa bumi buatan (dengan meledakkan dinamit) dapat digunakan untuk menyelidiki tambang minyak.
- b) Kerugian adanya gempa adalah dapat menimbulkan bencana besar, karena datangnya secara tiba-tiba dan tidak dapat diperhitungkan lebih dahulu. Untuk mengurangi akibatnya, yaitu dengan cara memperhatikan atau merancang bangunan-bangunan tahan gempa.

c. Diastrophisme

Diastrophisme adalah semua proses yang mengakibatkan perubahan-perubahan bentuk kulit bumi. Ada beberapa perubahan pada permukaan bumi. Kadang-kadang pengangkatan atau penurunan disertai pergeseran, sehingga terpotong menjadi bagian-bagian yang patah. Setelah terangkat ke permukaan, bagian daratan terkikis oleh air mengalir sehingga teriris-iris oleh relung-relung alur sungai. Hal tersebut disebabkan oleh tenaga geologi. Tenaga geologi ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu tenaga asal dalam (endogen) dan tenaga asal luar (eksogen).

Tektonisme atau **tenaga tektonik** adalah peristiwa pergeseran dan perubahan letak lapisan kulit bumi yang disebabkan oleh tenaga dari dalam bumi, baik vertikal maupun horizontal sehingga mengakibatkan adanya lipatan, patahan, dan tektonik lempeng. Tektonisme dibedakan menjadi dua macam, yaitu epirogenetik dan orogenetik.

1)

Epirogenetik adalah gerakan penaikan atau penurunan lapisan kulit bumi secara perlahan-lahan dalam waktu yang lama dan meliputi daerah yang luas. Ada dua macam epirogenetik, yaitu sebagai berikut.

- a) **Epirogenetik positif**, yaitu gerakan penurunan lapisan kulit bumi, seolah-olah permukaan air laut yang naik. Contoh:
- (1) pecahnya benua raksasa (Benua Pangea) menjadi Benua Eurasia di belahan bumi utara;
 - (2) Benua Gondwana di belahan bumi selatan yang dipisahkan oleh Laut Tethys, benua tersebut mengalami penurunan sampai di bawah permukaan air laut (di bawah Samudera Hindia).
- b) **Epirogenetik negatif**, yaitu gerakan penaikan lapisan kulit bumi, seolah-olah permukaan air laut yang turun. Contoh:

- (1) terangkatnya Pulau Timor, Pulau Buton (Indonesia) di atas permukaan air laut;
- (2) terangkatnya Dataran Tinggi Colorado (Amerika Selatan) di atas permukaan air laut.

2)

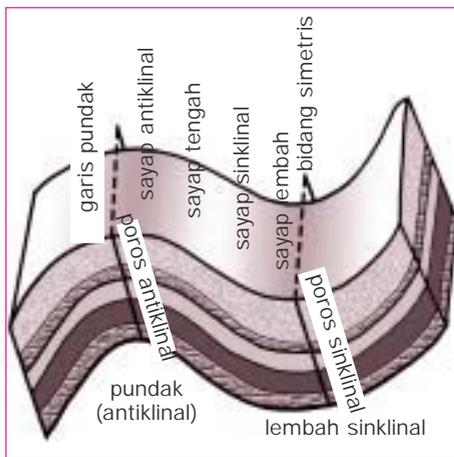
Orogenetik adalah gerakan penaikan atau penurunan lapisan kulit bumi secara cepat meliputi daerah yang relatif sempit. Proses ini dapat menghasilkan:

- a) pegunungan lipatan yang membentuk sinklinal (lembah lipatan) dan antiklinal (punggung atau puncak lipatan);
- b) pegunungan patahan yang membentuk horst, graben (slenk), dan fleksur.

Pada suatu orogen, jika unsur lipatan yang memegang peranan penting disebut orogen lipatan, jika unsur patahan yang memegang peranan penting disebut orogen patahan.

a) Lipatan

Lipatan terjadi karena adanya tenaga endogen yang bergerak pada suatu garis dalam lapisan sedimen dengan tekanan tangensial (arah horizontal) mendesak lapisan batuan yang plastis, sehingga terjadilah pelengkungan pada lapisan-lapisan sedimen.



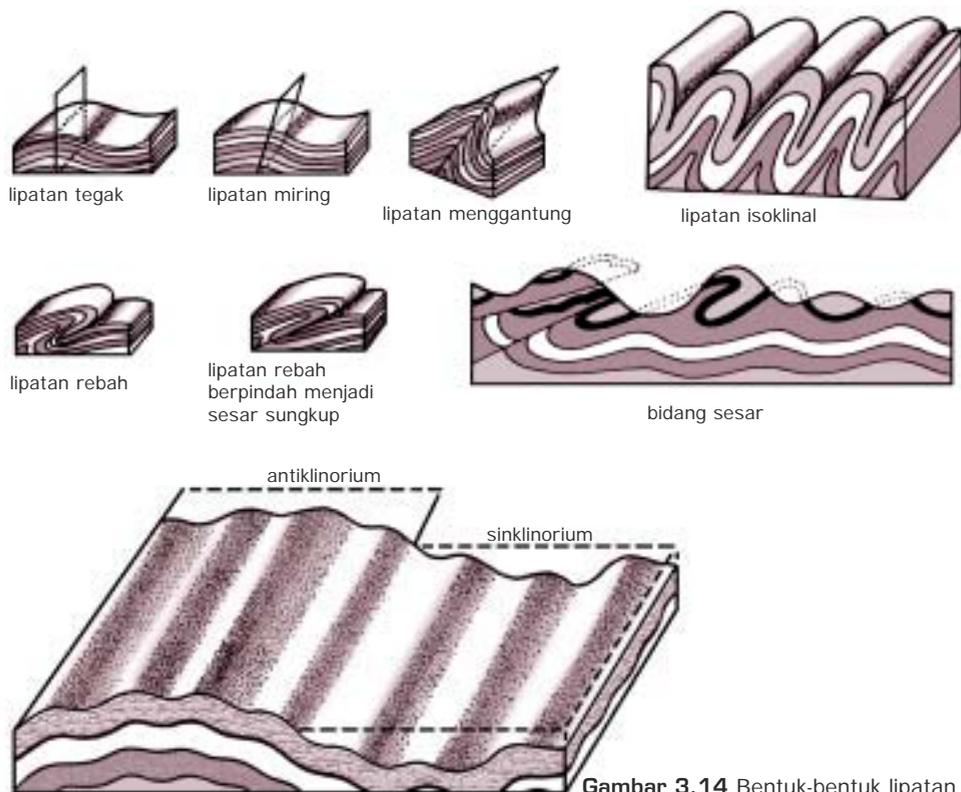
Sumber: Geografi 1. Sumadi Sutrijat

Gambar 3.13 Lipatan simetris

Pada awalnya, tekanan ini menyebabkan terbentuknya lipatan simetris atau tegak, yaitu suatu lipatan yang bidang sehingga sumbunya mempunyai jarak yang sama terhadap kedua sayapnya atau lipatan yang bidang sumbunya dapat membagi lipatan tersebut menjadi dua bagian yang sama.

Setelah terbentuk lipatan tegak, tekanan akan terus bekerja, dan terbentuk lipatan miring sehingga bidang porosnya juga miring. Jika sayap tengah telah menipis dapat terbentuk **sesar sungkup**. Ada kalanya sebuah lipatan besar mengalami

pelipatan lagi sehingga sinklinal dan antiklinalnya bergelombang yang disebut sinklinorium dan antiklinorium. **Sinklinorium** ialah kumpulan sinklin-antiklin dalam sebuah sinklin besar. **Antiklinorium** ialah kumpulan antiklin-sinklin dalam sebuah antiklin besar.



Gambar 3.14 Bentuk-bentuk lipatan

Sumber: Geografi 1. Sumadi Sutrijat

Yang termasuk pegunungan lipatan muda di dunia, yaitu sebagai berikut.

- (1) **Pegunungan Sirkum Mediteran**, yang dimulai dari Pegunungan Atlas (Afrika Utara) bersambung ke Pegunungan Alpen (Eropa Selatan), Kaukasus (di Jazirah Balkan) Elburzian (Asia Muka), Himalaya, Teluk Bengala, Arakan Yoma, Andaman, Nicobar, dan masuk ke Indonesia. Di Indonesia, sirkum ini berupa dua jalur pegunungan paralel, yaitu busur luar (**outer arc**) dan busur dalam (**inner arc**).
 - (a) Busur luar (**outer arc**) merupakan busur yang tidak vulkanis. Masuk ke Indonesia melalui pulau-pulau di sebelah barat Sumatera, yaitu Pulau Simelue, Pulau Nias, Kepulauan Mentawai, dan Pulau Enggano. Kemudian tenggelam di sebelah selatan Pulau Jawa dan muncul kembali di Pulau Sawu, Roti, Timor, Barbar, Kepulauan Kai, Pulau Seram, dan berakhir di Pulau Banda.
 - (b) Busur dalam (**inner arc**) merupakan busur vulkanis. Masuk ke Indonesia melalui Bukit Barisan (di Pulau Sumatera), kemudian Pulau Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Alor, Solor, Wetar, Kepulauan Banda, dan berakhir di Pulau Saparua. Busur ini juga disebut **sistem ganda**.

(2) **Pegunungan Sirkum Pasifik**, yaitu pegunungan lipatan yang mengelilingi Samudera Pasifik. Pegunungan ini dimulai dari Pegunungan Andes (Amerika Selatan), Siera Nevada (Mexico), Rocky Mountain (Amerika Utara), Pegunungan Alaska, Kepulauan Aleut, Kepulauan Jepang, Taiwan, menuju Filipina, dan ke Indonesia. Di Filipina bagian selatan, pegunungan ini bercabang:

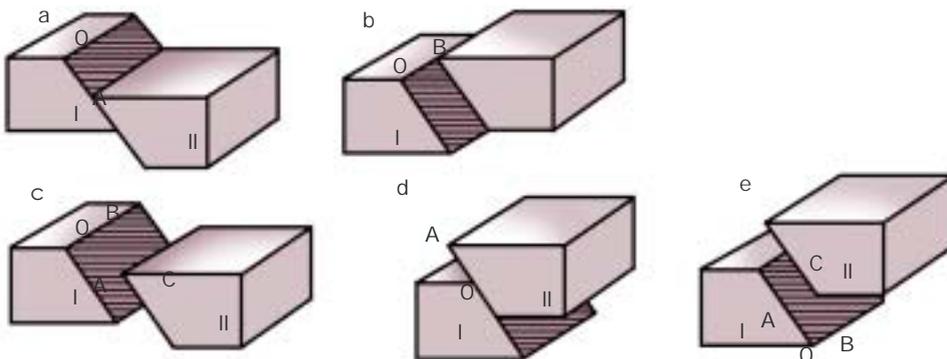
- (a) cabang pertama, dimulai dari Pulau Luzon menuju ke Kalimantan Utara melalui Palawan dan Kepulauan Sulu;
- (b) cabang kedua, dimulai dari Pulau Luzon menuju Pulau Mindanau, Kepulauan Sangihe, dan berakhir di Pulau Sulawesi bagian utara.

Di Indonesia, juga ada sistem pegunungan yang berasal dari Sirkum Australia. Dimulai dari Pegunungan Alpen (Australia) menuju Selandia Baru, Caledonia, dan masuk ke Irian bagian utara. Di daerah ini, sistem pegunungan ada dua jalur:

- (a) jalur pegunungan yang masuk melalui ujung timur Irian Timur membentuk pegunungan di bagian tengah Irian berupa pegunungan sentral Irian sampai ke ujung barat; jalur pegunungan ini terputus oleh lengkungan Busur Banda dari sistem Sunda;
- (b) jalur pegunungan yang masuk melalui Pulau Bismark menyusuri Pantai Irian Jaya menuju Halmahera.

b) Patahan

Tenaga endogen yang bekerja pada kulit bumi secara horizontal dan vertikal mendesak lapisan batuan yang rapuh menyebabkan lapisan batuan menjadi retak atau patah. Bidang tempat retak atau patahnya kulit bumi disebut **bidang patahan**, sedangkan bidang patahan yang telah mengalami pergeseran disebut **sesar (fault)**. Pergeserannya terjadi, baik vertikal maupun horizontal.



Keterangan:

- a. Sesar turun yang sebenarnya pada arah kemiringan
- b. Sesar mendatar pada arah lurus
- c. Sesar turun biasa pada arah tak tentu
- d. Sesar naik yang sebenarnya
- e. Sesar naik biasa

Sumber: Geografi 1. Sumadi Sutrijat

Gambar 3.15 Bagan jurusan gerak sepanjang bidang patahan (menurut Escher)

(1) **Sesar Turun dan Sesar Naik**

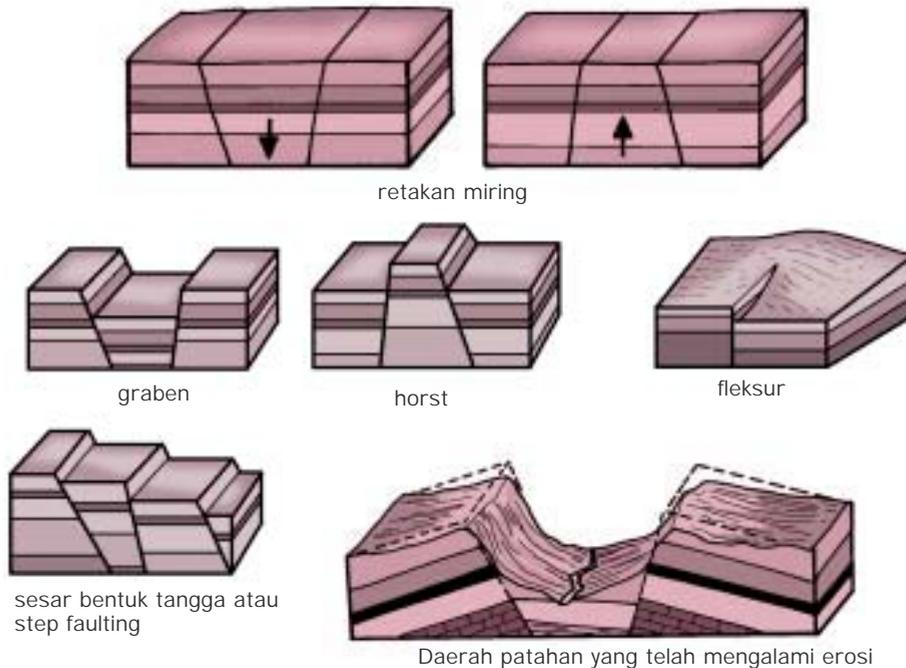
Sesar turun, sesar normal, atau **sesar biasa** adalah gejala pergeseran yang atap sesarnya bergeser relatif turun terhadap alas sesar. **Sesar naik (reverse fault atau thrust)** adalah gejala pergeseran yang atap sesarnya seakan-akan bergerak ke atas (vertikal).

Apabila sesar naik dengan pergeserannya sampai beberapa kilometer dan bagian yang satu menutup bagian yang lain disebut **sesar sungkup**. Contoh sesar di Indonesia, yaitu:

- (a) Patahan Semangko di Sumatera, yaitu sistem patahan di Bukit Barisan (dari Sumatera Utara sampai ke Teluk Semangko di Sumatera Selatan);
 - (b) Patahan Matana (Sulawesi), yaitu mulai dari Teluk Tolo melalui Danau Matana memotong Pegunungan Tineba dan Takolekaju sampai ke Selat Makasar di sekitar Muara Sungai Pasangkayu;
 - (c) Patahan Palu-Koro di Sulawesi, yaitu membujur dari utara melalui Palu menuju Teluk Bone.
- (2) **Sesar mendatar** adalah sesar yang tegak lurus dengan pergeseran horizontal dan hanya sedikit gerak vertikalnya. Sesar ini terdapat di daerah yang mengalami perlipatan dan persesaran naik.
- Contoh sesar mendatar, yaitu:
- (a) bekas Lipatan Jura (Swiss),
 - (b) di San Andreas (California),
 - (c) di Filipina,
 - (d) di Taiwan,
 - (e) di dalam lapisan neogen muda di daerah Kefamenanu, Timor (Indonesia).
- (3) **Graben atau slenk**, yaitu sebuah jalur batuan yang terletak di antara dua bidang sesar yang hampir sejajar, sempit, dan panjang. Terjadinya disebabkan tenaga endogen mendesak lapisan batuan yang rapuh, misalnya Lembah Rhein (Eropa Barat), Graben Afrika Timur, Lembah Jordan, dan Laut Mati.
- (4) **Horst, pematang**, atau **lurah sesar**, yaitu bagian sebuah jalur batuan yang terletak meninggi atau muncul terhadap daerah sekitarnya. Terjadinya karena tenaga endogen mendesak lapisan batuan yang rapuh, misalnya Horst Vogezen dan Schwarzwald (Eropa Barat), Dataran Tinggi Judea, dan Trans Jordania.
- (5) **Fleksur (tanah bungkuk)**, yaitu bentukan yang terjadi akibat tenaga endogen mendesak lapisan batuan yang rapuh dan lapisan batuan yang plastis. Pada bagian lapisan batuan yang plastis membentuk tanah bungkuk.

- (6) **Step faulting** atau **sesar bentuk tangga**, yaitu seperangkat gejala sesar turun dengan arah lemparan yang sama.

Sebuah pegunungan yang mengandung banyak patahan disebut **kompleks pegunungan patahan**. Daerah di Indonesia yang terdapat sesar sampai sekarang masih jelas ialah Pantai Parangtritis (DIY), dan Pantai Karang Bolong sampai Lohgending (Jawa Tengah).



Gambar 3.16 Bentuk-bentuk patahan

Sumber: Geografi. Moh. Ma'mur Tanudijaja

3. Ciri Bentang Alam sebagai Akibat Proses Pengikisan dan Pengendapan

Tenaga eksogen adalah tenaga yang berasal dari luar bumi. Tenaga eksogen merupakan tenaga geologi yang memotong (**to cut**) daerah yang tinggi dan mengisi (**to fill**) daerah yang rendah. Pada dasarnya, tenaga eksogen itu meliputi pelapukan, pengikisan, pencucian tanah, dan pengendapan.

Tenaga eksogen ini berhubungan erat dengan proses denudasi. **Denudasi** adalah proses perombakan muka bumi yang mengakibatkan penurunan di suatu tempat dan peninggian di tempat lain secara alami, sehingga merubah tanah menjadi rata. Bentuk-bentuk akibat denudasi, adalah:

- penepalan**, yaitu muka tanah yang relatif datar, menurun ke arah pantai;
- bukit-bukit yang puncaknya hampir datar;
- tanah tandus di suatu tempat dan tanah gembur di sebelahnya.

a. Pelapukan (*Weathering*)

Pelapukan adalah peristiwa penghancuran atau perusakan dan pelepasan partikel-partikel batuan. Berdasarkan daerahnya, kecepatan pelapukan ditentukan oleh:

- 1) tingkat kekuatan dan kekompakan batuan;
- 2) topografi atau kemiringan lereng;
- 3) keadaan vegetasi atau organisme;
- 4) unsur kimia pada batuan.

Berdasarkan tenaga yang menyebabkan terjadinya pelapukan, kecepatan pelapukan ditentukan oleh:

- 1) kekuatan air, angin, cairan gletser yang mengalir;
- 2) unsur kimia di dalam tenaga pelapuk;
- 3) organisme yang merusak lahan;
- 4) temperatur atau suhu.

Ada tiga macam pelapukan, yaitu sebagai berikut.

1) **(Physis)**

Pelapukan mekanik merupakan penghancuran massa batuan. Batuan yang telah hancur tetap mempunyai susunan kimia seperti semula, tidak mengalami perubahan, hanya butirannya saja yang mengecil. Pelapukan mekanik dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu sebagai berikut.

a) **Perubahan Suhu**

Amplitudo suhu yang sangat tinggi, yaitu pada waktu siang sangat panas dan malam sangat dingin dapat menghancurkan batuan besar menjadi butiran kecil. Proses tersebut tidak merubah susunan kimiawi batuan, hanya ukurannya saja yang menjadi kecil.

b) **Insolasi**

Insolasi adalah pelapukan yang terjadi karena penurunan suhu yang mendadak. Di gurun, ketika panas terik kemudian turun hujan secara tiba-tiba maka penurunan suhu pun berlangsung tiba-tiba. Pada saat itu, kerutan batuan berlangsung sangat tiba-tiba pula maka pecahlah butiran batu gurun itu.

c) **Pembekuan Air dalam Celah Batu**

Pada malam hari, genangan air di celah-celah batu berubah menjadi es akibat penurunan suhu sampai beberapa derajat di bawah nol. Hal ini berlangsung dalam waktu yang lama sehingga hancurlah batu gurun yang besar itu.

d) **Warna Mineral**

Perbedaan mineral dalam batuan menyebabkan perbedaan pemuaihan bagian-bagian batuan itu maka terjadilah pelapukan mekanik.

e) **Pelapukan Glasial**

Di daerah kutub terjadi pula pelapukan glasial karena perubahan suhu dan pembekuan air.

f) **Pengelupasan (Deskuamasi)**

Perubahan dari dingin menjadi panas menyebabkan retak mendatar, sedangkan perubahan dari panas menjadi dingin menyebabkan pembentukan retak-retak radial pada batuan maka batuan menjadi terkelupas.

2) **(Chemis)**

Pelapukan kimiawi adalah pelapukan yang disebabkan oleh reaksi kimia seperti oksidasi, karbonasi, dan dehidrasi. Pada pelapukan kimiawi, susunan kimiawi pada batuan asal mengalami perubahan, baik secara tetap maupun sementara, misalnya air hujan yang jatuh di daerah kapur yang menyebabkan proses karbonasi. Dalam proses ini, kalsit (CaCO_3) bereaksi dengan air yang banyak mengandung CO_2 (zat asam arang), kemudian menjadi kalsium bikarbonat. Proses pelapukan ini dapat menimbulkan gejala karst. **Karst** adalah daerah yang terdiri dari batuan kapur yang berpori sehingga air permukaan selalu merembes ke dalam tanah.

Contoh pelapukan kimiawi yang lain adalah oksidasi pada besi (berkarat), pembentukan gips, kaolin (tanah liat putih), dan pembentukan garam dengan menguapkan air laut.

Gejala karst akibat pelapukan kimiawi antara lain adalah terjadinya bentukan-bentukan sebagai berikut.

a) **Doline (Russ)**

Doline adalah lubang atau sumur-sumur berbentuk corong di daerah batuan kapur yang terbentuk oleh gaya air hujan sehingga kapur melarut, lama-kelamaan lubang menjadi besar. Jika lubang terisi air, disebut danau karst (**polje**), misalnya di antara bukit-bukit Gunung Sewu (Gunung Kidul, Jawa Tengah).

b) **Uvala**

Uvala adalah suatu depresi di daerah karst, lebih besar dari doline. Biasanya terbentuk sebagai gabungan dari beberapa doline, berdiameter 1 kilometer atau lebih, tetapi lebih kecil dari polje.

c) **Ponor**

Ponor adalah lubang-lubang di permukaan daerah batu kapur tempat mengalirnya air masuk ke dalam tanah. Bentuknya hampir mirip pipa vertikal berdiameter sampai 0,5 meter masuk ke dalam tanah.

d) **Gua dalam Tanah**

Gua dalam tanah adalah suatu ruangan atau rongga di dalam tanah. Terjadi karena hujan yang jatuh di daerah kapur meresap melalui retakan-retakan dan mengikis daerah yang dilaluinya sehingga terbentuklah

rongga-rongga atau lubang-lubang yang disebut gua dalam tanah. Jika lubang-lubang tersebut saling berhubungan dan terdapat aliran air maka terbentuklah sungai dalam tanah.

e) Stalaktit

Stalaktit adalah kerucut-kerucut yang bergantung pada atap gua kapur, tumbuh dari atas ke bawah dan biasanya runcing.

f) Stalagmit

Stalagmit adalah kerucut yang berdiri tegak di lantai gua batu kapur (tepat di bawah stalaktit, tumbuh dari bawah ke atas dan biasanya tumpul. Terjadinya stalaktit dan stalagmit adalah sebagai berikut:

Pada pelapukan gamping terjadi proses pelarutan dan penguapan, yaitu CaCO_3 dilarutkan menjadi $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, kemudian di dalam gua larutan itu menguap (dehidrasi) sehingga terbentuk CaCO_3 yang baru berbentuk stalaktit dan stalagmit, misalnya di Gua Tabuhan, Pacitan (Jawa Timur) dan Gua Petruk, Jatijajar (Jawa Tengah).

g) Kubah Kapur

Kubah kapur adalah bukit-bukit kecil yang terdiri dari batuan kapur, misalnya di daerah Gunung Kidul.

3) ()

Pelapukan organik adalah pelapukan batuan yang disebabkan oleh organisme, baik tumbuhan, hewan, maupun manusia. Misalnya, penghancuran batuan oleh bakteri dan organisme kecil di dalam tanah; cendawan dan lumut melapukkan batuan tempat lekatnya; manusia dengan ilmu dan teknologi seringkali merupakan tenaga perusak yang hebat.

b. Pengikisan (*Erosion*)

Beberapa definisi erosi, yaitu sebagai berikut.

- 1) Pengikisan dan penorehan bahan-bahan yang disebabkan oleh daya air, angin, dan gletser.
- 2) Penyeretan dan pengangkutan bahan-bahan dari permukaan bumi menuju tempat-tempat rendah, misalnya ke laut atau ke danau.
- 3) Pengikisan dan pengangkutan partikel-partikel batuan dari tempat asalnya ke tempat lain.

Dari tiga definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa erosi adalah salah satu gaya eksogen, yakni gaya perusakan atau pengikisan batuan yang lapuk di permukaan bumi oleh air mengalir (**stream**), ombak laut, angin, dan es atau gletser, kemudian partikel-partikel batuan tersebut diangkut dari tempat asalnya ke tempat lain.

Berdasarkan tenaganya, erosi dibedakan sebagai berikut.

1)

Erosi air adalah erosi oleh aliran air permukaan yang berasal dari air hujan yang menghanyutkan partikel-partikel tanah dan fragmen (hancuran batuan).

Berdasarkan bentuk atau tipenya, erosi air dibedakan sebagai berikut.

- a) **Erosi percikan (splash erosion)**, terjadi karena tenaga tetesan air hujan memecahkan bahan-bahan mineral tidak bergerak, seperti batu, kerikil, debu (agregat-agregat tanah), dan menghempaskan partikel-partikel tanah.
- b) **Erosi permukaan (sheet erosion)**, terjadi karena aliran air permukaan bergerak mengangkut partikel-partikel tanah yang juga melarutkan dan mengangkut bahan organik.
- c) **Erosi alur (riil erosion)**, terjadi karena pengumpulan aliran air permukaan yang membentuk alur-alur, maka terjadilah erosi pada alur-alur tersebut.
- d) **Erosi parit (gully erosion)**, terjadi karena perkembangan erosi alur yang membentuk parit-parit sehingga terjadilah erosi pada parit-parit tersebut. Erosi parit ukurannya lebih dalam dan lebar dibandingkan dengan erosi alur.
- e) **Erosi air terjun (water fall erosion)**, terjadi pada lereng yang curam atau terjal di mana terdapat air terjun. Aliran air terjun menyebabkan erosi vertikal dan bergerak mundur.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan erosi air, yaitu:

- a) volume air, semakin besar volume air semakin kuat erosinya;
- b) kemiringan lereng, semakin curam lereng semakin besar erosi;
- c) keadaan vegetasi, semakin lebat vegetasi semakin kecil erosi yang terjadi.

Erosi air menyebabkan terjadinya lembah dalam, ngarai, dan jurang yang dalam (**canyon**). Misalnya, Grand Canyon dengan Sungai Colorado, USA (**Grand Canyon of Colorado**).

2) ()

Erosi angin adalah erosi yang disebabkan oleh tenaga angin, biasanya terjadi di padang pasir atau di pantai berpasir. Erosi angin di daerah berpasir mengakibatkan terjadinya bukit-bukit pasir (guguk pasir) yang biasa disebut **sand dunes**.

Proses korasi adalah proses erosi yang dilakukan oleh angin yang mengandung atau membawa pasir melintasi batuan-batuan sehingga batuan tersebut terkikis, misalnya terbentuknya batu cendawan atau batu jamur di padang pasir atau gurun pasir.

3) ()

Gletser atau **es** adalah bongkah-bongkah atau lempeng es yang bergerak lambat dari lereng pegunungan tinggi menuju ke bawah. Erosi gletser adalah

erosi yang disebabkan oleh gletser yang bergerak dari lereng pegunungan menuju ke bawah. Batuan yang berada di bawah gletser terkikis dan terbawa oleh aliran gletser tersebut dan ditimbun di ujung gletser. Timbunan batu-batuan kerikil, pasir, bongkah, dan sebagainya yang ditinggalkan oleh sisa-sisa gletser disebut **morena (moraine)**. Adapun **lawine** adalah longsor gletser atau salju.

4) ()

Erosi air laut adalah erosi yang disebabkan oleh gelombang maupun aliran air laut yang bergerak ke arah pantai, mengikis dan memindahkan material-material batuan dari pantai ke tempat sekitarnya. Bentuk-bentuk akibat abrasi, yaitu:

- a) **cliff**, yaitu dinding pantai yang curam dan terjal, dinding bagian bawah terkikis oleh gelombang laut;
- b) **relung**, yaitu cekungan dinding pantai yang terjadi karena kikisan air laut;
- c) **dataran abrasi**, yaitu hamparan wilayah yang datar di pantai akibat abrasi.

c. **Masswasting**

Masswasting adalah perpindahan massa atau puing-puing maupun hancuran batuan secara besar-besaran ke bawah lereng yang langsung dipengaruhi oleh air, meskipun jumlahnya tidak banyak.

Faktor-faktor yang mempengaruhi **masswasting** berdasarkan tempatnya, dapat dibedakan sebagai berikut.

1)

Slow flowage adalah **masswasting** yang gerakannya sangat lambat dan tidak dapat dilihat dengan mata (disebut juga rayapan massa atau **creep**, yaitu jika material yang merayap itu hanya berupa tanah saja).

2)

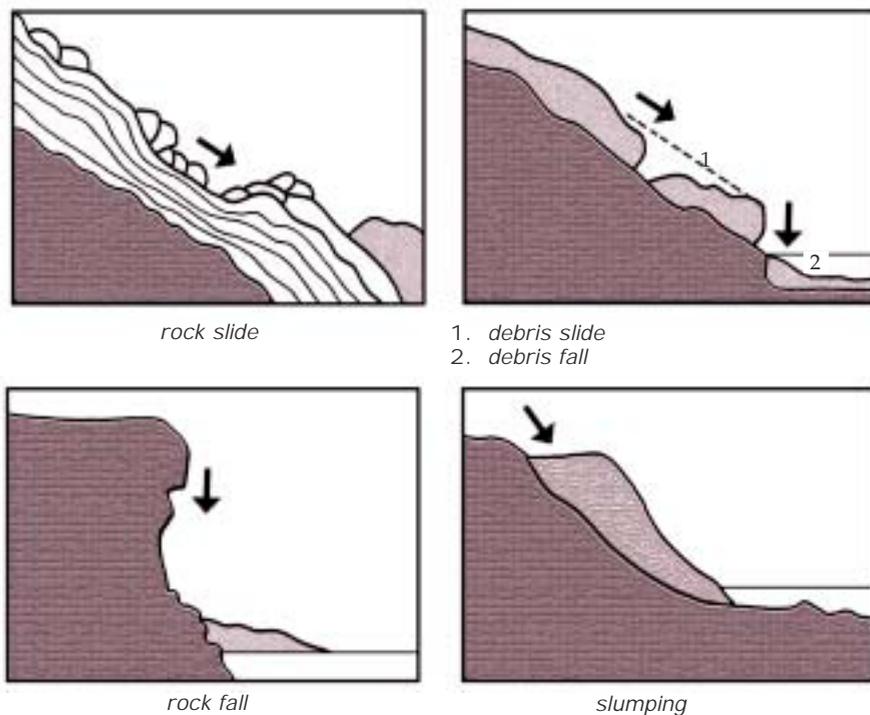
Rapid flowage adalah gerakan masa batuan yang cepat. Macam-macam **rapid flowage** adalah:

- a) **earth flow**, yaitu bila gerakan itu jenuh dengan air pada lereng yang landai;
- b) **mud flow**, yaitu gerakan aliran lumpur yang kandungan airnya lebih banyak dari **earth flow** dan gerakannya juga lebih cepat, misalnya lahar dingin;
- c) **debris avalanches**, yaitu massa tanah atau puing-puing batuan yang meluncur di lereng yang curam dan sempit.

3) **Landslide** ()

Landslide adalah longsohnya atau runtuhnya massa batuan ke bawah lereng. Misalnya, tanah longsor di Wonosobo, desa Argorejo (Jawa Tengah), dan di Cireki, pada jalan Sumedang-Cirebon (Jawa Barat). Macam-macam **landslide** (tanah longsor), yaitu:

- rock slide**, yaitu longsohan berupa blok-blok batuan;
- rock fall**, yaitu runtuhnya massa batuan yang berupa blok-blok batuan;
- debris slide**, yaitu longsohan massa batuan berupa hancuran batuan;
- debris fall**, yaitu runtuhnya massa batuan yang berupa hancuran batuan;
- slumping**, yaitu tanah longsor yang gerakannya terputus-putus dengan jarak yang pendek, misalnya yang terjadi di Gunung Raung (Jawa Timur).



1. *debris slide*
2. *debris fall*

Sumber: Geografi 1. Sumadi Sutrijat
(perubahan letak dan bentuk oleh penulis)

Gambar 3.17 Macam-macam tanah longsor

4) **Subsidence** ()

Subsidence adalah gerakan perpindahan tanah secara vertikal, bukan horizontal, baik secara lambat maupun cepat. Misalnya, runtuhnya atap gua kapur (secara cepat) dan runtuhnya atap bekas pertambangan (secara lambat).

d. Sedimentasi atau Pengendapan

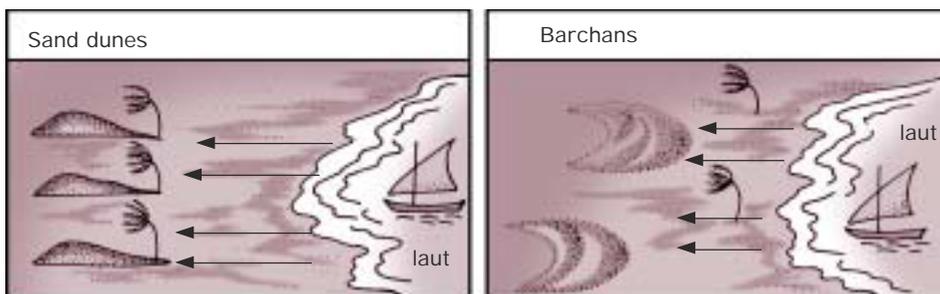
Sedimentasi adalah proses pengendapan batuan besar, kecil, halus, dan sisa organik di suatu tempat dari tempat lain yang dipindahkan oleh air mengalir, gletser, angin, atau gelombang. Tempat pengendapannya, yaitu di daratan, sekitar aliran sungai, muara sungai, dasar laut, dasar danau, dan pantai. Bentuk-bentuk muka bumi akibat sedimentasi adalah sebagai berikut.

1)

Daratan aluvial adalah endapan batuan hancur dan sisa organik di dataran rendah pantai atau sekitar aliran sungai, misalnya dataran rendah pantai Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Irian Jaya.

2) **Sand Dunes**

Sand dunes adalah bukit pasir (guguk pasir) rendah di daerah pantai akibat endapan batuan hancur yang berasal dari hasil abrasi gelombang laut. **Barchan** adalah sejenis bukit pasir (**dunes**) berbentuk bulan sabit atau tanduk yang lerengnya melandai menghadap ke arah datangnya angin dari laut, sedangkan bagian yang melengkung dan agak curam menghadap ke daratan.



Gambar 3.18 Sand dunes dan barchans

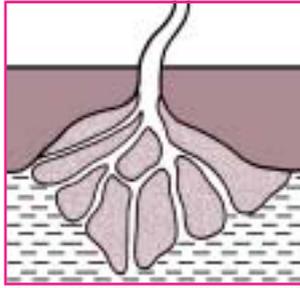
Sumber: Penulis

3)

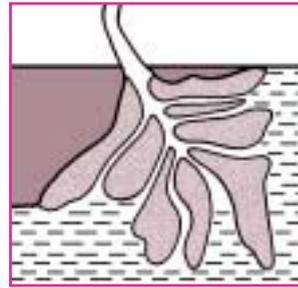


delta estuaria (tumpul)

Delta adalah endapan lumpur tebal yang mengeras di mulut muara sungai. Lumpur adalah butir-butir batuan halus yang larut dalam air, dihanyutkan oleh sungai dan diendapkan di muara. Macam-macam bentuk delta, yaitu delta estuaria (tumpul), delta runcing, dan delta kaki burung.



delta runcing



delta kaki burung

Sumber: Geografi. Moh. Ma'mur Tanudjaja

Keterangan:

-  = alur muara yang bercabang
-  = endapan lumpur yang mengeras
-  = tepian muara asal
-  = permukaan laut

Gambar 3.19 Macam-macam delta

Bentuk muka bumi mempengaruhi kehidupan, baik tumbuhan, hewan, maupun manusia terutama kehidupan manusia di daerah yang belum maju. Corak kehidupan di beberapa bentukan alam, yaitu sebagai berikut.

a. Pantai

Pantai adalah suatu bentang alam daratan yang masih terpengaruh oleh keadaan laut. Garis yang membatasi antara daratan dan perairan disebut **garis pantai**. Pantai ada yang terjal dan landai. Di pantai yang landai dan berupa dataran aluvial, penduduk bekerja sebagai nelayan, petani ikan bandeng dan udang, pencari mutiara, pemelihara rumput laut, dan lain-lain.

b. Dataran Rendah

Menurut Junghuhn, wilayah dataran rendah terletak pada ketinggian 0 - 600 meter di atas permukaan laut. Daerah dataran rendah biasa digunakan penduduk sebagai:

- 1) aktivitas penduduk, terutama pengembangan sarana transportasi, perdagangan, perusahaan dan industri;
- 2) dataran rendah yang subur cocok untuk pertanian terutama daerah tropis, yaitu kelapa, padi, tebu, jagung, dan tanaman kering lainnya;
- 3) pertanian padi dan perikanan air tawar;
- 4) daerah gurun, pemusatan penduduk di daerah yang ada sumber airnya disebut **oase** atau **wahah**. Pada daerah gurun kemungkinan ada bahan tambangnya, sehingga kegiatan penduduk adalah pada pertambangan.

c. Dataran Tinggi (Plato atau Plateau)

Kehidupan penduduk di dataran tinggi, yaitu sebagai berikut:

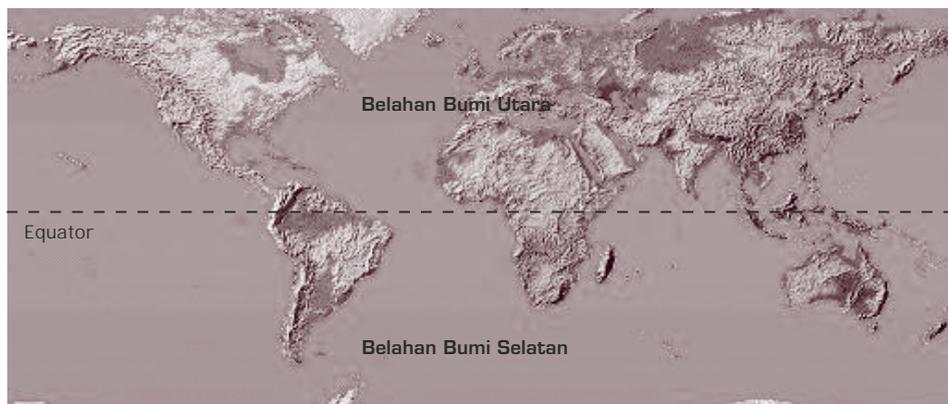
- 1) pertanian lahan kering dan hortikultura, seperti sayuran, buah-buahan dan tanaman hias;
- 2) pada ketinggian 700 m dpl, cocok untuk tanaman kopi dan karet;
- 3) pada ketinggian 1.500 m dpl, cocok untuk tanaman teh dan kina;
- 4) pada ketinggian 1.500 m - 2.500 m dpl, cocok untuk tanaman pinus;
- 5) pertanian padi dengan sistem sawah tadah hujan (sawah yang pengairannya tergantung pada curah hujan), biasanya dibuat sengkedan (**terasering**).

d. Daerah Pegunungan

Penduduk di daerah pegunungan kehidupannya agak statis, karena kesulitan transportasi dan komunikasi. Persediaan air sedikit, sumber airnya di lembah-lembah yang dalam, sehingga permukiman penduduk memusat di lembah-lembah. Jenis tanaman yang diusahakan adalah teh dan kina.

4. Degradasi Lahan dan Dampaknya terhadap Kehidupan

Lahan adalah bentang darat mulai dari pantai sampai ke pedalaman. Luas lahan di tiap daerah tidak sama. Luas lahan di Belahan Bumi Utara lebih luas dibandingkan dengan Belahan Bumi Selatan. Lahan Belahan Bumi Utara disebut **land hemisphere** dan Belahan Bumi Selatan disebut **water hemisphere**. Land hemisphere adalah belahan bumi di mana terdapat daratan yang maksimum, luasnya 85% daratan berada di Belahan Bumi Utara. Pusatnya di Nantes, Perancis. Water hemisphere adalah belahan bumi di mana terdapat daratan yang minimum, luasnya hanya 15% daratan di Belahan Bumi Selatan dan selainnya adalah air. Pusatnya di New Zealand, Selandia Baru.



Sumber: [www. search.yahoo.com](http://www.search.yahoo.com)

Gambar 3.20 Peta Lahan Belahan Bumi Utara dan Belahan Bumi Selatan

a. Lahan Potensial

Faktor-faktor yang menentukan kualitas lahan, yaitu:

- 1) keadaan iklim (suhu tinggi dan curah hujan banyak);
- 2) ketinggian tempat;
- 3) bentuk lahan;
- 4) banyaknya unsur-unsur mineral.

Luas lahan di Indonesia dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.4 Luas Lahan Tiap Provinsi di Indonesia Tahun 2002

No.	Provinsi	Luas Lahan (km ²)	Persentase %
1.	Nanggroe Aceh Darussalam	51.937	2,75
2.	Sumatera Utara	73.587	3,89
3.	Sumatera Barat	42.899	2,27
4.	Riau	94.560	5,00
5.	Jambi	53.437	2,83
6.	Sumatera Selatan	93.083	4,92
7.	Bengkulu	19.789	1,05
8.	Lampung	35.384	1,87
9.	Kep. Bangka Belitung	16.171	0,86
10.	DKI Jakarta	664	0,04
11.	Jawa Barat	34.579	1,83
12.	Jawa Tengah	32.549	1,72
13.	DI Yogyakarta	3.186	0,17
14.	Jawa Timur	47.922	2,53
15.	Banten	8.651	0,46
16.	Bali	5.633	0,30
17.	Nusa Tenggara Barat	20.153	1,07
18.	Nusa Tenggara Timur	47.351	2,50
19.	Kalimantan Barat	146.07	7,76
20.	Kalimantan Tengah	153.564	8,12
21.	Kalimantan Selatan	43.546	2,30
22.	Kalimantan Timur	230.277	12,18
23.	Sulawesi Utara	15.273	0,81
24.	Sulawesi Tengah	63.67	3,37
25.	Sulawesi Selatan	62.365	3,30
26.	Sulawesi Tenggara	38.140	2,02
27.	Gorontalo	12.215	0,65
28.	Maluku	46.975	2,48
29.	Maluku Utara	30.895	1,63
30.	Papua	365.466	19,33
Total Luas Indonesia		1.890.754	100,00

Sumber : Biro Pusat Statistik tahun 2002

Lahan potensial adalah permukaan tanah yang mempunyai kemampuan dukung optimal atau produktif. Jika dikelola dapat memberikan hasil yang tinggi untuk berbagai keperluan. Lahan potensial terdiri dari lahan kering dan lahan basah. Klasifikasi lahan basah, yaitu:

- 1) kawasan laut, meliputi pesisir, pantai berbatu, dan terumbu karang;
- 2) kawasan muara, meliputi muara sungai, delta, rawa pasang surut berair payau, dan hutan bakau (**mangrove**);
- 3) kawasan rawa, meliputi hutan rawa air tawar, hutan rawa gambut, dan rawa rumput;
- 4) kawasan danau, meliputi lahan yang berhubungan dengan danau, biasanya berair tawar;
- 5) kawasan sungai, meliputi lahan sepanjang sungai.

Klasifikasi lahan basah termasuk lahan basah buatan, yaitu:

- 1) kolam atau tambak ikan maupun udang;
- 2) sawah;
- 3) reservoir (waduk);
- 4) kanal (saluran atau terusan);
- 5) bendungan (dam);
- 6) danau garam.

Beberapa lahan yang belum dimanfaatkan secara optimal, yaitu:

- 1) padang pasir karena kering;
- 2) lereng yang terjal;
- 3) daerah yang sangat tinggi;
- 4) daerah yang tertutup salju.

Lahan potensial termasuk sumber daya alam. **Sumber daya alam** adalah semua kekayaan alam yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

Letak lahan potensial terdapat di pantai, dataran rendah, dataran tinggi, dan pegunungan. Pemanfaatan lahan potensial tergantung pada keadaan daerah dan tingkat kebudayaan manusia. Misalnya, pertanian, hutan, perkebunan, dan permukiman.

Selain untuk permukiman penduduk, lahan juga digunakan untuk kegiatan ekonomi penduduk yang disesuaikan dengan bentuk lahan, misalnya sebagai berikut.

- 1) Lahan potensial di daerah pantai diusahakan untuk pertanian, perikanan (tambak udang dan ikan bandeng), ikan laut, pelabuhan, industri garam dapur, dan sebagai tempat wisata.
- 2) Lahan potensial di dataran rendah, diusahakan untuk pertanian sawah (padi), perikanan air tawar, pertanian tegalan atau ladang (palawija), perkebunan (kelapa, tebu, dan karet), dan peternakan (unggas, kambing, kerbau, dan sapi).

- 3) Lahan potensial di dataran tinggi. Dataran tinggi meliputi:
- pegunungan rendah (200 - 500 m dpl), diusahakan untuk pertanian padi, perkebunan tebu dan karet;
 - pegunungan menengah (501 - 1.500 m dpl), diusahakan untuk tanaman tembakau, jagung, kapuk, coklat, kopi, kina, sayuran, padi, teh, dan ternak sapi;
 - pegunungan tinggi (lebih dari 1.500 m dpl), diusahakan untuk hutan tanaman industri, sayuran, kopi, teh, kina, dan ternak sapi perah. Daerah ini juga merupakan tempat wisata.

b. Lahan Kritis

1)

Lahan kritis adalah lahan yang mengalami kerusakan fisik, kimiawi, dan biologi sehingga lahannya tidak produktif. Lahan tersebut tandus, gundul, dan tingkat kesuburannya rendah sehingga tidak dapat digunakan untuk usaha pertanian. Lahan kritis dapat terjadi di dataran tinggi, pegunungan, daerah yang miring, dan dataran rendah. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya lahan kritis adalah:

- pengikisan (erosi) dan **masswasting**, biasanya terjadi di dataran tinggi, pegunungan, dan daerah yang miring;
- pengolahan lahan yang tidak memperhatikan kelestarian lingkungan;
- kekeringan, biasanya terjadi di daerah bayangan hujan;
- genangan air yang terus-menerus, yaitu di daerah pantai yang selalu tertutup rawa;
- pembekuan air, terjadi di daerah kutub atau pegunungan tinggi;
- zat pencemar, yaitu pestisida dan limbah pabrik yang terbawa aliran sungai ke lahan pertanian sehingga mengganggu kesuburan;
- masuknya material seperti plastik ke lahan pertanian yang mengganggu kesuburan tanah.

2)

Faktor-faktor penyebab meluasnya lahan kritis di Indonesia adalah pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan kondisi kemampuannya serta perusakan vegetasi penutup lahan.

- Pemanfaatan Lahan yang Tidak Sesuai dengan Kemampuannya
 - Lereng-lereng bukit yang curam dan puncak-puncak bukit yang seharusnya ditanami tanaman kayu-kayuan atau semacam hutan rakyat malah ditanami tanaman semusim, seperti jagung dan sayuran, sehingga lahan lebih mudah tererosi dan akhirnya menjadi lahan kritis.

- (2) Lahan miring yang terus-menerus dicangkul dan ditanami tanpa diterrasing. Akhirnya, tanah berubah menjadi lahan kritis.
- b) Perusakan Vegetasi Penutup Tanah
- (1) Petani peladang berpindah yang membuka areal hutan semena-mena, dijadikan ladang padi huma dan jagung. Akibatnya, hutan rusak dan lahan menjadi kritis.
 - (2) Hutan bakau di pantai diubah menjadi lahan pertambakan udang dan bandeng. Akibatnya, dataran pantai menjadi lahan kritis.

3)

Menurut Surat Keputusan Menteri Pertanian tahun 1980, penggunaan lahan ditentukan menjadi 5 (lima) peruntukan, yaitu:

- a) kawasan permukiman;
- b) kawasan budi daya tanaman semusim;
- c) kawasan budi daya tanaman tahunan;
- d) kawasan penyangga;
- e) kawasan lindung.

Pembagian tersebut didasarkan pada terjadinya kerusakan tanah, jika lahan tersebut dipergunakan untuk suatu peruntukan. Faktor pembatas yang digunakan dalam lima peruntukan itu adalah:

- a) kemiringan lereng yang dinyatakan dalam prosen;
- b) faktor jenis tanah menurut kepekaan terhadap erosi;
- c) curah hujan harian rata-rata.

Informasi ketiga faktor tersebut diperoleh dari hasil interpretasi peta topografi dan peta tanah serta hasil pengumpulan data curah hujan di lapangan.

Tabel 3.5 Pengkelasan Lahan Berdasarkan 3 Faktor Pembatas (Menurut SK MENTAN 1980)

Lahan Kelas	Kemiringan Lahan		Kepekaan Tanah terhadap Erosi		Intensitas Hujan Harian	
	Kemiringan	Nilai Score	Jenis Tanah	Nilai Score	Curah/Hari	Nilai Score
1.	0 – 8 % (datar)	20	Aluvial, tanah glei, laterit, dll (tidak peka).	15	13,6 mm/hr (sangat rendah)	10
2.	8 – 15 % (landai)	40	Latosol (agak peka)	30	13,6 – 20,7 mm/hr (rendah)	20
3.	15 – 25 % (agak curam)	60	Brown forest soil, calcis brown (agak peka)	45	20,7 – 27,7 mm/hr (rendah)	30
4.	25 – 45 % (curam)	80	Andosol, Podsol, dll (peka)	60	27,7 – 34,8 mm/hr (tinggi)	40
5.	> 45 % (sangat curam)	100	Regosol, litosol, dll (sangat peka)	75	> 34,8 mm/hr (sangat tinggi)	50

Sumber: *Konservasi Tanah di Indonesia* (dibuat tabel oleh penulis).

Cara menetapkan penggunaan lahan sesuai kemampuannya adalah dengan menjumlahkan nilai ketiga faktor pembatas maka dapat ditetapkan penggunaan lahan pada setiap kewasannya (lihat tabel pengkelasan lahan di atas).

- a) Kawasan permukiman (lahan kelas I):
 - (1) kemiringan lereng datar (0 - 8%), nilai score 20;
 - (2) tanah tidak peka terhadap erosi, nilai score 15;
 - (3) curah hujan harian sangat rendah (13,6 mm/hari), nilai score 10;
 - (4) kegunaannya cocok untuk permukiman dan tanaman budi daya.
- b) Kawasan budi daya tanaman semusim (lahan kelas II):
 - (1) kemiringan lereng landai (8 -15%), nilai score 40;
 - (2) tanah agak peka terhadap erosi, nilai score 30;
 - (3) curah hujan harian rendah (13,6 - 20,7 mm/hari), nilai score 20;
 - (4) kegunaannya cocok untuk budi daya aneka tanaman semusim.
- c) Kawasan budi daya tanaman tahunan (lahan kelas III):
 - (1) kemiringan lereng agak curam (15 - 25%), nilai score 60;
 - (2) tanah agak peka terhadap erosi, nilai score 45;
 - (3) curah hujan harian sedang (20,7 - 27,7 mm/hari), nilai score 30;
 - (4) kegunaannya cocok untuk tanaman tahunan perkebunan, HTI (Hutan Tanaman Industri), dan tanaman kayu-kayuan.
- d) Kawasan penyangga (lahan kelas IV):
 - (1) kemiringan lereng curam (25- 45%), nilai score 80;
 - (2) tanah peka terhadap erosi, nilai score 60;
 - (3) curah hujan harian tinggi (27,7 - 34,8 mm / hari) nilai score 40;
 - (4) kegunaannya memungkinkan untuk budi daya secara ekonomis dan mudah dikembangkan sebagai kawasan penyangga lingkungan.
- e) Kawasan lindung (lahan kelas V):
 - (1) kemiringan lereng sangat curam (> 45%), nilai score 100;
 - (2) tanah sangat peka terhadap erosi, nilai score 7;
 - (3) curah hujan harian sangat tinggi (>34,8 mm hari), nilai score 50;
 - (4) kegunaannya sebagai kawasan lindung dan jalur pengaman aliran sungai.

Luas lahan kritis di Indonesia dapat dilihat melalui tabel berikut ini.

Tabel 3.6 Luas Lahan Kritis di Indonesia pada Awal Tahun 1999/2000 (ha)

No.	Provinsi	(1)	(2)	(3)
1.	Nanggroe Aceh Darussalam	24.990	326.025	351.015
2.	Sumatera Utara	227.146	241.997	469.143
3.	Sumatera Barat	20.936	110.219	131.155
4.	Riau	77.961	256.907	334.868
5.	Jambi	172.046	544.101	716.147
6.	Sumatera Selatan	1.183.179	2.278.661	3.461.840
7.	Bengkulu	78.724	499.819	578.543

8.	Lampung	203.887	95.270	299.157
9.	DKI Jakarta	-	-	-
10.	Jawa Barat	5.966	362.828	368.794
11.	Jawa Tengah	11.102	349.725	360.827
12.	DI Yogyakarta	749	33.918	34.667
13.	Jawa Timur	349.168	953.211	1.302.379
14.	Bali	9.953	23.472	33.425
15.	Nusa Tenggara Barat	54.520	224.178	278.698
16.	Nusa Tenggara Timur	299.291	1.057.466	1.356.757
17.	Timor Timur	177.107	305.564	482.671
18.	Kalimantan Barat	1.254.724	1.811.004	3.065.728
19.	Kalimantan Tengah	50.652	1.708.181	1.758.833
20.	Kalimantan Selatan	353.781	221.602	575.383
21.	Kalimantan Timur	953.814	824.968	1.778.782
22.	Sulawesi Utara	79.594	155.498	235.092
23.	Sulawesi Tengah	260.070	153.151	413.221
24.	Sulawesi Selatan	581.297	451.505	1.032.802
25.	Sulawesi Tenggara	53.752	188.059	241.811
26.	Maluku	180.036	514.875	694.911
27.	Papua	1.649.309	1.719.594	3.368.903
	INDONESIA	8.313.754	15.411.798	23.725.552

Sumber: Biro Pusat Statistik tahun 2002

Keterangan: (1) Dalam kawasan hutan (2) Luar kawasan hutan (3) Jumlah total

4)

Pemulihan lahan kritis di Indonesia dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut.

- a) Teknologi konservasi dengan tujuan mencegah besarnya erosi melalui pembuatan teras (**terasering**) yang dilengkapi dengan saluran pemisah, terjunan, dan pengendali. Sistem penanaman dilakukan searah dengan garis kontur atau tanaman penyangga.
- b) **Penghijauan**, yaitu penanaman berbagai jenis tanaman pada lahan kritis maupun lahan potensial yang belum pernah menjadi hutan. Jenis tanaman penghijauan yang dikembangkan di Indonesia, yaitu:
 - (1) kemlandingan atau petai cina, ditanam di sepanjang guludan terrasering, sedangkan di lereng teras ditanami rumput gajah;
 - (2) lamtorogung, yaitu jenis kemlandingan yang batang pohonnya besar;
 - (3) kaliandra hijau atau kaliandra merah;
 - (4) jambu mete dan jenis-jenis tanaman tahunan yang berbuah.

Kemlandingan, lamtorogung, dan kaliandra, daunnya dapat digunakan untuk makanan ternak, sedangkan batang, cabang, dan rantingnya untuk kayu bakar.

- c) **Reboisasi**, yaitu menghutankan atau menanam kembali hutan yang sudah gundul.
- d) Reklamasi lahan bekas pertambangan. Jenis tumbuhan yang ditanam di daerah ini adalah pohon mindi.

- e) Menghilangkan unsur-unsur yang dapat mengganggu lahan pertanian, misalnya plastik yang sedapat mungkin didaur ulang (**recycling**).
- f) Memanfaatkan tumbuhan eceng gondok untuk menurunkan zat pencemar yang ada pada lahan pertanian, karena eceng gondok dapat menyerap zat pencemar dan digunakan untuk makanan ikan.
- g) Tindakan yang tegas, tetapi bersifat mendidik kepada siapa saja yang menyebabkan terjadinya lahan kritis.
- h) Pemupukan dengan menggunakan pupuk organik (alami), misalnya pupuk kandang atau pupuk hijau secara tepat.
- i) Penanaman azola, yaitu tumbuhan yang dapat mengemburkan tanah sawah.

TUGAS 1

1. Gambarkan kembali irisan bumi pada selembar kertas dan diskusikan dengan kelompokmu!
2. Buatlah gambaran (sketsa) bentuk daratan dengan menggunakan bubur koran, berilah warna, lalu kumpulkan kepada guru geografimu!

B. Perubahan Pedosfer (Tanah) dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi

Pedosfer atau **tanah** atau **soil** adalah lapisan kulit bumi yang tipis terletak di bagian paling atas di permukaan bumi. Tanah terbentuk dari hasil pelapukan atau erosi batuan induk yang berasal dari bahan anorganik maupun organik (tumbuh-tumbuhan dan binatang) yang telah lama membusuk. Tanah terdiri dari zat-zat dalam keadaan padat, cair, dan gas.

1. Ciri dan Proses Pembentukan Tanah di Indonesia

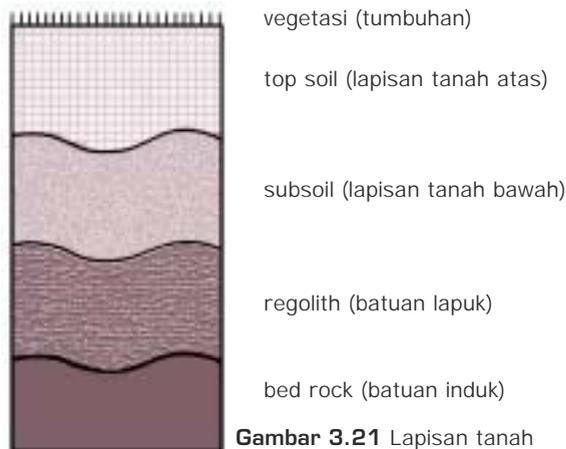
Tanah di Indonesia sangat subur karena banyak gunung api, juga pengaruh iklim. Pembentukan tanah di Indonesia beraneka ragam, baik oleh gunung api, pelapukan, erosi, dan pengendapan sehingga menghasilkan jenis tanah yang beraneka ragam pula.

a. Tanah Sebagai Lahan Potensial

Sebagai sumber daya alam fisik, tanah berperan penting bagi kehidupan, yaitu:

- 1) digunakan untuk tempat tinggal dan melakukan kegiatan;
- 2) tempat tumbuhnya vegetasi yang berguna bagi manusia;
- 3) mengandung barang tambang atau bahan galian.

Susunan lapisan tanah ke arah vertikal (dari atas ke bawah) adalah sebagai berikut.



Gambar 3.21 Lapisan tanah

Sumber: Geografi 1. Sumadi Sutrijat

Lapisan tanah atas (**top soil**) merupakan bagian utama bagi kehidupan tumbuh-tumbuhan. Tanah terdiri dari komponen-komponen mineral (45%), bahan organik (15%), air (20-30%), dan udara (20-30%).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan tanah di lahan tertentu adalah sebagai berikut.

- 1) **Tekstur tanah**, yaitu perbandingan relatif berbagai golongan besar partikel tanah dalam suatu massa tanah, terutama perbandingan antara fraksi-fraksi seperti pasir, debu, dan lempung. Berdasarkan ukurannya (diameter butiran), partikel tanah dikelompokkan menjadi tiga fraksi, yaitu **fraksi pasir**, **fraksi debu**, dan **fraksi lempung** (termasuk geluh).

Butir-butir tanah atau batuan yang berdiameter di atas 2 mm, disebut **gravel** (tidak termasuk fraksi tanah). Jika tanah hanya terdiri dari butiran-butiran pasir, maka tekstur tanah itu kasar. Jika unsur tanah terdiri dari lempung maka tekstur tanah itu sangat halus. Tekstur tanah yang sangat baik untuk pertanian adalah **geluh** (tanah yang lekat). Tekstur tanah yang baik untuk pembuatan keramik, bata, dan genting adalah fraksi lempung.

- 2) **Permeabilitas tanah** (kemampuan tanah menyerap air), yaitu cepat atau lambatnya air meresap ke dalam tanah melalui pori-pori tanah, baik ke

arah horizontal maupun vertikal. Cepat atau lambatnya perembesan air ditentukan oleh tekstur tanah. Semakin kasar tekstur tanah, semakin cepat perembesan airnya.

- 3) **Kedalaman** (solum tanah), yaitu menunjukkan berapa tebal tanah diukur dari permukaan sampai ke batuan induk bumi. Lahan yang baik adalah lahan yang mempunyai solum tanah yang dalam. Daerah dengan solum tanah yang dalam mempunyai drainase yang baik, tekstur yang halus, kemiringan lereng 1-2%, tingkat erosi rendah, dan dapat diusahakan secara intensif tanpa bahaya. Sebaliknya, daerah dengan solum tanah yang dangkal mempunyai drainase yang buruk, tekstur tanah sangat halus atau kasar, berlereng curam, tingkat erosi tinggi, dan jika diusahakan kurang baik karena banyak hambatan.
- 4) **Kemiringan lereng**, yaitu menunjukkan derajat atau prosen kecondongan lereng dari garis datar di suatu tempat. Daerah yang baik, kemiringannya adalah 1-2% untuk diusahakan bagi kehidupan.
- 5) **Keadaan erosi**, yaitu menyangkut jumlah partikel-partikel tanah yang terpindahkan disebabkan oleh pengikisan.
- 6) **Drainase** (penyaluran air), yaitu pengeringan air yang berlebihan pada tanah, mencakup proses pengaturan dan pengaliran air yang ada dalam tanah atau permukaan tanah yang menggenang.

b. Jenis-Jenis Tanah

Batuan induk tanah adalah batuan yang telah lapuk. Batuan induk menentukan jenis tanah. Jenis-jenis tanah di Indonesia meliputi tanah podzolik merah kuning, vulkanis, aluvial, kapur, organosol, pasir, dan laterit.

- 1) **Tanah podzolik merah kuning** adalah tanah yang terbentuk dari pelapukan batuan yang mengandung kuarsa. Sifatnya mudah basah jika terkena air. Tanah ini digunakan untuk persawahan, perladangan, kebun karet, kopi, dan kelapa. Misalnya, terdapat di pegunungan tinggi di Sumatera, Sulawesi, Irian Jaya, Jawa Barat, Maluku, dan Nusa Tenggara.
- 2) **Tanah vulkanis (tuf)** adalah tanah yang terbentuk dari pelapukan batuan vulkanis. Sifatnya mudah meresap air, tetapi daya menahan air sangat kurang sehingga mudah tererosi. Tanah ini digunakan untuk persawahan, tanaman palawija, tebu, tembakau, sayur-sayuran, perkebunan, dan ladang (tegalan). Misalnya, terdapat di sekitar gunung api atau daerah lahar gunung api di Sumatera, Jawa, Sulawesi, dan Nusa Tenggara.
- 3) **Tanah aluvial** adalah tanah yang berasal dari endapan lumpur yang dibawa oleh aliran sungai. Sifatnya lambat meresapkan air dan mudah tererosi. Digunakan untuk persawahan, perladangan, perkebunan, dan perikanan. Misalnya, terdapat di semua Kepulauan Indonesia, yaitu di

- lembah-lembah, cekungan, dan di sepanjang aliran sungai. Wilayahnya merupakan daerah pertanian dan pusat perkebunan penduduk.
- 4) **Tanah kapur** adalah tanah yang mengandung banyak zat kapur. Sifatnya cepat meresapkan air, dapat larut oleh air hujan, dan tanahnya tidak subur. Tanah ini digunakan untuk penanaman pohon jati. Misalnya, terdapat di pegunungan kapur di Pulau Jawa.
 - 5) **Tanah organosol** adalah tanah yang terbentuk dari bahan induk organik gambut dan rumput rawa. Sebagian besar tanah ini masih tertutup hutan rawa gambut dan rumput rawa. Sifatnya cepat meresapkan air dan banyak mengandung hara (zat yang dibutuhkan untuk tanaman). Tanah ini digunakan untuk persawahan pasang surut, tambak ikan dan udang, serta hutan bakau. Misalnya, terdapat di daerah pasang surut di dataran timur dan barat Sumatera, pantai Kalimantan bagian barat, timur, dan selatan, serta Jawa.
 - 6) **Tanah pasir** adalah tanah yang berasal dari batuan pasir yang telah lapuk. Sifatnya sangat miskin hara, daya menahan air sangat kurang, dan mudah tererosi. Misalnya, terdapat di Sumatera, Jawa, dan Sulawesi.
 - 7) **Tanah laterit** adalah tanah yang banyak mengandung zat besi dan alumunium. Sifatnya tidak subur dan berwarna merah muda. Tanah ini sering disebut **tanah merah**.

Berdasarkan kesuburannya, tanah diklasifikasikan sebagai berikut.

- 1) **Tanah muda (alluvium)**, yaitu tanah dengan zat makanan yang terkandung di dalamnya belum banyak sehingga belum subur.
- 2) **Tanah dewasa**, yaitu tanah dengan zat makanan yang terkandung di dalamnya sangat banyak sehingga sangat subur. Tanah ini sangat baik untuk pertanian.
- 3) **Tanah tua**, yaitu tanah dengan zat makanan yang terkandung di dalamnya sudah berkurang.
- 4) **Tanah sangat tua**, yaitu tanah dengan zat yang terkandung di dalamnya sangat sedikit sekali, bahkan hampir habis. Tanah ini sangat tidak subur.

Adapun berdasarkan jumlah bahan organik dan air yang terkandung di dalamnya, tanah diklasifikasikan sebagai berikut.

- 1) **Alfisols (aluminium iron soil)**, yaitu tanah yang kaya akan bahan organik, besi, air alumunium, dan struktur tanahnya berlapis-lapis.

Ciri-ciri tanah alfisols adalah:

- a) warnanya abu-abu;
- b) mengandung lapisan tanah liat atau lempung;
- c) tanahnya subur.

- 2) **Aridisols (dry soil)**, yaitu tanah kering yang terbentuk di gurun dan semi gurun dengan struktur tanah berlapis-lapis. Ciri-ciri tanah aridisols adalah:
 - a) berwarna kemerah-merahan;
 - b) terdapat lapisan kapur di bawah permukaannya;
 - c) kandungan air dan bahan organik sedikit;
 - d) vegetasi di tanah tersebut sedikit;
 - e) digunakan untuk padang rumput.
- 3) **Entisols (recent soil)** atau **tanah baru**, yaitu tanah yang sangat muda dan tidak berlapis. Ciri-ciri tanah entisols adalah:
 - a) terdapat di dataran banjir dari sungai-sungai dan bukit-bukit pasir;
 - b) kandungan bahan organik sedikit;
 - c) tanahnya subur.
- 4) **Histosols (organic soil)**, yaitu tanah yang mengandung bahan tumbuh-tumbuhan yang sudah membusuk dan air. Ciri-ciri tanah histosols adalah:
 - a) terdapat di bekas danau, rawa, daerah berpayau yang selalu dipenuhi tumbuh-tumbuhan dan lumpur;
 - b) tanahnya subur;
 - c) dapat dijadikan tanah pertanian yang baik bila dilengkapi dengan pengairan atau drainase yang baik;
 - d) di Indonesia terdapat di pantai Kalimantan dan pantai timur Sumatera.
- 5) **Inceptisols (beginning soil)** atau **tanah muda**, yaitu tanah yang agak lebih tua dari entisols, terdapat lapisan-lapisan. Ciri-ciri tanah inceptisols adalah:
 - a) terdapat di daerah tundra atau dingin;
 - b) tanah tersebut asam dan banyak mengandung bahan organik;
 - c) digunakan untuk pertanian atau tanaman rumput untuk ternak.
- 6) **Mollisols (soft soil)** atau **tanah halus**, yaitu tanah halus kering, berwarna coklat, merah, dan hitam. Ciri-ciri tanah mollisols adalah:
 - a) mengandung banyak bahan organik dan air;
 - b) struktur tanahnya berlapis;
 - c) terdapat di daerah semi arida;
 - d) tanahnya paling subur, baik untuk pertanian;
 - e) baik untuk pertumbuhan rumput ternak.
- 7) **Oxisols**, yaitu tanah purbakala yang mengandung banyak oksigen, banyak tanah liat, tetapi bahan organiknya sedikit. Ciri-ciri tanah oxisols adalah:

- a) warnanya kemerah-merahan;
 - b) tidak cocok untuk pertanian;
 - c) terdapat di daerah iklim panas dan tropik dengan curah hujan yang banyak.
- 8) **Spodosols (ashy soil)** atau tanah tua, yaitu tanah yang berlapis, mengandung silika, aluminium, besi, dan bahan organik. Ciri-ciri tanah spodosols adalah:
- a) berwarna abu-abu;
 - b) terdapat di daerah beriklim dingin;
 - c) di daerah humida, tumbuh hutan yang luas;
 - d) tanahnya bersifat asam sehingga kurang mampu menahan air;
 - e) tidak cocok untuk pertanian.
- 9) **Ultisols atau last (ultimate soil)**, yaitu tanah yang sudah mengalami perkembangan masa tua (terakhir). Ciri-ciri tanah ultisols adalah:
- a) terdiri dari lapisan tanah liat, aluminium, dan bahan organik;
 - b) terdapat di daerah beriklim tropik yang lembab;
 - c) tidak baik untuk pertanian, kecuali kalau dipupuk.
- 10) **Vertisols (turned soil)**, yaitu tanah yang menjadi matang, dengan lapisan yang tebal (dalam). Ciri-ciri tanah vertisols adalah:
- (1) mengandung tanah liat, kapur, dan bahan organik;
 - (2) terdapat di daerah beriklim panas dengan musim basah dan kering;
 - (3) baik untuk pertanian apalagi kalau dipupuk.

2. Erosi dan Kerusakan Tanah yang Lain serta Dampaknya terhadap Kehidupan

a. Erosi dan Kerusakan Tanah

Erosi dan kerusakan tanah dapat disebabkan oleh beberapa hal, misalnya sebagai berikut.

1)

Perusakan hutan dapat mengurangi daya serap tanah dan mengurangi kemampuan menampung dan menahan air, sehingga tanah tererosi.

2)

Hujan merupakan faktor penting dalam menentukan bentuk permukaan tanah karena air hujan banyak mengandung zat. Proses hujan bersifat kimiawi dan sebagian bersifat mekanis.

3)

Air hujan yang turun sangat deras dapat mengikis dan menggores tanah sehingga terbentuk selokan. Pada daerah yang tidak ditumbuhi pepohonan, hujan lebat dapat menghanyutkan tanah berkubik-kubik. Air hujan dapat menghanyutkan lumpur sehingga terjadilah banjir lumpur.

4)

Tanah longsor adalah longsornya atau ambruknya tanah dan batuan ke bawah bukit. Hujan mempercepat pelongsoran tanah karena hujan menyebabkan tanah menjadi longgar dan berat. Pada pelongsoran, air berperan sebagai pelicin. Pelongsoran hanya melibatkan lapisan luar yang terlepas dari permukaan tanah.

5)

Pergerakan tanah dapat disebabkan oleh hujan. Misalnya, tanah labil yang ada di pinggir-pinggir sungai tertimpa oleh hujan lebat, maka tanah tersebut akan lepas dan jatuh ke sungai.

Curahan hujan ini dapat juga membentuk “tiang bumi” (**piramide**), yaitu tanah yang puncaknya ditutupi batu-batuan. Puncak tiang bumi tersebut sebenarnya tanah liat yang mengeras. Batu-batuan di puncaknya sebagai pelindung kikisan hujan, sedangkan tanah liat yang tidak terlindung terbawa hanyut. Jika batu-batuannya jatuh, tiang bumi akan terkikis sampai ke permukaan tanah.

b. Dampak Erosi dan Kerusakan Tanah terhadap Kehidupan

Akibat erosi dan kerusakan tanah terhadap kehidupan adalah sebagai berikut.

- 1) Karena tanah menjadi tidak subur, penghasilan panen para petani sawah maupun peladang menjadi berkurang.
- 2) Memungkinkan timbulnya banjir yang dapat menghilangkan nyawa dan harta penduduk.
- 3) Tanah menjadi kritis sehingga penduduk membuka lahan baru. Mereka menebang atau membakar hutan. Akibatnya, udara menjadi tercemar karena dipenuhi asap yang mengganggu pernafasan manusia dan hewan. Penebangan hutan ini pun dapat menimbulkan banjir.
- 4) Terjadinya pengendapan dan pendangkalan sungai dan waduk sehingga merugikan mata pencarian petani tambak dan perikanan.
- 5) Karena kerusakan tanah, tumbuh-tumbuhan akan banyak yang mati. Hewan-hewan pun akan kekurangan makanan dan mati. Hal tersebut dapat merugikan penduduk.

- 6) Kerusakan tanah akan menghilangkan mata air sehingga mengganggu ekosistem perairan tempat ikan bertelur. Demikian juga menurunnya kualitas air yang merupakan kebutuhan pokok penduduk untuk kelangsungan hidupnya.
- 7) Pengendapan lumpur di danau atau waduk akan mengganggu sistem kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Akibatnya, aliran listrik ke rumah-rumah, kantor, dan perusahaan akan terganggu karena energi atau tenaga listriknya berkurang.

3. Usaha untuk Mengurangi Erosi Tanah

Usaha ini berkaitan dengan usaha pengawetan tanah. Dua metode yang dilakukan dalam usaha pengawetan tanah adalah sebagai berikut.

- a. **Metode vegetatif**, yaitu metode pengawetan tanah dengan cara menanam vegetasi pada lahan yang dilestarikan. Cara-cara yang dilakukan dalam metode vegetatif, yaitu:
 - 1) **strip cropping**, yaitu penanaman berbaris tegak lurus terhadap arah aliran air atau arah angin;
 - 2) **contour strip cropping**, yaitu penanaman berbaris sejajar dengan garis kontur guna mengurangi dan menahan kecepatan aliran air, menahan partikel-partikel tanah yang terangkut oleh aliran permukaan;
 - 3) **bufering**, yaitu penanaman tanaman keras pada lahan yang mempunyai kemiringan;
 - 4) **windbreaks**, yaitu penanaman dengan tumbuhan secara permanen untuk melindungi tanah dari tiupan angin.
- b. **Metode mekanik**, yaitu metode untuk mengawetkan tanah melalui teknik-teknik pengolahan tanah yang dapat memperlambat aliran air. Cara-cara yang dilakukan dalam metode mekanik, yaitu:
 - 1) **contour village**, yaitu pengolahan tanah sejajar dengan garis kontur dan membentuk igir-igir kecil yang memperlambat aliran air dan memperbesar infiltrasi air;
 - 2) **terasering**, yaitu membuat teras-teras pada lahan yang miring guna memperpendek panjang lereng dan memperkecil kemiringan lereng sehingga dapat menahan aliran air di permukaan;
 - 3) pembuatan pematang (**guludan**) dan saluran-saluran air yang sejajar dengan kontur;
 - 4) pembuatan **chek dam**, yaitu membendung aliran air yang melalui parit-parit erosi sehingga material tanah yang terangkut tertahan dan terendapkan. Akhirnya, parit-parit erosi menjadi semakin dangkal.

Adapun beberapa usaha untuk meningkatkan kesuburan tanah, yaitu sebagai berikut.

- a. Pemupukan yang tepat dan terus-menerus, terutama dengan menggunakan pupuk alami.
- b. Membuat sistem irigasi yang baik.
- c. Mengelola tanah miring dengan cara yang tepat.
- d. **Penghijauan**, yaitu penanaman jenis tanaman tahunan pada lahan kritis maupun lahan potensial. Umumnya dilakukan pada lahan pertanian yang memiliki kemiringan lereng cukup besar. Jenis tanaman penghijauan yang dikembangkan di Indonesia, antara lain sebagai berikut:

- 1) **kemlandingan** atau **petai cina**, terutama ditanam di sepanjang guludan terasering dan di lereng teras ditanam **rumpuk gajah**;
- 2) **lamtoro gung**, yaitu jenis kemlandingan yang batang pohonnya besar;
- 3) **kaliandra hijau** atau **kaliandra merah**;
- 4) **jambu mete** dan jenis-jenis tanaman tahunan yang berbuah.

Daun tanaman kemlandingan, lamtoro gung, dan kaliandra biasanya digunakan pula untuk makanan ternak. Batang, cabang, dan rantingnya dimanfaatkan untuk kayu bakar.

- e. **Reboisasi hutan**, yaitu menghutankan kembali kawasan hutan heterogen maupun hutan homogen yang dibuka. Hutan heterogen yang diproduksi kayu dan plasmanutfahnya direboisasikan menjadi **hutan homogen**, yaitu hutan tanaman sejenis. Seperti pinus mercusi, rasamala, sonokeling, damar, bambu, dan jenis-jenis tanaman industri lainnya.

Dengan mereboisasikan hutan-hutan yang dibuka, maka kawasan tersebut akan tetap berfungsi sebagai pengatur tata air. Memanfaatkan hutan tanpa disertai usaha reboisasi, sama artinya dengan memperluas lahan kritis.

TUGAS 2

Perhatikan tabel berikut dan kerjakan soal-soalnya pada buku tulismu!

Tabel Luas Lahan Kritis di Indonesia pada Awal Tahun 1999/2000 (ha)

No.	Provinsi	(1)	(2)	(3)
1.	Nanggroe Aceh Darussalam	24.990	326.025	351.015
2.	Sumatera Utara	227.146	241.997	469.143
3.	Sumatera Barat	20.936	110.219	131.155
4.	Riau	77.961	256.907	334.868
5.	Jambi	172.046	544.101	716.147
6.	Sumatera Selatan	1.183.179	2.278.661	3.461.840

7.	Bengkulu	78.724	499.819	578.543
8.	Lampung	203.887	95.270	299.157
9.	DKI Jakarta	-	-	-
10.	Jawa Barat	5.966	362.828	368.794
11.	Jawa Tengah	11.102	349.725	360.827
12.	DI Yogyakarta	749	33.918	34.667
13.	Jawa Timur	349.168	953.211	1.302.379
14.	Bali	9.953	23.472	33.425
15.	Nusa Tenggara Barat	54.520	224.178	278.698
16.	Nusa Tenggara Timur	299.291	1.057.466	1.356.757
17.	Timor Timur	177.107	305.564	482.671
18.	Kalimantan Barat	1.254.724	1.811.004	3.065.728
19.	Kalimantan Tengah	50.652	1.708.181	1.758.833
20.	Kalimantan Selatan	353.781	221.602	575.383
21.	Kalimantan Timur	953.814	824.968	1.778.782
22.	Sulawesi Utara	79.594	155.498	235.092
23.	Sulawesi Tengah	260.070	153.151	413.221
24.	Sulawesi Selatan	581.297	451.505	1.032.802
25.	Sulawesi Tenggara	53.752	188.059	241.811
26.	Maluku	180.036	514.875	694.911
27.	Papua	1.649.309	1.719.594	3.368.903

Keterangan: (1) Dalam kawasan hutan
(2) Luar kawasan hutan
(3) Jumlah total

Sumber: Biro Pusat Statistik tahun 2002

1. Luas total lahan kritis seluruh Indonesia pada awal tahun 1999/2000 setelah dikurangi Timor Timur adalah ... ha, prosentase ...%
2. Provinsi yang luas total lahan kritisnya lebih dari 1.000.000 ha adalah (sebutkan secara berurutan dari yang terluas sampai tersempit)
 - a. Provinsi ... luasnya ... ha, prosentase ... %
 - b. Provinsi ... luasnya ... ha, prosentase ... %
 - c. Provinsi ... luasnya ... ha, prosentase ... %
 - d. Provinsi ... luasnya ... ha, prosentase ... %
 - e. Provinsi ... luasnya ... ha, prosentase ... %
 - f. Provinsi ... luasnya ... ha, prosentase ... %
 - g. Provinsi ... luasnya ... ha, prosentase ... %
 - h. Provinsi ... luasnya ... ha, prosentase ... %
3. Provinsi yang luas total lahan kritisnya kurang dari 60.000 ha adalah (sebutkan secara berurutan dari yang terluas sampai tersempit)
 - a. Provinsi ... luasnya ... ha, prosentase ... %
 - b. Provinsi ... luasnya ... ha, prosentase ... %

Kata Kunci

- Litosfer
- Pedosfer
- Batuan beku
- Batuan sedimen
- Batuan metamorf
- Dasar lautan
- Daratan
- Vulkanisme
- Gunung api
- Ekstrusi magma
- Intrusi magma
- Erupsi
- Gejala pascavulkanik
- Gempa bumi
- Diastrophisme
- Tektonisme
- Pelapukan
- Pengikisan
- Masswating
- Sedimentasi
- Lahan
- Lahan potensial
- Lahan kritis

RANGKUMAN

1. Bumi kita terdiri dari inti bumi (bagian tengah bumi), mantel, selubung bumi, kerak bumi atau paling atas (litosfer).
2. Batuan berdasar proses terjadinya dibagi 3, yaitu batuan baku, batuan sedimen, batuan metamorf.
3. Bentuk muka bumi di daratan, yaitu dataran rendah pantai, dan dataran tinggi yang meliputi pegunungan rendah, menengah, tinggi, gunung, lembah, ngarai (canyon), bukit, dan plato (plateau).
4. Vulkanisme adalah segala kegiatan magma dari dalam litosfer yang menyusup ke lapisan di atasnya sampai ke luar permukaan bumi melalui rekahan kerak bumi atau pipa kepundan (diatrema).
5. Magma adalah batuan cair pijar bertemperatur tinggi yang terbentuk dari berbagai mineral dan mengandung gas yang larut di dalamnya. Ada magma asam dan magma basa.
6. Intrusi magma menghasilkan bentukan-bentukan batolith, lakolith, sills, dikes, apofisa, dan batuan beku korok (sela).
7. Erupsi ada dua macam, yaitu erupsi eksplosif dan erupsi efusif.
8. Benda vulkanik cair terdiri dari lava, lahar panas, dan lahar dingin.
9. Benda vulkanik padat (eflata atau piroklastika), yaitu bom vulkanik, kerikil vulkanik, lapili, pasir vulkanik, abu vulkanik, skori (**scori**) dan batu apung.
10. Benda gas, terdiri atas gas asam arang (CO_2), gas belerang (H_2S), zat lemas (N_2) dan uap air (H_2O).

-
11. Erupsi dibedakan menjadi 3, yaitu erupsi sentral, erupsi linier, dan erupsi areal.
 12. Erupsi sentral menghasilkan 6 gunung api, yaitu gunung api strato, maar (embryo), perisai (tameng), kerucut piroklastika, kaldera, dan kubah lava.
 13. Tipe-tipe letusan gunung api, yaitu tipe Hawaii, Stromboli, Merapi, St. Vincent, Pelee, Vulcano, dan Perret.
 14. Gejala-gejala pascavulkanik, meliputi sumber gas (**exhalasi**) terdiri atas solfatar, fumarol, mofet, geothermal; sumber air terdiri atas sumber air panas, sumber air mineral, geyser; dan sumber bahan galian.
 15. Gempa bumi (seisme) adalah getaran-getaran permukaan bumi yang disebabkan oleh energi gerak dari dalam bumi yang melepaskan kekuatan-kekuatan dan mengakibatkan pergerakan-pergerakan dalam batuan.
 16. Ada 3 macam gelombang gempa, yaitu gelombang longitudinal (primer), transversal (sekunder), dan panjang (permukaan).
 17. Istilah dalam seismologi (ilmu gempa), yaitu hiposentrum, episentrum, fokus, makroseisma, pleistoseista, isoseista, homoseista, stasiun gempa, institut gempa, daerah registrasi, jarak episentral, gempa laut.
 18. Klasifikasi gempa berdasarkan kedalaman hiposentrum, meliputi gempa dangkal, gempa intermedier, dan gempa dalam.
 19. Klasifikasi gempa berdasarkan jarak episentralnya, meliputi gempa lokal, gempa jauh, dan gempa sangat jauh.
 20. Klasifikasi gempa berdasarkan penyebabnya, meliputi gempa runtuh (terban), vulkanik, dan tektonik.
 21. Klasifikasi gempa berdasarkan bentuk episentrumnya, yaitu gempa linier dan gempa sentral.
 22. Alat pencatat gempa, yaitu seismograf horizontal, seismograf vertikal.
 23. Skala gempa ada 5, yaitu Skala Derossiforel, Mercalli, Omori, Cancani, dan Richter.
 24. Tektonisme, disebabkan 2 macam, yaitu epirogenetik dan orogenetik.
 25. Bentuk akibat patahan, yaitu sesar turun dan sesar naik, sesar mendatar, graben (slenk), horst (pematang atau lurah sesar), fleksur dan step faulting.
 26. Tenaga eksogen, meliputi pelapukan, pengikisan, masswating, dan sedimentasi (pengendapan).
 27. Susunan lapisan tanah, vertikal dari bawah ke atas adalah sebagai berikut: batuan induk (**bed rock**), batuan lapuk (**regolith**), lapisan tanah bawah (**subsoil**), lapisan tanah atas (**top soil**), dan vegetasi (tumbuhan).
 28. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan lahan (tanah) adalah tekstur tanah, permeabilitas tanah, kedalaman, kemiringan lereng, keadaan erosi, dan drainase.
-

-
29. Jenis tanah di Indonesia, yaitu tanah podzolik merah kuning, vulkanis (tuf), aluvial, kapur, organosol, pasir, dan laterit.
 30. Berdasarkan kesuburannya, tanah dibedakan menjadi tanah muda, dewasa, tua dan sangat tua.
 31. Berdasarkan jumlah bahan organik dan air yang terkandung, tanah dibagi menjadi alfisols, aridisols, entisols, histosols, inceptisols, mollisols, oxisols, spodosols, ultisols, dan vertisols.
 32. Metode pengawetan tanah, yaitu metode vegetatif, meliputi cara **strip cropping**, **contour strip cropping**, **bufering**, **windbreaks**, dan metode mekanik, meliputi cara **contour village**, terasering, guludan, dan **chek dam**.
-

Evaluasi Akhir Bab

A. Tulis jawaban soal-soal berikut ini pada buku tulismu!

1. Yang dimaksud dengan kerak bumi adalah lapisan bumi paling atas
 - A. 10 - 40 km
 - B. 1.200 km
 - C. 1.700 km
 - D. 3.470 km
 - E. 6.370 km
2. Lapisan inti bumi yang padat tebalnya
 - A. 10 - 40 km
 - B. 1.200 km
 - C. 1.700 km
 - D. 3.470 km
 - E. 6.370 km
3. Berdasarkan proses terjadinya, batuan dibagi menjadi batuan
 - A. beku, sedimen, dan metamorf
 - B. dalam, koral, dan lelehan
 - C. beku, sedimen, dan korok
 - D. beku, lelehan, dan metamorf
 - E. sedimen, metamorf, dan korok
4. Batuan yang magmanya membeku di saluran magma disebut batuan
 - A. plutonis
 - B. beku dalam
 - C. beku korok
 - D. beku lelehan
 - E. beku luar

5. Batuan sedimen yang terdiri dari fragmen-fragmen yang bundar terikat satu sama lain, disebut
 - A. gamping
 - B. stalagmit
 - C. stalagtit
 - D. breksi
 - E. konglomerat

6. Magma yang telah meleleh di permukaan bumi disebut
 - A. lava
 - B. magma
 - C. lahar panas
 - D. lahar dingin
 - E. lahar hujan

7. Lelehan lumpur panas yang terjadi dari magma bercampur air dari danau kepundan yang mendidih akibat suhu naik pada waktu erupsi disebut
 - A. lava
 - B. magma
 - C. lahar panas
 - D. lahar dingin
 - E. lahar hujan

8. Aliran lumpur yang terjadi dari efflata yang telah mendingin setelah letusan, dihanyutkan aliran air hujan di lereng gunung disebut. . . .
 - A. lava
 - B. magma
 - C. lahar panas
 - D. lahar dingin
 - E. magma basa

9. Benda padat yang dikeluarkan dari gunung api pada waktu erupsi, disebut
 - A. lava
 - B. eflata
 - C. magma
 - D. lahar dingin
 - E. batu-batuan

10. Batu-batu besar sampai sebesar kepalan tangan yang dikeluarkan gunung pada waktu letusan di sebut
 - A. lapilli
 - B. eflata
 - C. bom vulkanik
 - D. kerikil vulkanik
 - E. batu apung

11. Penghancuran massa batuan, sedangkan batuan yang telah hancur tetap mempunyai susunan kimia seperti semula, tidak mengalami perubahan, hanya butirannya saja yang mengecil, disebut
 - A. pelapukan mekanik
 - B. pelapukan kimiawi
 - C. pelapukan biologi
 - D. pengikisan
 - E. masswating

19. Penanaman berlajur tegak lurus terhadap arah aliran air atau arah angin adalah. . . .
- A. strip cropping
 - B. contour strip cropping
 - C. bufering
 - D. windbreaks
 - E. contour village
20. Penanaman berlajur sejajar dengan garis kontur, disebut
- A. bufering
 - B. windbreaks
 - C. strip cropping
 - D. contour village
 - E. contour strip cropping
21. Penanaman tanaman keras pada lahan yang mempunyai kemiringan adalah
- A. bufering
 - B. windbreaks
 - C. strip cropping
 - D. contour village
 - E. contour strip cropping
22. Penanaman dengan tumbuhan secara permanen untuk melindungi tanah dari tiupan angin disebut
- A. bufering
 - B. windbreaks
 - C. strip cropping
 - D. contour village
 - E. contour strip cropping
23. Metode pengawetan tanah melalui teknik-teknik pengolahan tanah yang dapat memperlambat aliran air, disebut metode
- A. terasering
 - B. penghijauan
 - C. reboisasi
 - D. mekanik
 - E. vegetatif

24. Pengolahan tanah sejajar dengan garis kontur dan membentuk igir-igir kecil yang memperlambat aliran air dan memperbesar infiltrasi air, disebut
- A. bufering
 - B. windbreaks
 - C. strip cropping
 - D. contour village
 - E. contour strip cropping
25. Jenis tanaman penghijauan yang dikembangkan di Indonesia adalah
- A. lamtoro gung, kaliandra, akasia, dan jambu mete
 - B. kemlandingan, kaliandra, akasia, dan jambu mete
 - C. kemlandingan, lamtoro gung, akasia, dan jambu mete
 - D. kemlandingan, lamtoro gung, kaliandra, dan akasia
 - E. kemladingan, lamtoro gung, kaliandra, dan jambu mete

B. Jawab soal-soal berikut ini dengan singkat dan jelas pada buku tulismu!

1. Sebutkan 3 jenis batuan berdasarkan proses terjadinya!
2. Jelaskan secara singkat istilah-istilah berikut ini:
 - a. dataran rendah pantai
 - b. gunung
 - c. plato
3. Sebutkan 7 tipe letusan gunung api!
4. Sebutkan tiga contoh kaldera yang ada di Indonesia!
5. Jelaskan istilah-istilah yang digunakan dalam ilmu gempa bumi berikut ini:
 - a. hiposentrum
 - b. episentrum
 - c. seismogram
6. Jelaskan istilah-istilah berikut ini:
 - a. doline
 - b. uvala
 - c. ponor
 - d. gua dalam tanah
 - e. stalaktit
 - f. stalagmit
 - g. kubah kapur

7. Sebutkan lima erosi air berdasarkan bentuk atau tipe erosinya!
8. Apa yang dimaksud dengan masswasting?
9. Jelaskan mengenai **land hemisphere** dan **water hemisphere**!
10. Jelaskan apa yang dimaksud dengan lahan potensial dan lahan kritis!
11. Jelaskan arti pedosfer dan sebutkan 5 lapisan tanah dari atas ke bawah!
12. Sebutkan 4 jenis tanah berdasarkan kesuburannya!
13. Sebutkan 5 akibat erosi dan kerusakan tanah terhadap kehidupan!
14. Jelaskan metode vegetatif pengawetan tanah!
15. Sebutkan 5 usaha untuk meningkatkan kesuburan tanah!

Bab IV

Atmosfer



Sumber: Album Photo 2006

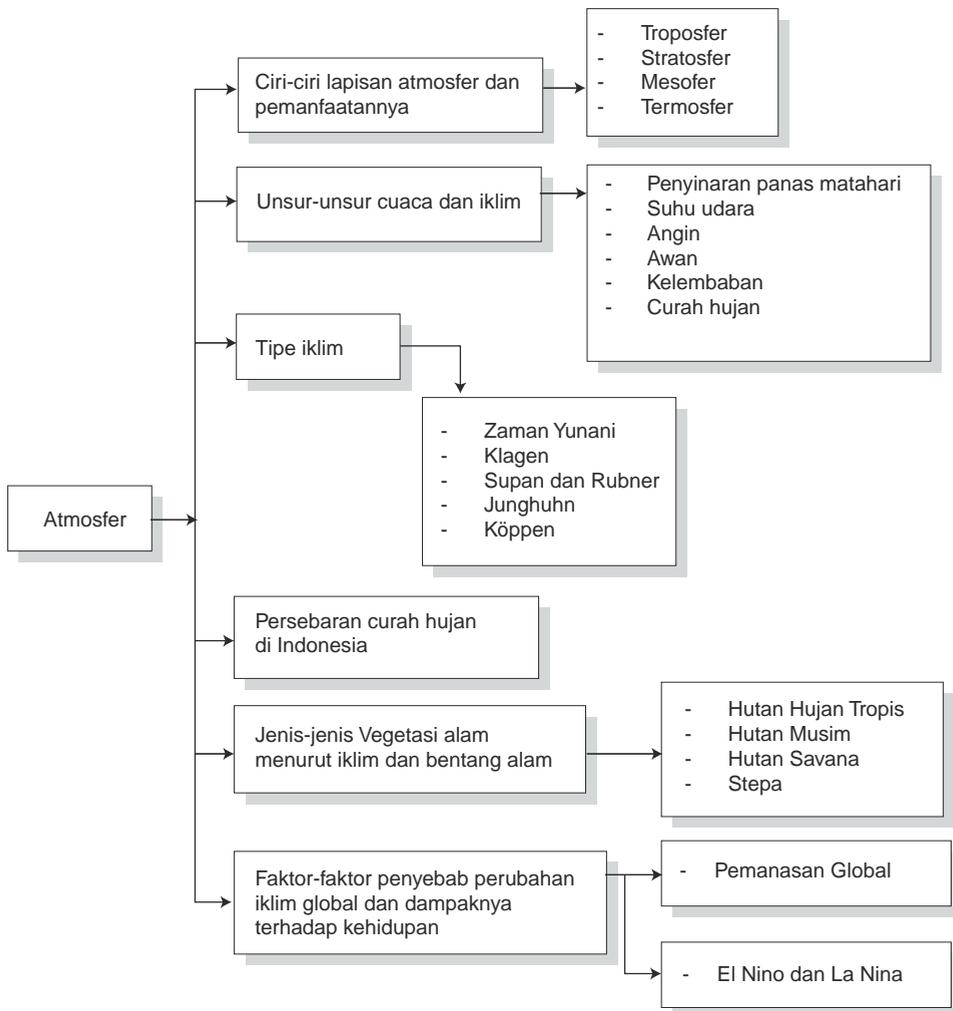
Aurora merupakan salah satu fenomena atmosfer

TUJUAN PEMBELAJARAN

Siswa dapat:

1. menjelaskan kembali proses-proses yang terjadi di dalam atmosfer;
2. menyimpulkan dampak proses-proses yang terjadi di dalam atmosfer terhadap kehidupan di muka bumi.

PETA KONSEP



Ciri-ciri dan unsur-unsur fisik geografis yang dipelajari dalam geografi fisis meliputi atmosfer, litosfer, hidrosfer, dan biosfer. Bahasan yang akan diuraikan berikut ini adalah mengenai atmosfer, karena sangat erat kaitannya dengan cuaca dan iklim. Cuaca dan iklim adalah gejala-gejala udara di lapisan-lapisan atmosfer yang langsung berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup di permukaan bumi.

A. Ciri-Ciri Lapisan Atmosfer dan Pemanfaatannya

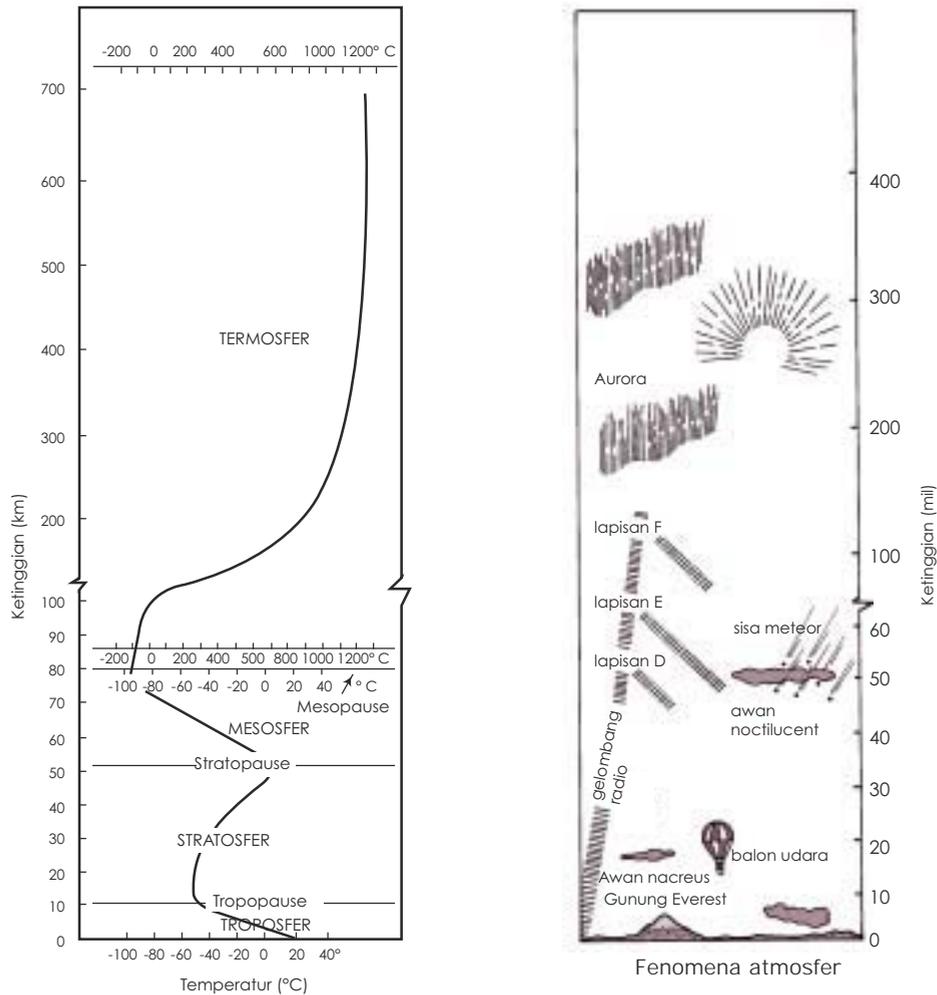
Atmosfer berasal dari kata **atmos** yang berarti uap atau gas dan **sphaira** atau **sphere** yang berarti bola atau lingkungan. Jadi, **atmosfer** ialah massa udara yang menyelimuti bulatan bumi. Atmosfer ini penting untuk melindungi bumi dari pemanasan dan pendinginan yang berlebihan, dari meteor-meteor, dan sebagainya. Dalam mempelajari atmosfer ada dua ilmu pengetahuan yang perlu dipahami, yaitu klimatologi dan meteorologi. **Klimatologi** adalah ilmu yang mempelajari tentang karakteristik dari kondisi atmosfer (Strahler,1983). **Meteorologi** adalah ilmu yang mempelajari tentang hukum-hukum dan prinsip-prinsip yang terjadi pada fenomena atmosfer pada suatu saat tertentu (Miller,1983).

Perbedaan antara klimatologi dan meteorologi adalah klimatologi mempelajari persebaran dari keadaan atau kondisi atmosfer, sebagai contoh persebaran hujan di Jawa, frekuensi terjadinya banjir dan kekeringan, baik tahunan bulanan, atau waktu tertentu. Sebaliknya, meteorologi menekankan pada proses yang berlangsung pada atmosfer, terutama sampai beberapa ratus meter di atas permukaan tanah (batas tropopause).

Pertukaran-pertukaran informasi tentang cuaca dan iklim sekarang dikoordinasi oleh WMO (**World Meteorological Organization**). Yaitu, suatu badan khusus milik PBB yang berkedudukan di Jenewa, Swiss, berdiri tahun 1951. WMO merupakan perkembangan dari IMO (**International Meteorological Organization**) yang didirikan tahun 1878.

Di Indonesia, persebaran informasi cuaca dan iklim ditangani oleh BMG (Badan Meteorologi dan Geofisika) yang dahulunya bernama Lembaga Meteorologi dan Geofisika. Dalam melaksanakan tugasnya, BMG yang berkedudukan di Jakarta bekerja sama dengan beberapa badan, baik swasta maupun pemerintah.

Massa udara di ruang atmosfer bumi menurut perbedaan suhunya langsung atau tidak langsung berpengaruh terhadap gejala cuaca dan iklim. Massa udara terdiri atas empat lapisan utama, yaitu troposfer, stratosfer, mesosfer, dan termosfer.



Sumber: Makalah Atmosfer dan Gejala-gejalanya

Gambar 4.1 Distribusi vertikal dari unsur-unsur atmosfer dan fenomenanya (Miller). (Diubah menjadi dua kolom oleh penulis)

Atmosfer terdiri dari gas-gas atau zat-zat yang makin tinggi, makin renggang. Unsur utama yang dominan adalah nitrogen (N_2) sebanyak 78%, oksigen (O_2) 22%, argon (Ar) 1%, dan karbon dioksida (CO_2) 0,03%.

Nitrogen (N_2) dalam atmosfer merupakan unsur yang tidak mudah bergabung dengan unsur lain, sehingga hanya sedikit yang dapat dimanfaatkan oleh tanah dan tumbuh-tumbuhan. Sementara itu, oksigen (O_2) merupakan unsur yang aktif dan mudah bersenyawa dengan unsur lain. Hal ini dapat dilihat dalam proses pelapukan, oksidasi pada tanah, dan dimanfaatkan untuk bernapas oleh makhluk hidup.

Argon merupakan unsur yang tidak begitu penting dalam proses alam. Karbon dioksida (CO_2) meskipun sedikit merupakan unsur yang sangat penting karena dapat menyerap panas matahari yang berguna bagi tumbuh-tumbuhan dalam proses fotosintesis, yaitu mengubah zat hara menjadi karbohidrat.

Menurut Humphrey, komposisi macam-macam zat yang dihubungkan dengan ketinggian lapisan udara dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.1 Hubungan antara Ketinggian Lapisan Udara dengan Komposisi Macam-Macam Zat Menurut Humphrey (%)

Zat \ Tinggi (km)	15	20	40	100
Nitrogen (N_2)/ zat lemas	79,5	81,2	86,5	3,0
Oksigen (O_2)/ zat pembakar	19,7	18,3	12,6	0
Argon (Ar)	0,8	0,5	0,2	0
Hydrogen (H_2)/zat air	0	0	0,7	97,0
Jumlah	100,0	100,0	100,0	100,0

Sumber: Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa (1994)(data diubah sedikit oleh penulis).

Selain itu, di dalam atmosfer masih terdapat zat lain dalam jumlah kecil, yaitu neon (Ne), helium (He), krypton (Kr), xenon (Xe), metana (CH_4), Dinitrogen oksida (N_2O), radon (Rn), uap air (H_2O), ozon (O_3), sulfur dioksida (SO_2), nitrogen dioksida (NO_2), amonia (NH_3), dan karbon monoksida (CO).

1. Troposfer (*Troposphere*)

Troposfer adalah lapisan atmosfer yang paling bawah. Ketinggian troposfer tidak sama, yaitu sebagai berikut.

- di daerah kutub tingginya 8 km dpl (di atas permukaan laut);
- di daerah khatulistiwa, tingginya 16 km dpl;
- tinggi rata-rata lebih kurang 12 km dpl.

Masa udara di lapisan ini paling rapat. Kandungan zat dan gas paling kompleks. Lebih kurang 80% dari kandungan zat dan gas seluruhnya terdapat di lapisan troposfer (lihat gambar 4.1).

Karakteristik suhu di lapisan ini, makin tinggi massa udara yang naik suhu udaranya semakin rendah. Sampai zona suhu terendah, batas troposfer dengan stratosfer mencapai -62°C (lihat gambar 4.1). Lapisan massa udara terdingin inilah yang disebut **zona tropopause**. Sebaliknya, gerak massa udara turun setiap 100 meter, suhu naik rata-rata 1°C . Berdasarkan karakteristik suhu udara itulah, troposfer menjadi ruang tempat terbentuknya proses cuaca atau iklim yang langsung berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup di permukaan bumi. Proses-proses cuaca, seperti hujan, angin, awan, dan sebagainya terjadi pada lapisan ini.

2. Stratosfer (*Stratosphere*)

Lapisan stratosfer antara 15 - 55 km dari muka laut. Massa udara di lapisan ini tidak serapat massa udara di lapisan troposfer. Di lapisan bagian atas, yaitu di sekitar batas stratosfer dengan mesosfer (zona stratopause) merupakan konsentrasi gas ozon (O_3) paling besar. Konsentrasi gas ozon di lapisan ini berfungsi sebagai pelindung bumi karena unsur-unsur radiasi matahari, seperti sinar gamma, sinar X, ultraviolet, dan inframerah dinetralkan oleh O_3 . Oleh karena itu, unsur-unsur radiasi matahari sampai ke permukaan bumi tidak membahayakan kehidupan makhluk hidup.

Suhu udara dari tropopause sampai stratopause meningkat dari $-62^\circ C$ hingga mencapai $0^\circ C$. Akan tetapi, dari stratopause terus menurun sampai $-100^\circ C$ di zona mesosfer.

3. Mesosfer (*Mesosphere*)

Lapisan mesosfer antara 55 - 75 km. Suhu udara di lapisan ini menurun tajam hingga mencapai $-100^\circ C$. Batu-batu meteorit yang bergerak berasal dari eksosfer menembus atmosfer (akibat gravitasi bumi). Di lapisan mesosfer, batu meteorit dihimpit oleh massa udara yang dingin. Akibatnya, terbakar dan hancur sebelum menyentuh muka bumi. Jadi, mesosfer berfungsi sebagai pelindung bumi dari benturan-benturan batuan meteorit.

4. Termosfer (*Thermosphere*)

Lapisan termosfer dari 75 km sampai ketinggian yang belum diketahui. Lapisan bawah termosfer ini disebut **ionosfer**. Lapisan ionosfer ini antara 75 - 375 km dan merupakan ruang tempat **proses ionisasi** atau pembentukan ion yang bermuatan listrik positif. Akibatnya, suhu di lapisan ini tinggi. Pada ketinggian 375 km, suhunya naik sampai $1.010^\circ C$ dan pada ketinggian 480 km suhunya mencapai $1.200^\circ C$. Di lapisan ini, aurora (cahaya kutub) terlihat bergemerlapan.

Ionisasi adalah suatu proses penyerapan radiasi matahari oleh oksigen dan nitrogen menjadi atom-atom ion. Konsentrasi gas ion di ruang termosfer membentuk lapisan-lapisan yang dapat memantulkan gelombang radio (**radio waves**) dari bumi. Lapisan ini terdiri dari lapisan D, E, dan F. Jenis gelombang radio yang dipancarkan oleh pemancar radio adalah sebagai berikut:

- a. gelombang panjang (panjang gelombang 20.000 - 1.001 m);
- b. gelombang menengah (panjang gelombang 1.000 - 201 m);
- c. gelombang pendek (panjang gelombang 200 - 100 m), terbagi lagi atas gelombang pendek 200 - 51 m dan gelombang pendek 50 - 10 m.

Gelombang panjang, pada siang hari dipantulkan antara lapisan D dan permukaan bumi. Ketinggian lapisan D rata-rata 90 km. Malam hari lapisan D menghilang. Pantulan terjadi antara lapisan E dengan permukaan bumi, tetapi lemah, tidak teratur, dan hanya setempat.

Gelombang menengah, dipantulkan oleh lapisan D atau E. Ketinggian lapisan E antara 90 - 130 km. Gelombang pendek antara 200 - 50 m dapat dipantulkan oleh lapisan F_1 , sedangkan gelombang pendek antara 50 - 10 m dipantulkan oleh lapisan F_2 . Tinggi lapisan F lebih dari 130 km.

B. Unsur-Unsur Cuaca dan Iklim (Penyinaran, Suhu, Angin, Awan, Kelembapan, Curah Hujan)

1. Pengertian Cuaca dan Iklim

Cuaca adalah keadaan udara di suatu tempat pada waktu-waktu tertentu (jangka waktu yang pendek). Dari pengertian itu menunjukkan, bahwa cuaca sifatnya berubah-ubah di suatu tempat pada waktu-waktu yang berbeda. Misalnya, cuaca pada pukul 06.00 di Jakarta berbeda dengan cuaca pukul 13.00 di sana.

Suhu udara pada pukul 13.00 di Jakarta lebih tinggi (lebih panas) daripada pukul 13.00 di daerah Puncak. Cobalah perhatikan dan amati keadaan cuaca di tempat tinggalmu dan daerah sekitar tempat tinggalmu pada waktu-waktu tertentu (dalam jangka waktu yang pendek atau jam-jam tertentu akan berubah).

Iklim adalah keadaan rata-rata dari cuaca di wilayah yang sangat luas dalam jangka waktu yang panjang. Untuk menentukan keadaan iklim di suatu wilayah, biasanya dengan merata-ratakan cuaca selama 30 tahun.

2. Unsur-Unsur Cuaca

Unsur-unsur cuaca meliputi penyinaran panas matahari, suhu udara, tekanan udara, dan kelembapan udara. Keempat unsur cuaca tersebut membentuk kerja gabungan. Satu dengan yang lainnya saling berkait, saling mempengaruhi, dan saling ketergantungan.

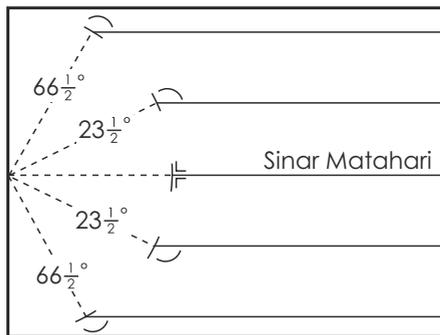
a. Penyinaran Panas Matahari (Radiasi Matahari)

Penyinaran matahari merupakan energi panas yang menimbulkan perubahan suhu, tekanan, dan kelembapan udara di muka bumi.

Bentuk muka bumi yang melengkung atau membulat menyebabkan hal-hal sebagai berikut.

- 1) Kemiringan sinar matahari yang menyentuh permukaan bumi tidak sama.
 - 2) Sinar matahari pada lintang 0° membentuk sudut 90° atau tegak lurus.
 - 3) Sinar matahari pada lintang $23\frac{1}{2}^\circ$ miring.
 - 4) Sinar matahari pada lintang $66\frac{1}{2}^\circ$ lebih miring lagi
 - 5) Sinar matahari pada lintang 90° (di kutub bumi) sejajar dengan horizon.
- Amati gambar berikut ini!

KU



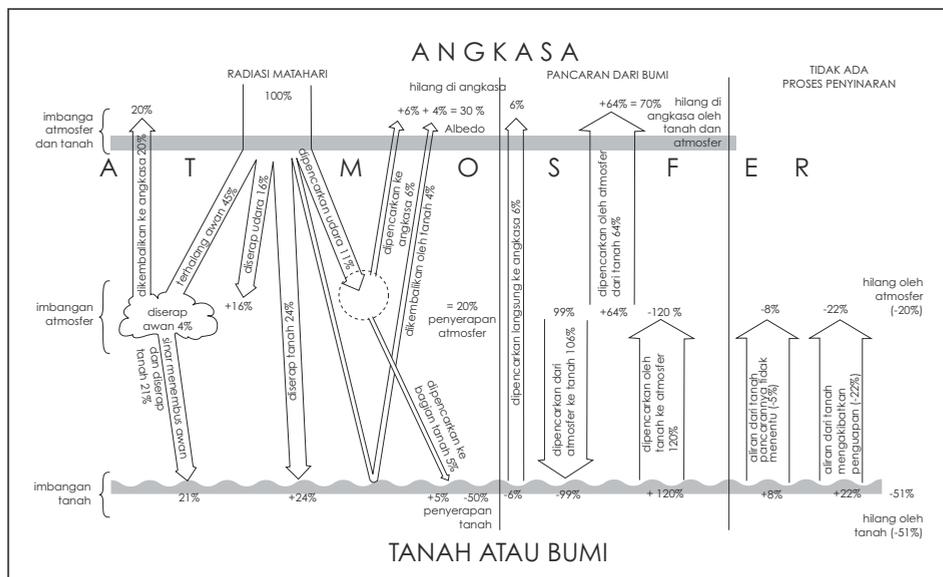
Sumber: Makalah Atmosfer

KS

Gambar 4.2 Kemiringan sinar matahari terhadap bumi

Kesimpulan gambar:

- a) Tempat-tempat di muka bumi yang makin jauh dari khatulistiwa (0°), suhu udaranya makin rendah karena partikel-partikel panas matahari yang menyentuh muka bumi makin miring.
- b) Suhu udara rata-rata di daerah kutub paling rendah karena sejajar dengan horizon sinar matahari.
- c) Perbedaan suhu di muka bumi menyebabkan kelembapan dan tekanan udara yang berbeda. Keadaan tersebut menjadi penyebab terbentuknya gejala-gejala cuaca.



Sumber: Makalah Atmosfer

Gambar 4.3 Imbalan energi di permukaan bumi (Miller, 1983)

Kemampuan atmosfer untuk meluluskan sebagian besar insolasi dan menghalangi pelepasan radiasi dari bumi disebut **efek rumah kaca (green house effect)**. Imbangan panas atau radiasi pada permukaan bumi dapat dilihat pada gambar 4.3. Secara umum dapat dikatakan terjadi imbangan antara energi yang masuk dan keluar. Meskipun demikian, imbangan tersebut tidak sama antara tempat yang satu dengan tempat yang lainnya. Hal tersebut disebabkan adanya rotasi bumi, kondisi fisik permukaan bumi, dan persebaran awannya. Pengukuran radiasi matahari dilakukan pada intensitas (kekuatan) dan lamanya penyinaran dalam satu hari.

Intensitas penyinaran, dinyatakan dalam jumlah energi matahari yang diterima per satuan luas (1 cm^2) per satuan waktu (menit) atau gram kalori per cm^2 per menit. **Lamanya penyinaran** adalah perbandingan antara jumlah jam penyinaran matahari penuh dalam sehari dengan jumlah penyinaran matahari maksimum dalam satu hari untuk tempat yang bersangkutan dikali 100%.

Rumusnya :

$$I_p = \frac{n}{N} \times 100\%$$

I_p = Lamanya penyinaran

n = Jumlah jam penyinaran matahari penuh dalam satu hari

N = Jumlah jam penyinaran matahari penuh maksimum.

Lama matahari bersinar penuh dalam satu hari dihitung dari jam 8.00 - 16.00 dan dinyatakan dalam persen. Alat-alat pengukur intensitas penyinaran adalah solarimeter, pyrheliometer, dan pyrliograph (actionograph).

b. Suhu Udara (Temperatur Udara)

Dalam pembicaraan sehari-hari, temperatur (suhu) digunakan untuk pernyataan dingin, panas atau hangat. Di dalam kamus Webster, **temperatur** adalah ukuran relatif tentang panas dan dinginnya suatu benda. Kata relatif menunjukkan kebutuhan akan skala yang diperlukan untuk menyatakan temperatur. Kata panas dan dinginnya suatu benda sulit untuk didefinisikan. Temperatur merupakan ukuran intensitas panas, bukan kuantitas (jumlah). Temperatur diukur dengan **thermometer**.

Fluktuasi (turun naik) temperatur harian tergantung dari radiasi matahari yang diterima dan yang dilepaskan oleh bumi. **Fluktuasi temperatur tahunan berubah-ubah** dari tempat yang satu ke tempat yang lain. Hal tersebut tergantung dari garis lintang bumi. Di khatulistiwa, fluktuasinya kecil. Semakin jauh dari khatulistiwa, fluktuasi makin besar.

Agihan temperatur mendatar, ditunjukkan dengan perbedaan antara satu tempat dengan tempat yang lain. Di dalam peta agihan temperatur, biasanya

ditunjukkan dengan **isoterm**, yaitu suatu garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat dengan temperatur sama.

Agihan temperatur vertikal, digambarkan dengan terjadinya penurunan temperatur akibat makin tingginya tempat sampai pada tropopause. Rata-rata penurunan temperatur dalam hubungannya dengan ketinggian tempat adalah antara $0,6^{\circ}$ - 1° C tiap pertambahan tinggi 180 m.

Suhu (temperatur) diukur dengan thermometer. Biasanya digunakan thermometer maksimum dan minimum. Pengukuran dilakukan setiap hari selama 24 jam. Temperatur udara rata-rata harian dalam sebulan dijadikan temperatur maksimum dan minimum bulanan.

c. Tekanan Udara

Tekanan udara adalah tekanan yang diberikan oleh udara karena beratnya kepada setiap bidang datar pada permukaan bumi seluas 1 cm^2 sampai batas atmosfer. Makin tinggi tempat, makin rendah tekanan udaranya karena kerapatan udaranya makin kecil. Pada lapisan bawah atmosfer, kecepatan penurunan tekanan udara adalah 1 mm Hg setiap naik 11 m.

Satuan ukuran tekanan udara adalah milibar (mb). $1 \text{ mb} = \frac{3}{4} \text{ mm air raksa}$ (Hg) atau $1013 \text{ mb} = 76 \text{ cm air raksa} = 1 \text{ atmosfer}$ ($760 \text{ mm Hg} = 1.013 \text{ mb}$).

Faktor-faktor yang mempengaruhi sebaran tekanan udara adalah sebagai berikut.

1) ()

Letak garis lintang yang berbeda akan menyebabkan temperatur dan tekanan udara yang berbeda pula.

- a) Pada garis lintang sepanjang daerah khatulistiwa (0° - 23° LU/LS) mempunyai temperatur tinggi dan tekanan yang rendah (dol drum).
- b) Pada lintang antara 25° LU/LS - 35° LU/LS, terdapat lingkaran bertekanan tinggi.
- c) Di tengah antara 60° LU/LS - 70° LU/LS terdapat lingkaran tekanan rendah (subpolar).
- d) Pada lintang kutub (**cold pole latitude**) merupakan daerah yang terus-menerus bertekanan tinggi (antara 70° LU/LS - 90° LU/LS).

2)

- a) Pada musim dingin, daratan relatif lebih dingin dan mempunyai tendensi di daratan membentuk pusat tekanan tinggi, sedangkan di laut bertekanan rendah.
- b) Pada musim panas, daratan lebih panas dari lautan sehingga yang di daratan merupakan pusat tekanan rendah, sedangkan di laut bertekanan tinggi.



Gambar 4.4 Barometer

d. Kelembapan Udara (Basah Udara)

Kelembapan udara adalah banyaknya uap air yang terdapat di dalam udara. Jumlahnya kecil, yaitu 2% dari jumlah massa di atmosfer. Meskipun demikian, uap air tersebut sangat penting bagi cuaca dan iklim, karena:

- 1) besarnya uap air dalam udara dapat menentukan terjadinya presipitasi (hujan);
- 2) uap air dapat menyerap radiasi bumi sehingga dapat menentukan cepatnya kehilangan panas dari bumi dan ikut mengatur temperatur;
- 3) makin besar jumlah uap air dalam udara memungkinkan terjadinya hujan angin (**storm**).

Berikut ini adalah hal-hal yang berkaitan dengan kelembapan udara.

1)

Kapasitas udara adalah jumlah uap air maksimum yang dapat dikandung oleh udara pada suatu temperatur. Kapasitas udara tergantung dari suhu (temperatur). Semakin tinggi temperatur maka makin renggang udaranya dan makin banyak uap air yang dikandungnya. Makin rendah suhunya, makin sedikit uap air yang dapat dikandungnya. Kapasitas udara dapat dicapai, bila udaranya jenuh dengan uap air.

2)

Kejenuhan udara dapat terjadi karena hal-hal sebagai berikut:

- a) bertambahnya uap air di udara melalui penguapan dari suatu sumber bila temperatur atau kapasitas udara tetap;

Perubahan tekanan udara harian yang terjadi menunjukkan adanya dua kali tekanan maksimum dan dua kali minimum selama sehari semalam. Tekanan maksimum pertama terjadi pada pukul 10.00 dan yang kedua pukul 22.00. Tekanan minimum terjadi pada pukul 04.00 dan pukul 16.00. Hal tersebut dipengaruhi oleh adanya radiasi matahari.

Alat pengukur tekanan udara adalah **barometer**. Macam-macam barometer adalah barometer air raksa, barometer aneroid, barograf, dan barometer hampa udara.

- b) jika temperatur turun, berarti kapasitas udara turun. Apabila temperatur turun terus maka kapasitas udara akan sama dengan jumlah uap air yang ada dalam udara. Proses inilah yang umum terjadi di alam.

3)

Jika udara yang tidak jenuh diturunkan temperaturnya maka kapasitas udaranya akan turun dan bila udaranya jenuh (banyak uap) maka akan mencapai titik embun (**dew point**). Bila penurunannya sampai di bawah temperatur 0° C, maka akan terjadi kristal-kristal es.

4)

Kandungan uap air dalam atmosfer dapat dinyatakan dengan beberapa cara sebagai berikut.

- Tekanan uap adalah bagian dari tekanan atmosfer yang disebabkan oleh uap air dan dinyatakan dalam atm (atmosfer), mb (milibar), atau cm/mm Hg.
- Kelembapan spesifik berarti uap air per satuan berat udara (termasuk uapnya), dinyatakan dalam gram air per kilogram udara.
- Kelembapan absolut atau mutlak adalah jumlah uap air dalam udara pada suatu tempat tertentu. Dinyatakan dengan jumlah gram uap air dalam tiap-tiap 1 m³ udara.
- Kelembapan relatif atau nisbi adalah perbandingan jumlah uap air dalam udara (kelembapan absolut) dengan jumlah uap air maksimum yang dapat dikandung udara itu dalam suhu yang sama (%).

Contoh:

Dalam 1 m³ udara dengan suhu 24° C terdapat 15 gram uap air. Dalam 1 m³ udara yang bersuhu 24° C itu paling banyak mengandung uap air sebanyak 20 gram. Jadi, kelembapan atau basah relatif udara itu adalah:

$$= \frac{15}{20} \times 100 \% = 75\%$$

Udara dinyatakan jenuh, jika basah relatifnya 100%. Udara dapat jenuh jika udara itu didinginkan.

5)

Variasi tahunan kelembapan spesifik adalah kelembapan tertinggi pada musim panas dan kelembapan terendah pada musim dingin. Di daerah beriklim sedang, pada waktu musim panas kelembapan spesifik dapat lebih besar 3 - 6 kali dalam musim dingin. Di daerah yang bermusim hujan dan kemarau akan terjadi pada waktu musim hujan dengan kelembapan spesifik yang besar, sedangkan pada musim kemarau kelembapan spesifiknya kecil.

Variasi harian kelembapan relatif, pada umumnya berlawanan dengan temperatur. Kelembapan relatif maksimum, yaitu menjelang pagi, sedangkan kelembapan relatif minimum pada waktu sore hari.

Variasi tahunan kelembapan relatif bervariasi menurut garis lintang. Pada daerah bergaris lintang kecil (30° LU - 30° LS) kelembapan relatifnya besar pada waktu musim panas, sedangkan pada musim dingin kelembapan relatifnya kecil. Pada daerah bergaris lintang besar (lebih dari 30° LU/LS) kelembapan relatifnya pada musim panas kecil, sedangkan pada musim dingin kelembapan relatifnya besar (**Atmosfer dan Gejala-Gejalanya**. Darmakusuma Darmanto. UGM. 1991).

6) -

Alat pengukur kelembapan udara adalah **hygrometer** atau **psychometer**. Yang diukur dari kelembapan udara itu adalah kelembapan nisbi yang dinyatakan dalam persen dan suhu dari thermometer kering dan thermometer basah (ujung thermometer dibasahi).

3. Gejala-Gejala Cuaca

Kerja sama antara unsur-unsur cuaca menghasilkan gejala-gejala cuaca. Gejala-gejala cuaca meliputi gerakan udara (angin), awan, hujan, dan gejala-gejala optik (guruh, guntur, kilat, dan pelangi).

a. Pergerakan Udara (Angin)

1)

Angin adalah pergerakan udara dari daerah bertekanan udara tinggi atau maksimum (+) menuju daerah bertekanan rendah atau minimum (-). Angin diberi nama berdasarkan arah darimana angin itu bertiup. Menurut hukum Buys - Ballot bahwa:

- a) angin bertiup dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah;
- b) di sebelah utara khatulistiwa (di Belahan Bumi Utara), arah angin membelok ke kanan dan di sebelah selatan khatulistiwa (di Belahan Bumi Selatan), angin membelok ke kiri.

Penyimpangan ini disebabkan karena perputaran bumi pada porosnya (rotasi bumi). Kekuatan penyimpangan ini disebut **Gaya Coriolis**. Gaya Coriolis ini juga berlaku bagi aliran massa air. Gaya Coriolis adalah gaya rotasi bumi yang membelokkan gerakan udara (angin) maupun aliran massa air dari arah yang lurus.

2)

Pengertian di atas menunjukkan bahwa syarat terjadinya angin adalah adanya dua tempat yang tekanan udaranya berbeda.

- a) Daerah yang bertekanan udara tinggi ialah daerah yang kelembapan udaranya tinggi. Daerah bertekanan udara maksimum (+) hanya terdapat di daerah yang suhu udaranya lebih rendah. Karena suhu rendah, udara menjadi lembab dan berat maka tekanannya menjadi tinggi.
- b) Daerah yang bertekanan udara rendah, kelembapannya rendah akibat suhu udaranya tinggi. Di daerah yang bersuhu tinggi, partikel-partikel udaranya kering, ringan, dan mudah mengembang ke angkasa sehingga tekanannya rendah.
- c) Perbedaan suhu kelembapan dan tekanan di dua tempat tersebut menyebabkan terjadinya angin atau pergerakan udara.

3)

Macam-macam angin dapat dibedakan menurut arah gerakannya dan menurut tempat terjadinya angin itu. Angin menurut arah gerakannya, meliputi:

- a) **gerakan udara konveksi**, yaitu gerakan udara arah vertikal;
- b) **gerakan udara adveksi**, yaitu gerakan udara mendatar atau hampir mendatar (horizontal);
- c) **gerakan udara turbulensi**, yaitu gerakan udara dengan arah tidak menentu. Kalau gerak udara turbulensi vertikal maka terjadilah pergolakan siklus-siklus pendek.

Semua gerakan udara kalau arahnya semakin tinggi akan mengalami proses adiabatik basah dan kalau gerak massa udara itu turun akan mengalami proses adiabatik kering. Jadi, **proses adiabatik basah** adalah proses gerakan udara naik maka temperaturnya akan turun. Sebaliknya, **proses adiabatik kering** adalah proses gerakan udara turun maka temperaturnya akan naik.

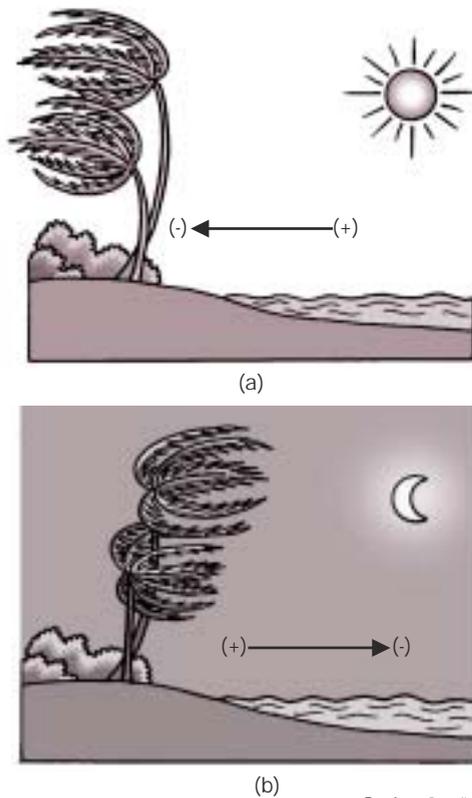
Gerak massa udara dari nol meter sampai ketinggian 1.000 meter dpl, suhu akan turun rata-rata 1°C setiap naik 100 meter. Lebih dari 1.000 meter suhu akan turun rata-rata $0,6^{\circ}\text{C}$ setiap naik 100 meter. Jika massa udara turun, suhu naik rata-rata 1°C setiap turun 100 meter.

Adapun macam angin menurut tempat terjadinya (angin lokal) adalah sebagai berikut.

a) **Angin Laut dan Angin Darat**

Angin ini merupakan angin lokal yang sehari-hari terjadi di daerah pantai. Kita ketahui bahwa daratan lebih cepat menerima dan melepaskan panas dibandingkan permukaan laut. Hal tersebut disebabkan daratan terjadi dari zat padat yang mudah panas karena molekul batuan diam. Berbeda dengan molekul air yang selalu bergerak.

Demikian pula permukaan darat yang warnanya tidak cerah akan mudah menyerap panas. Berbeda dengan permukaan laut yang mengkilat akan lebih mudah memantulkan sinar matahari. Adanya perbedaan penerimaan panas tersebut mengakibatkan perbedaan suhu antara daratan dan air (laut), lalu mengakibatkan perbedaan tekanan sehingga terjadilah angin.



Gambar 4.5. Angin laut (a) dan angin darat (b).

Sumber: Penullis

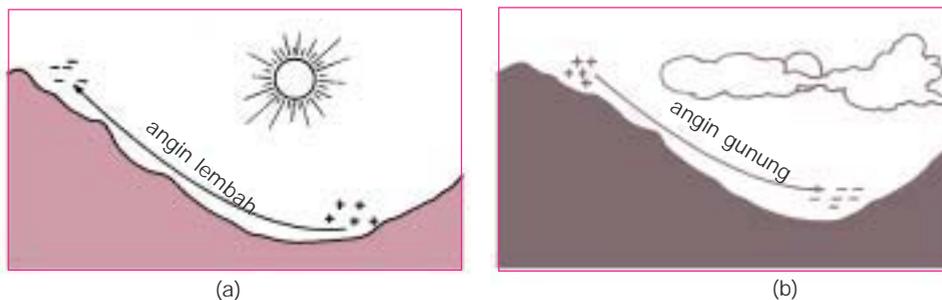
Angin laut adalah angin yang bertiup dari laut menuju daratan pada siang hari. Pada siang hari, daratan lebih cepat panas daripada laut sehingga suhu di darat tinggi dan mengakibatkan tekanannya rendah atau minimum (-). Sebaliknya, di laut suhunya rendah mengakibatkan tekanan udara yang tinggi atau maksimum (+). Akibatnya angin bertiup dari laut ke darat. **Angin darat** adalah angin yang bertiup dari darat menuju laut pada malam hari.

Pada malam hari, daratan lebih cepat melepaskan panas daripada laut. Di darat suhunya menjadi rendah tekanan menjadi tinggi atau maksimum (+). Sebaliknya, di laut lama melepaskan panas sehingga suhunya lebih tinggi dibandingkan di darat. Akibatnya, di laut mempunyai tekanan rendah atau minimum (-). Oleh karena itu angin bertiup dari darat ke laut.

Angin laut dan angin darat dimanfaatkan oleh nelayan tradisional. Pada malam hari perahu layar nelayan terdorong oleh angin darat menuju laut untuk mencari ikan. Pada siang hari, perahu didorong oleh angin laut menuju darat untuk pulang.

b) Angin Lembah dan Angin Gunung

Angin ini termasuk juga angin lokal yang sehari-hari terjadi antara lembah dan lereng gunung di pedalaman pulau.



Gambar 4.6 Angin lembah (a) angin gunung (b)

Sumber: Penulis

Angin lembah adalah angin yang bertiup dari lembah ke lereng gunung pada siang hari. Hal ini terjadi karena pada siang hari bagian atas lereng gunung lebih dahulu menerima panas sehingga suhunya menjadi tinggi dan tekanan menjadi rendah atau minimum. Oleh karena itu, bertiuplah angin dari lembah ke gunung. Angin ini bermanfaat karena dapat menyejukkan udara lereng gunung pada siang hari.

Angin gunung adalah angin yang bertiup dari lereng gunung menuju lembah pada malam hari. Hal ini terjadi karena pada malam hari tanpa penyinaran matahari, puncak gunung menjadi relatif lebih dingin dibandingkan lembah. Suhu di lereng gunung menjadi rendah dan tekanan udara menjadi tinggi atau maksimum (+), sedangkan di lembah tekanannya rendah atau minimum maka bertiuplah angin dari lereng gunung ke lembah.

Angin ini bermanfaat bagi orang yang bertempat tinggal di lembah karena pada malam hari tidak begitu panas.

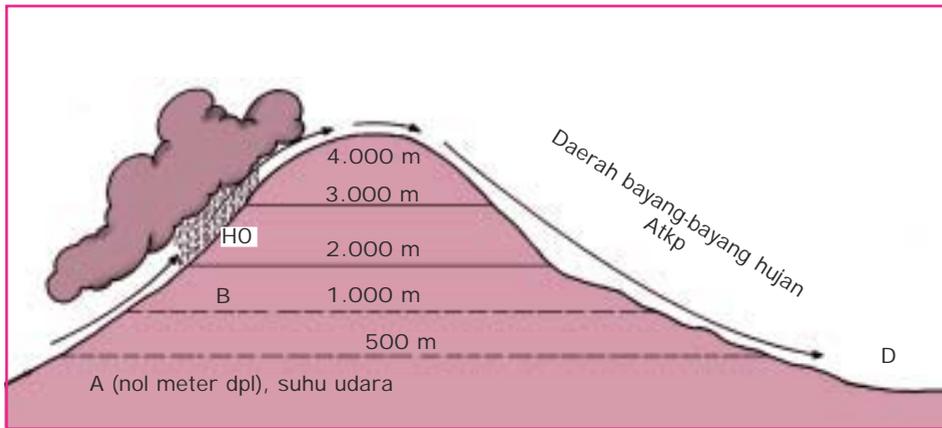
c) Angin Orografik serta Angin Turun yang Kering dan Panas

Angin yang mula-mula menaiki lereng gunung sampai ke puncak yang biasanya mengandung uap air, disebut **angin orografik**. Setelah melewati puncak, angin tersebut akan bertiup menuruni lereng yang bersebelahan menuju lembah. Angin ini bersifat kering dan panas, disebut **angin turun yang kering**. Angin semacam ini mula-mula dikenal di Lereng Pegunungan Alpina Utara dan disebut **angin Fohn**.

Misalkan, ada pegunungan dengan ketinggian 4.000 meter. Di lereng mula-mula angin datang dari ketinggian 0 m bersuhu 26°C . Angin naik (orografik) menyusuri lereng sampai ketinggian 1.000 m (di A). Dengan proses adiabatik basah, tiap naik 100 m suhu akan turun 1°C . Maka, suhu A sebesar 16°C , yaitu $26^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C} = 16^{\circ}\text{C}$.

Lebih dari 1.000 m penurunan suhu tiap naik 100 m, maka suhu turun $0,6^{\circ}\text{C}$. Maka, suhu di B pada puncak gunung dengan ketinggian 4.000 m sebesar -2°C , yaitu $0,6 \times 30 = 18^{\circ}$ kemudian $16^{\circ} - 18^{\circ} = -2^{\circ}\text{C}$.

Di lereng yang bersebelahan, tiap turun 100 m maka suhu akan naik 1°C . Maka, suhu di D = $40^{\circ}-2^{\circ} = 38^{\circ}\text{C}$. Hal tersebut terjadi karena adanya proses adiabatik kering.



HO = Hujan orografik
Atpk = Angin turun, kering, dan panas

Sumber: Penulis

Gambar 4.7. Angin orografik

Angin yang naik ke pegunungan (angin orografik) setelah sampai di puncak akan mengandung uap air dan mengakibatkan kondensasi sehingga terbentuklah awan-awan di lereng gunung. Awan tersebut dapat mengakibatkan hujan yang disebut **hujan orografik**.

Setelah melewati puncak di lereng bersebelahan anginnya bersifat kering dan panas karena anginnya hanya sedikit sekali mengandung uap air. Di lereng tersebut tidak turun hujan, disebut **daerah bayangan hujan**.

Contoh angin turun kering dan panas, yaitu:

- (1) Fohn, bertiup di Lereng Pegunungan Alpen Utara (Swiss);
- (2) Chinook di sebelah timur Pegunungan Batu (Rocky Mountains), Amerika;
- (3) Sirocco, bertiup di pantai barat Italia, yaitu angin dari Sahara;
- (4) Khamsin, bertiup di Mesir dengan anginnya yang panas berdebu bertiup dari selatan atau tenggara dan merusak tumbuh-tumbuhan yang dilaluinya.

Tipe angin tersebut di Indonesia adalah:

- (1) Bohorok, bertiup di Deli (Sumatera Utara);
- (2) Brubu, di Makassar (Sulawesi Selatan);
- (3) Wambrau, di Pulau Biak (Irian Jaya);
- (4) Kumbang, di Cirebon (Jawa Barat);
- (5) Gending, di Pasuruan (Jawa Timur).

Selain angin turun kering dan panas, ada pula **angin turun kering, tetapi dingin**. Angin ini adalah angin panas, tetapi angin turun ini masih lebih dingin daripada udara di tempat yang didatanginya. Oleh karena itu, angin tersebut menjadi angin turun yang dingin.

Contoh angin turun kering, tetapi dingin adalah:

- (1) Bora di Pantai Istria dan Dalmatia, berasal dari Plateau Karst Balkan (Dataran Tinggi Kapur Balkan);
- (2) Bora di Pantai Utara Laut Hitam (dekat Nowozseisk) yang berasal dari Pegunungan Kaukasus melalui Marhot-Pass (Celah Marhot) dengan kecepatan angin 40 mil/detik;
- (3) Mistral, terdapat di Pantai Laut Tengah, dan Perancis Selatan, kecepatannya 35 mil/detik;
- (4) Norte di Spanyol, berasal dari Pegunungan Pyrenia;
- (5) Bise, di sebelah selatan Kaki Pegunungan Yura;
- (6) Kossava, di lembah Sungai Donau, bertiup dari Pegunungan Servia;
- (7) Tramontana, bertiup dari Pegunungan Alpen menuju ke selatan.

d) Angin Musim (Muson, Monsoon)

Angin musim adalah angin yang bertiup pada musim-musim tertentu dengan arah berlawanan setiap setengah tahun. Wilayah Indonesia merupakan daerah angin musim yang paling aktif, karena letak geografis Kepulauan Indonesia di antara Benua Asia dan Australia dan Samudera Pasifik dan India. Selain itu, letak astronomisnya di sekitar garis khatulistiwa antara 6° LU - 11° LS.

Perubahan arah angin di wilayah udara Indonesia disebabkan oleh peredaran semu matahari atau peredaran tahunan matahari.

(1) Angin Musim Timur Laut



← Arah arus angin

Sumber: Atlas Indonesia dan Dunia

Gambar 4.8 Peta Angin Musim Timur Laut (Oktober-Maret)

Antara bulan Oktober-Maret, pergeseran tengah tahunan matahari berada di sebelah selatan khatulistiwa (0° - $23\frac{1}{2}^{\circ}$ LS - 0°), sehingga suhu udara di selatan khatulistiwa tinggi dan tekanan udaranya minimum (-). Sementara itu, di utara khatulistiwa suhu udara rendah dan tekanan udaranya maksimum (+). Akibatnya, bertiup arus angin musim timur laut yang di selatan khatulistiwa membelok menjadi angin musim barat laut. Pada bulan-bulan inilah umumnya di Kepulauan Indonesia terjadi musim hujan, seperti juga di Australia Utara. Di Cina dan Jepang bertiup angin musim barat yang kering.

(2) Angin Musim Tenggara



← Arah arus angin

Sumber: *Atlas Indonesia dan Dunia*

Gambar 4.9 Peta Angin Musim Tenggara (April-September)

Antara bulan April-September, pergeseran tengah tahunan matahari berada di sebelah utara khatulistiwa ($0^\circ - 23\frac{1}{2}^\circ$ LU - 0°), sehingga suhu udara di utara khatulistiwa tinggi dan tekanan udaranya minimum (-). Sementara di selatan khatulistiwa suhu udara rendah dan tekanan udaranya maksimum (+). Akibatnya, bertiup angin musim tenggara yang kemudian berubah menjadi angin

musim barat daya setelah menyeberang khatulistiwa. Pada bulan April-September inilah umumnya di Kepulauan Indonesia terjadi musim kemarau, demikian juga di Australia Utara.

Sebaliknya, bagi Asia Selatan, Asia Tenggara, dan Asia Timur terjadi musim hujan, karena angin yang datang ke daratan Asia merupakan angin laut yang banyak membawa uap air dari Samudera India dan Pasifik.

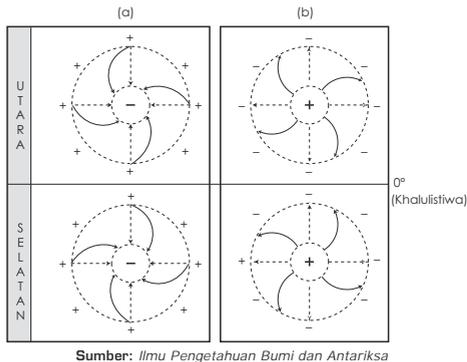
Angin muson sebenarnya merupakan angin pasat di daerah subtropika dan tropika yang mengalami perubahan arah. Perubahan arah tersebut disebabkan adanya gangguan, yaitu sebagai berikut.

- (1) Pergeseran semu matahari selama setahun sehingga terjadi musim panas dan musim dingin berganti-ganti di Belahan Bumi Utara dan Selatan.
- (2) Pengaruh panas matahari terhadap daratan dan lautan tidak sama. Daratan cepat menerima dan melepaskan panas, sedangkan lautan lambat menerima dan melepaskan panas. Hal ini menyebabkan perbedaan tekanan di atasnya.

Daerah angin musim yang lainnya ialah pantai barat Mexico dan Pantai Guinea.

e) Angin Siklon (Cyclone) dan Antisiklon (Anticyclone)

Siklon (cyclone) ialah daerah depresi atau pusat barometris minimum. **Angin siklon** ialah angin yang gerakannya berputar menuju pusat. Terjadinya angin siklon disebabkan adanya daerah depresi (daerah barometris minimum) dikelilingi oleh daerah barometris maksimum. Arah putaran siklon di Belahan Bumi Utara (di sebelah utara khatulistiwa) berlawanan dengan arah putaran jarum jam. Sebaliknya, di Belahan Bumi Selatan (di sebelah khatulistiwa) arah putarannya searah dengan jarum jam.



Sumber: Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa

Gambar 4.10.
Angin siklon (a) dan antisiklon (b)

Angin antisiklon ialah angin yang gerakannya berputar meninggalkan pusat. Terjadinya angin antisiklon disebabkan adanya daerah barometris maksimum dikelilingi oleh daerah barometris minimum sehingga angin bergerak memutar keluar meninggalkan pusat.

Arah putaran antisiklon di Belahan Bumi Utara searah dengan arah putaran jarum jam. Sebaliknya, di Belahan Bumi Selatan berlawanan dengan arah putaran jarum jam.

Angin siklon disebut juga angin puyuh, topan, puting beliung, atau tuang tahun. Angin siklon yang kuat terjadi di garis lintang di atas 10° LU / LS. Angin siklon yang paling kuat terjadi di sekitar lintang 60° utara dan selatan. Garis lintang ini adalah tempat pertemuan angin barat yang panas dengan angin timur dari kutub yang dingin.



Gambar 4.11
Angin Tornado sedang bertiup di sebuah kota kecil, Kanada

Sumber: Cuaca, Pustaka Ilmu

Beberapa angin siklon tropis yang terkenal di dunia adalah sebagai berikut.

- (1) **Tornado**, bertiup di Amerika Serikat. Putarannya berputar ke luar dari atas ke bawah. Garis tengahnya 100 - 450 meter. Kecepatan anginnya 400 km/jam. Angin ini sangat berbahaya sekali.
- (2) **Hurricane**, di Atlantik dan Pasifik bagian timur bertiup berputar di permukaan laut, seperti di Laut Karibia, Teluk Mexico, Florida dan Hindia Barat. Garis tengahnya 150-500 km, kecepatannya 120 - 200 km/jam. Badai semacam ini disertai hujan yang hebat. Di Filipina disebut **Baguio** yang berasal dari nama Kota Baguio yang curah hujannya 1.168 mm per 24 jam (Juli 1911).
- (3) **Typhoon (Tai Fun)**, di lepas pantai Cina (di Timur Jauh dan Filipina), setahun bertiup 20 kali.
- (4) **Willy - Willies**, di Australia, NTT, dan NTB bertiup 3 - 4 kali setahun. Kota Darwin pernah rusak dilanda angin ini.
- (5) **Badai tropis (Storm Surge)** adalah meningkatnya permukaan laut sepanjang pantai secara cepat akibat angin siklon tropis yang mendorong air laut ke pantai.

Pada awal tahun 1993, Indonesia dilanda banjir, terutama di pantai utara Jawa yang salah satu penyebabnya adalah siklon tropis Lena yang muncul di Samudera Hindia. Selain itu, pada tanggal 13 November 1970, di Bangladesh terjadi gelombang badai tingginya 9 meter yang menelan korban jiwa \pm 300.000 mati tenggelam.

Siklon tropis sebagian besar muncul pada daerah lintang 10° dan 20° (65%) di atas lintang 20° (13%). Di daerah lintang kurang dari 4° siklon tropis tidak muncul.

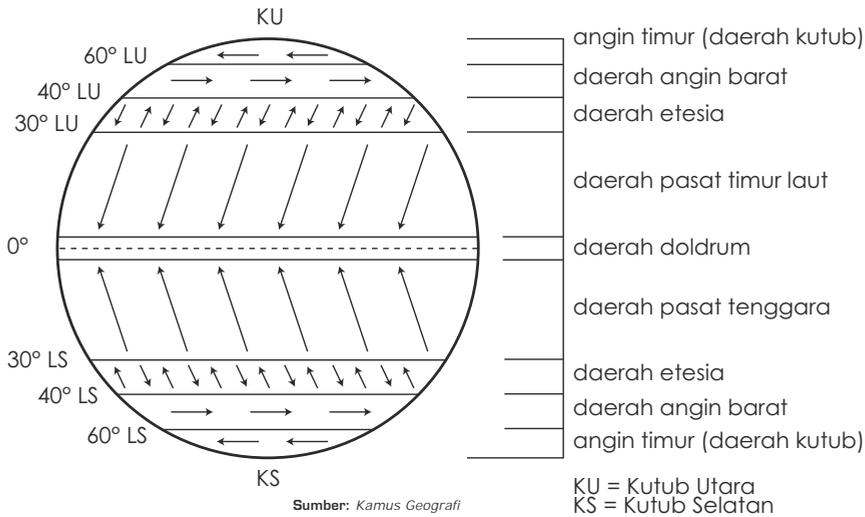
Gangguan dan depresi tropis dapat terjadi di perairan Indonesia. Akan tetapi, untuk menjadi badai tropis atau siklon tropis terjadi pada daerah lintang yang vortisitasnya (perputaran bumi) besar dan lautnya panas.

Kebanyakan badai dan siklon tropis muncul pada akhir musim panas dan awal musim gugur. Di Pasifik bagian barat dapat terjadi pada bulan apa saja. Siklon tropis ini dapat terjadi mulai dari beberapa jam saja sampai selama dua minggu. Secara rata-rata, terjadinya siklon tropis adalah 6 hari.

f) Angin Tetap

Secara garis besar, di dunia ini ada 3 macam pola angin permukaan yang berupa angin tetap, yaitu

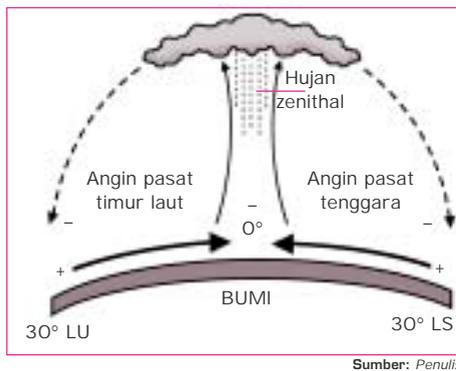
- (1) angin pasat, yaitu pasat timur laut dan pasat tenggara di daerah tropik;
- (2) angin barat, di daerah lintang 40° LU/LS - 60° LU/LS;
- (3) angin timur, di sekitar Kutub Utara dan Kutub Selatan (60° LU/LS - 90° LU/LS).



Gambar 4.12
Daerah terjadinya angin tetap

Berikut ini akan diterangkan beberapa angin yang termasuk angin tetap.

a) Angin Pasat



Gambar 4.13 Angin pasat

Angin pasat adalah angin yang sehari-hari bertiup dari daerah maksimum subtropis utara dan subtropis selatan menuju khatulistiwa. Oleh karena bumi berotasi dengan arah barat-timur, maka angin pasat yang bertiup dari daerah tekanan tinggi subtropis (maksimum subtropik) pada garis lintang 30° LU menuju tekanan rendah equator (minimum khatulistiwa) membelok ke kanan

menjadi angin pasat timur laut. Angin pasat yang bertiup dari daerah maksimum subtropis selatan (30° LS) menuju daerah minimum khatulistiwa membelok ke kiri menjadi **angin pasat tenggara**.

Setelah sampai di equator (khatulistiwa), angin pasat timur laut dan pasat tenggara bertemu di daerah equator. Selanjutnya, angin tersebut akan naik, terbentuklah awan yang dapat memungkinkan turun hujan di daerah equator yang disebut **hujan zenithal**.

Di atas equator, angin tersebut akan kembali lagi ke daerah subtropis, tetapi angin tersebut bertiup sudah tidak mengandung uap air. Oleh karena itu, angin tersebut membentuk daerah gurun di daerah subtropis. Antara angin-angin pasat yang konvergen (bertemu) di sekitar daerah

tekanan rendah equator terdapat daerah dengan angin berubah-ubah dan lemah. Daerah transisi ini disebut **Daerah Konvergensi Intertropis (Intertropical Convergence Zone)** atau **doldrum**.

Daerah Konvergensi Intertropis (doldrum) adalah daerah tempat massa udara naik. Kenaikan massa udara juga dapat terjadi pada **windward sides** (sisi di mana angin naik) pada tanah tinggi atau oleh sistem konveksi lokal akibat pemanasan permukaan.

Daerah antara angin pasat dan angin barat di sekitar tekanan tinggi subtropik terdapat **belt** (sabuk) angin lemah dan variabel (berubah-ubah). Daerah ini disebut **Horse Latitude** (Lintang Kuda) yang terletak antara lintang 30° LU - 40° LU dan 30° LS - 40° LS atau disebut **daerah Etesia**.

b) Angin Barat

Dari daerah tekanan tinggi subtropis angin berhembus ke daerah tekanan rendah subpolar (kutub). Karena adanya gaya Coriolis, angin ini di Belahan Bumi Utara dibelokkan ke kanan dan di Belahan Bumi Selatan ke kiri menjadi angin barat.

Angin barat ini bertiup di zona antara 40° LU - 60° LU (di Belahan Bumi Utara) dan antara 40° LS - 60° LS.

c) Angin Timur

Di daerah antara lintang 60° LU dan Kutub Utara bertiup angin timur laut dari Kutub Utara menuju 60° LU, karena adanya tekanan tinggi di Kutub Utara dan tekanan rendah di lintang 60° LU. Akibat adanya gaya Coriolis, maka angin timur laut berbelok menjadi angin timur.

Di daerah antara lintang 60° LS dan Kutub Selatan bertiup angin tenggara dari Kutub Selatan menuju 60° LS, karena adanya tekanan tinggi di Kutub Selatan dan tekanan rendah di lintang 60° LS. Akibat adanya gaya Coriolis, maka angin tenggara berbelok menjadi angin timur.

d) Angin di Daerah Etesia

Daerah Etesia adalah daerah yang anginnya berubah-ubah. Daerah ini letaknya antara 30° LU- 40° LU dan 30° LS- 40° LS. Daerah Etesia merupakan perbatasan antara daerah angin pasat dengan daerah angin barat.

Pada musim dingin, di daerah Etesia bertiup angin barat. Pada musim panas di daerah ini bertiup angin pasat, yaitu pasat timur laut di daerah Etesia Utara dan angin pasat tenggara di daerah Etesia Selatan.

4)

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan angin, yaitu sebagai berikut.

a) Gradien Tekanan Horizontal

Gradien tekanan horizontal adalah perbedaan tekanan udara per satuan jarak dengan arah horizontal dan tegak lurus isobar. Gradien tekanan

dinyatakan dengan milibar (mb) per kilometer. Makin besar gradien tekanan, makin besar kecepatan anginnya. **Isobar** adalah garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai tekanan udara sama.

b) Letak Geografis

Untuk gradien tekanan yang sama di daerah dekat khatulistiwa, kecepatan angin lebih besar dibandingkan dengan daerah yang jauh dari khatulistiwa.

c) Ketinggian Tempat

Pada gradien tekanan yang sama, makin tinggi suatu tempat, kecepatan angin makin besar dibandingkan daerah yang lebih rendah.

d) Waktu

Untuk gradien tekanan yang sama pada waktu siang, kecepatan angin yang dekat permukaan bumi **lebih cepat dibandingkan waktu malam hari**. Untuk tempat yang di atas (jauh dari permukaan bumi) pada waktu siang, kecepatannya **lebih lambat** dibandingkan waktu malam hari. Kecepatan angin diukur dalam satuan knot, kilometer, mil per jam, menit, maupun per detik. Ada juga yang menggunakan **skala Beaufort** dalam menentukan kecepatan angin itu. Perhatikan tabel skala Beaufort!

Tabel 4.2 Skala Beaufort

Kekuatan angin	Kecepatan angin		Nama	Keterangan Akibat
	Skala Beaufort	m/detik		
0	0,0 – 0,5	0 – 1	angin reda	tiang asap tegak
1	0,6 – 1,7	2 – 6	angin sepoi-sepoi	tiang asap miring
2	1,8 – 3,3	7 – 12	angin lemah	daun bergerak
3	3,4 – 3,3	13 – 18	angin sedang	ranting bergerak
4	5,3 – 7,4	19 – 26	angin tegang	dahan bergerak
5	7,5 – 9,8	27 – 35	angin keras	batang pohon bergerak
6	9,9 – 12,4	36 – 44	angin sangat keras	batang pohon besar bergerak

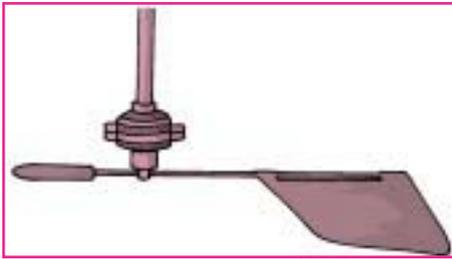
Sumber: Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antartika I. Drs. Salladien

Beaufort membagi kekuatan angin menjadi 0 sampai dengan 12. Kecepatan angin diukur dalam m/detik (meter per detik) dan km/jam (kilometer per jam). Dia memberi nama angin sesuai dengan kecepatan, yaitu mulai dari angin reda sampai dengan angin Taifun hebat. Ciri-ciri angin itu dapat dilihat pada keterangan (akibat). Cara membaca skala Beaufort adalah sebagai berikut: misalnya, kekuatan angin pada skala 0 (nol) maka kecepatan anginnya adalah 0,0 - 0,5 m/detik atau 0 - 1 km/jam. Nama anginnya adalah angin reda. Ciri-cirinya, kalau kita melihat asap di pabrik, tiang asapnya tegak (pada kolom keterangan).

5)

Ada beberapa alat pengukur angin sebagai berikut.

a) Wind Vane



Sumber: *Meteorologi Pertanian*

Alat ini digunakan untuk menentukan arah angin. **Arah angin** adalah darimana angin itu bertiup dan dinyatakan dengan sudut kompas.

- (1) Sudut 0° atau 360° , menunjukkan utara (angin utara).
- (2) Sudut 90° , menunjukkan timur (angin timur).

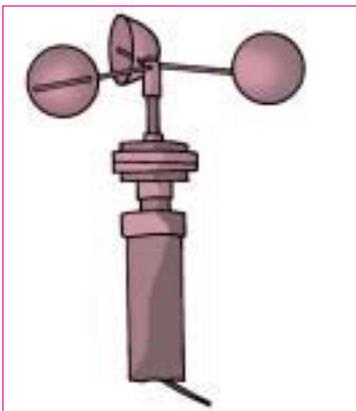
Gambar 4.14 Wind Vane

- (3) Sudut 180° , menunjukkan selatan (angin selatan).
- (4) Sudut 270° , menunjukkan barat (angin barat).

Posisi dari Wind Vane yang menunjukkan arah angin dapat dilihat oleh mata. Posisi angin ini diteruskan melalui arus listrik ke suatu alat penunjuk arah atau pencatat arah. Selain itu, arah angin juga bisa dilihat dengan kantong angin yang biasa dipasang di lapangan terbang.

(b) Anemometer Mangkok

Alat ini digunakan untuk mengukur kecepatan pada suatu jangka waktu dan jumlah tiupan angin per satuan waktu. Alat tersebut terdiri atas tiga atau empat buah mangkok yang menghadap ke satu jurusan. Mangkok tersebut akan berputar bila tertiup angin. Semakin besar kekuatan angin, semakin cepat putarannya.



Sumber: *Meteorologi Pertanian*

Pada poros putaran dipasang magnet pembangkit arus listrik. Bila mangkok berputar, timbul arus listrik yang besarnya sebanding dengan kecepatan putaran mangkok itu. Besarnya kekuatan arus ditangkap oleh **galvanometer**. Kecepatan angin dinyatakan dalam **knots** ($\text{mil/jam} = 1,85 \text{ kilometer per jam}$). Selain anemometer mangkok, ada juga alat untuk mengukur kecepatan angin yang disebut **anemometer bercorong** yang dilengkapi dengan manometer yang dihubungkan dengan pengukur kecepatan angin.

Gambar 4.15 Anemometer mangkok

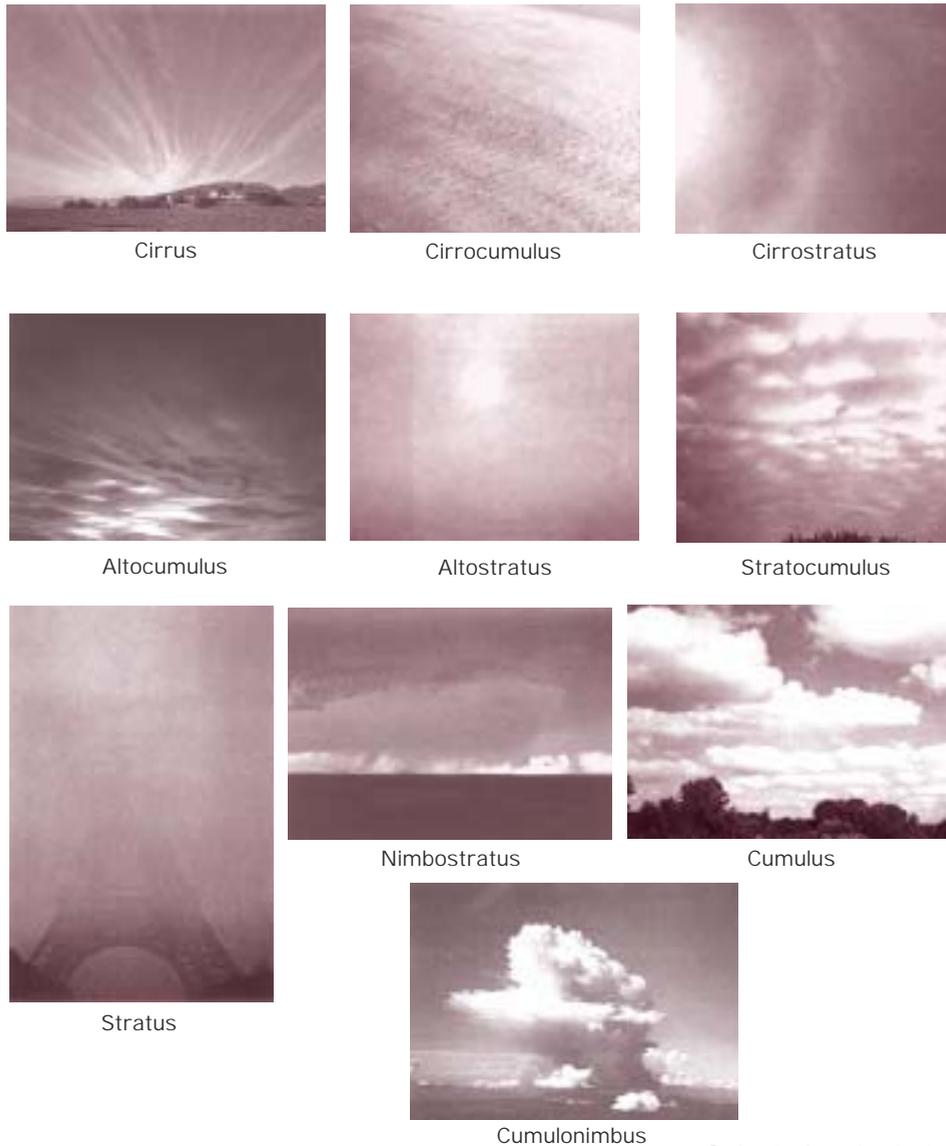
b. Awan

Awan adalah kumpulan titik-titik air atau kristal es yang melayang-layang di atmosfer dan terjadinya karena kondensasi (proses perubahan dari uap air menjadi air) atau sublimasi.

Berdasarkan persetujuan internasional, awan diklasifikasikan menjadi empat golongan sebagai berikut.

- 1) Awan tinggi, ketinggiannya di atas 6.000 meter, meliputi sebagai berikut.
 - a) **Cirrus (Ci)**, awan halus, struktur berserat seperti bulu burung dan pita yang melengkung.
 - b) **Cirrocumulus (Cc)**, bentuknya seperti gerombolan domba, kadang-kadang ada bayangan atau tidak ada bayangan.
 - c) **Cirrostratus (Cs)**, seperti kelambu, putih, halus, menutup seluruh angkasa, berwarna pucat dan menimbulkan lingkaran pada tepi matahari atau tepi bulan.
- 2) Awan sedang, ketinggiannya antara 2.000 - 6.000 meter, meliputi sebagai berikut.
 - a) **Alto cumulus (Ac)**, seperti bola-bola tebal putih atau pucat, sebagian berwarna kelabu.
 - b) **Altostratus (As)**, seperti selendang tebal, bagian yang menghadap matahari atau bulan tampak lebih terang.
- 3) Awan rendah, ketinggiannya antara 0 - 2.000 meter, meliputi sebagai berikut.
 - a) **Stratocumulus (Sc)**, seperti gelombang, sering menutup angkasa, seperti gelombang lautan. Di antara awan ini langit tampak berwarna biru.
 - b) **Stratus (St)**, awan melebar seperti kabut, tetapi tidak sampai ke permukaan tanah.
- 4) Awan dengan perkembangan vertikal, batas terendah 500 - 2.000 meter dan puncaknya sampai 10.000 meter, meliputi sebagai berikut.
 - a) **Nimbostratus (Ns)**, awannya tebal, bentuknya tidak teratur, menimbulkan banyak hujan.
 - b) **Cumulus (Cu)**, awannya tebal, dasar horizontal, puncak awan bermacam-macam. Terbentuk dari udara yang naik pada siang hari. Bagian yang berhadapan dengan matahari kelihatan terang.
 - c) **Cumulonimbus (Cb)**, volume awan besar, berbentuk menara, gunung, dan puncaknya melebar. Dapat menimbulkan hujan dengan kilat dan guntur.

Awan terbentuk karena temperatur udara yang mengandung uap air mengalami penurunan hingga mencapai titik kondensasi. Selanjutnya, temperatur menurun terus sampai di bawah kondensasi.



Gambar 4.16 Macam-macam awan

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer 3

c. Hujan atau Presipitasi

Hujan atau **presipitasi** adalah peristiwa jatuhnya butir-butir air dari angkasa ke permukaan bumi dalam bentuk cair, padat, atau gas. Terjadinya hujan selalu didahului oleh proses kondensasi ataupun pembekuan uap air. Butir-butir air melayang-layang dalam udara dan akan berkumpul menjadi bentuk yang lebih besar dan lebih berat. Kumpulan butir air tersebut adalah awan.

Jika awan yang terbentuk di angkasa itu terus naik, butir-butir air halus berubah menjadi butir-butir air besar dan akhirnya jatuh ke bumi berupa air hujan.

1)

(a) Berdasarkan bentuk butirannya, presipitasi dibedakan sebagai berikut.

(1) **Hujan (rain)** adalah hujan yang curahannya berbentuk cair. Ukuran butirannya berdiameter 0,5 - 4,0 mm. Hujan ini dapat dibedakan lagi menjadi hujan halus, hujan rintik-rintik, dan hujan lebat.

Perbedaannya terutama pada ukuran butir-butirnya. Hujan lebat biasanya turun hanya sebentar saja dan jatuh dari awan cumulonimbus. Hujan tersebut bisa turun sangat kuat dengan intensitas yang besar.

(2) **Salju (snow)**, terjadi karena sublimasi uap air pada temperatur di bawah titik beku. Terbentuk bila dari tempat terjadinya awan sampai ke permukaan tanah temperaturnya di bawah 0° C. Bentuk dasar salju adalah heksagonal, akan tetapi hal ini pun tergantung dari suhu dan cepatnya sublimasi (perubahan dari uap menjadi padat).

(3) **Hujan es (hail stone)**, terdiri dari butir-butir es yang kecil dan bulat, berdiameter antara 5 - 50 mm. Butir-butir ini dapat mencapai sebesar kelereng. Apabila butir-butir es itu dikerat maka akan terlihat lapisan-lapisan yang konsentris dengan kerapatan yang berbeda.

Hujan es jatuh pada waktu hujan guntur dari awan cumulonimbus. Biasanya, terjadi pada waktu awal musim penghujan atau pada akhir musim kemarau yang panjang.

(b) Berdasarkan proses terjadinya, hujan dibedakan sebagai berikut.

(1) **Hujan konveksi**, terjadi karena udara yang panas dari permukaan bumi naik dan berangsur menjadi dingin hingga mencapai titik kondensasi.



Gambar 4.17
Hujan konveksi

Selanjutnya, terbentuk awan yang memungkinkan terjadinya hujan. Hujan tersebut terjadi di pedalaman benua pada musim panas, sedangkan di daerah khatulistiwa terjadi setahun penuh. **Kondensasi** adalah perubahan langsung dari uap air menjadi cair.

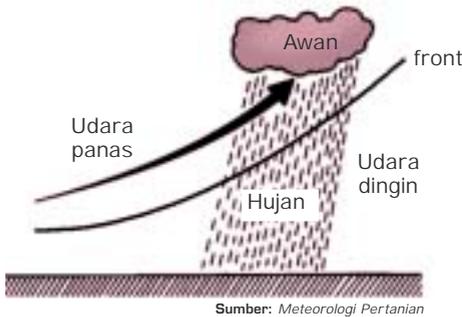
(2) **Hujan orografis**, terjadi apabila udara yang bergerak horizontal membentur lereng pegunungan, sehingga udara itu naik. Udara

yang mengandung uap air naik ke pegunungan. Suhu akan turun hingga mencapai titik embun dan berubah menjadi awan, lalu terjadilah hujan yang cukup lebat.



Gambar 4.18 Hujan orografis

- (3) **Hujan frontal**, terjadi karena udara yang panas naik dan bertemu dengan udara dingin. Udara panas yang lebih banyak mengandung uap air berada di atas udara dingin, sehingga terbentuklah awan. Batas antara udara panas dan udara dingin disebut **front**.



Gambar 4.19 Hujan frontal

Karena awan yang terbentuk itu berada di atas udara dingin maka terjadilah kondensasi dan hujan frontal. Hujan tersebut banyak terjadi di daerah lintang pertengahan karena di tiap-tiap tempat suhunya sangat berbeda-beda. Di daerah tropis jarang terjadi karena mempunyai suhu yang seragam di tiap-tiap tempat. Hujan frontal terjadi di daerah yang luas.

- (4) **Hujan zenithal** (lihat angin pasat), terjadi di daerah equator disebabkan oleh angin pasat dari maksimum subtropis menuju minimum tropik, lalu naik membentuk awan dan turunlah hujan zenithal.

2)

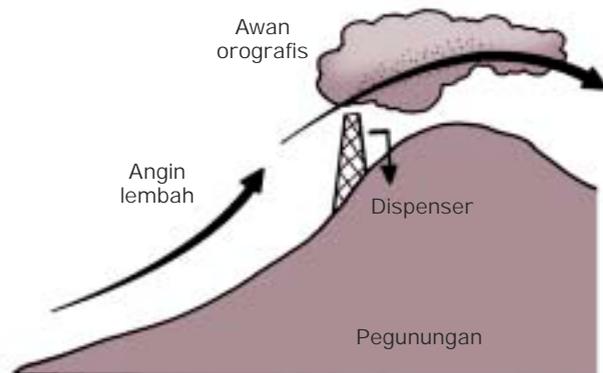
Modifikasi cuaca dimulai sejak tahun 1946, yaitu percobaan pembenihan awan dengan es kering (oleh Vincent Schaefer dan Irving Langmuir).

- Tahun 1947, Vonnegut menemukan perak jodida (AgI), yaitu bahan inti es.
- Tahun 1967 - 1972, pada waktu Perang Vietnam, tentara Amerika melakukan modifikasi cuaca. Yaitu, dilakukan pembenihan awan dengan tembakan bom yang berisi kristal AgI dan menghasilkan hujan lebat dengan tambahan 30%.
- Tahun 1974, perang meteorologi tidak diperbolehkan oleh organisasi meteorologi sedunia (WMO).

Modifikasi cuaca diartikan sebagai modifikasi awan secara buatan atas usaha manusia yang bertujuan meningkatkan jumlah curah hujan, melenyapkan awan, menghancurkan batu es hujan, dan meleraikan siklon tropis. Dalam modifikasi cuaca dikenal istilah **hujan rangsangan (stimulation of rain)**. Istilah tersebut lebih tepat dibandingkan dengan **hujan buatan (making of rain)** karena usaha membuat hujan hanya dimaksudkan untuk membantu proses fisis yang ada di atmosfer, sehingga pembentukan tetes awan dan hujan lebih mudah dibandingkan secara alamiah.

Percobaan hujan rangsangan dilakukan dengan dua cara, yaitu sebagai berikut.

- Secara aktif, yaitu memburu awan yang banyak mengandung uap air dengan pesawat terbang. Kemudian, dasar awan disemprotkan urea maka suhu di awan menjadi turun. Uap air menjadi berat dan turunlah hujan.
- Secara pasif, yaitu memburu awan dengan menara dispenser yang dipasang di lereng gunung. Apabila ada awan orografis yang dibawa angin lembah ke puncak gunung, maka dispenser menyemprotkan larutan kimia (larutan udara) ke dasar awan melalui angin lembah dan arus konveksi. Awan tersebut akan mengalami penurunan temperatur, sehingga terjadilah hujan rangsangan.



Gambar 4.20
Teknologi modifikasi awan orografik dengan dispenser

Sumber: Makalah Seminar El Nino dan La Nina ITB

Teknik modifikasi awan dan hujan rangsangan dapat dilaksanakan beberapa cara (mekanisme), yaitu sebagai berikut.

- Mekanisme Bowen-Ludlam, caranya dengan mekanisme benturan tangkapan, yaitu dengan menginjeksikan partikel higroskopis besar ke dalam awan panas dengan tujuan merangsang pertumbuhan tetes hujan.
- Mekanisme Bergeron-Findeisen, caranya dengan mekanisme kristal es, yaitu dengan menginjeksikan inti es ke dalam awan dingin dengan tujuan merangsang produksi endapan.

Beberapa syarat meteorologis yang harus dipenuhi agar hujan rangsangan dapat turun ke permukaan bumi, yaitu:

- a) tebal lapisan atmosfer dengan kelembapan relatif nisbi $>65\%$ mencapai ketinggian 2,5 km;
- b) kecepatan angin tidak melebihi 10 knot;
- c) panas (level) kondensasi konveksi di bawah 1 km;
- d) awan tebal dan dasar awan tidak terlalu tinggi.

3)

Hujan asam adalah hujan yang terjadi karena sulfur dioksida di udara berubah menjadi asam sulfur, sehingga air hujannya mengandung asam sulfur.

Beberapa penyebab terjadinya hujan asam adalah sebagai berikut.

- a) Pusat pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi dari pembakaran batu bara. Pada waktu dibakar, batu bara yang mengandung sulfur berubah menjadi sulfur dioksida. Oleh sinar matahari, sulfur dioksida bereaksi dengan oksigen dan uap lembap di udara membentuk asam sulfur.
- b) Industri yang menggunakan minyak sulfur sebagai bahan bakar dan peleburan logam yang berasal dari bijih sulfida.
- c) Gunung api dan kebakaran hutan yang mengotori udara dengan sulfur oksida.
- d) Berubahnya nitrogen oksida di udara menjadi asam nitrat. Nitrogen oksida dihasilkan oleh pembakaran batu bara, minyak, dan gas. Nitrogen oksida di udara bereaksi dengan oksigen dan uap lembap menjadi asam nitrat. Sulfur oksida pun berubah menjadi asam sulfur. Kedua jenis asam tersebut (asam nitrat dan asam sulfur) terjadi bersama-sama pada waktu turun hujan dan salju.

Usaha-usaha untuk penanggulangan terhadap hujan asam adalah sebagai berikut.

- a) Pengurangan derajat sulfur dioksida dan asap dengan cara penghentian pembakaran batu bara untuk penghangat rumah.
- b) Sebaiknya pusat tenaga listrik di kota-kota besar menggunakan minyak dan gas serta memasang alat pembersih endapan untuk menghilangkan partikel padat dengan membangun cerobong asap yang tinggi sampai 150 meter.
- c) Menambahkan kapur di danau-danau.
- d) Mengurangi pengeluaran nitrogen oksida dari mobil-mobil.

Adapun masalah-masalah yang ditimbulkan oleh hujan asam adalah sebagai berikut.

- a) Jika terjadi hujan asam, kadar asamnya dinetralkan dalam tanah, terutama tanah kapur, sehingga sungai-sungai menjadi kurang asam.

- Kecuali untuk batu granit karena sudah bersifat asam sehingga sulit untuk menetralkan. Akibatnya, sungai dan danau menjadi terlalu asam.
- b) Ikan dan telur binatang amphibi akan rusak dan mati karena perubahan kimiawi air.
 - c) Tanaman-tanaman air (bunga teratai atau bakung air) akan mati, kecuali lumut dan ganggang yang tahan terhadap asam.
 - d) Hujan asam dapat menarik keluar logam beracun, seperti merkuri dan aluminium masuk ke dalam air yang membahayakan ikan.
 - e) Burung akan mati karena memakan serangga air dekat danau yang terkena racun aluminium.
 - f) Hujan asam dapat merusak hutan dan pertanian.
 - g) Hujan asam dapat mengakibatkan berkaratnya benda-benda baja dan tembaga.

4)

Banyaknya curah hujan diukur oleh suatu alat penakar (pengukur) curah hujan yang disebut **regenmeter (fluviograf)** atau **ombrometer**. Bagian alat tersebut yang terpenting adalah corong dan bejana penampung air (reservoir). Air hujan yang jatuh melalui corong akan ditampung oleh reservoir kemudian diukur.

Jumlah curah hujan adalah tebal lapisan air yang jatuh di atas tanah rata bila dianggap tidak ada peresapan dan penguapan. Apabila tinggi air hujan 1 milimeter (mm) berarti isi air hujan pada bidang seluas satu meter persegi berisi 1 liter atau $0,1 \times 100 \times 100 \text{ cm}^3 = 1 \text{ liter}$.

Alat penakar hujan (**ombrometer**) selalu dicat putih atau perak untuk menghindari radiasi matahari sehingga air di dalam penakar tidak menguap. Dasar corong juga dibuat sempit untuk menghindari penguapan. Alat penakar hujan ini ada dua tipe, yaitu tipe non-otomatis (tidak mencatat sendiri) dan otomatis (mencatat sendiri).

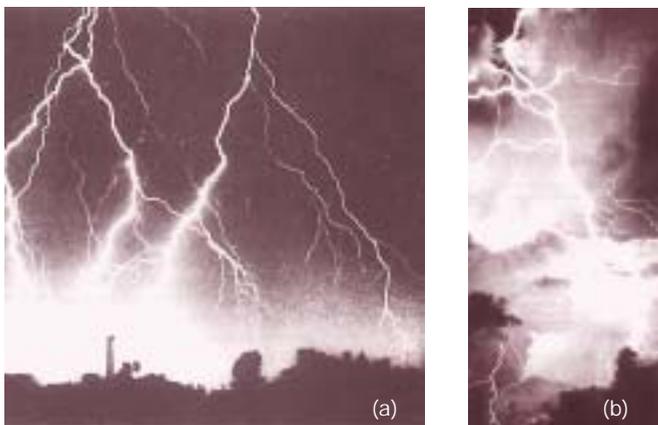
d. Gejala-Gejala Optik

Gejala-gejala optik itu meliputi kilat (halilintar) dan petir, guntur (guruh), sandikala, pelangi, halo, aurora, serta fatamorgana.

- 1) **Kilat (halilintar)** adalah cahaya menyilaukan hasil ledakan listrik dalam atmosfer yang dapat meloncat antara awan dengan awan atau antara awan dengan bumi, asalkan di tempat tersebut terbentuk muatan listrik dengan tegangan cukup besar serta kutubnya berlawanan. Kilat datangnya dapat berwujud lembaran besar, bola, atau seperti garpu. Ledakan listrik dari kilat itu sendiri disebut **petir**.

Petir akan menyambar apa saja di permukaan bumi yang menjulang tinggi. Untuk menghindarinya dipasanglah penangkal petir di puncak

gedung yang tinggi. Penangkal ini berguna untuk menetralkan petir dengan mengalirkan muatan listrik yang besarnya mencapai 100 juta volt ke dalam tanah melalui lempengan logam. Kilat (halilintar) terjadi apabila selisih kekuatan listrik ± 3 juta volt tiap-tiap meter. Dengan begitu, atmosfer dapat menghantarkan listrik.



Gambar 4.21
Petir (a) dan kilat (b)

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer 3.

- 2) **Guntur (guruh)** adalah suara menggelegar yang menyertai petir, ditimbulkan oleh udara yang tiba-tiba memuai karena dipanaskan oleh petir. Guruh terdengar sesudah kilat karena cahaya berjalan lebih cepat daripada suara.
- 3) **Sandikala (twilight)** adalah panorama alam berwarna kuning kemerah-merahan pada waktu senja atau pagi-pagi bilamana harinya cerah. Terjadinya karena cahaya kuning dan merah yang bergelombang panjang disebarkan oleh molekul-molekul udara.
- 4) **Pelangi** adalah lengkungan warna-warna spektrum (merah, kuning, hijau, biru, nila, ungu, dan jingga) yang terjadi akibat sinar matahari dipantulkan dan dibiaskan oleh titik-titik air yang ada di udara. Lapisan uap air yang tipis berfungsi sebagai prisma yang menguraikan warna dalam cahaya matahari. Pelangi terjadi jika sehabis hujan matahari menampakkannya kembali. Pada sore hari, pelangi tampak di sebelah timur dan pada pagi hari pelangi nampak di barat.



Sumber: Cuaca, Pustaka Ilmu.

Gambar 4.22

Halo terjadi dari kristal-kristal es.

Halo adalah lingkaran sinar yang mengelilingi bulan atau matahari. Lingkarannya kadang-kadang penuh, kadang-kadang sebagian. Halo terjadi karena sinar bulan atau matahari menembus kristal-kristal es di awan yang sangat tinggi kemudian dibiaskan oleh kristal-kristal es.

Apabila ada halo yang berada di sekeliling bintang disebut **gloria**. Semacam halo yang ukurannya sangat kecil disebut **aureol**.

- 6) **Aurora** adalah fenomena cahaya yang terlihat pada malam hari di daerah lintang tinggi di Belahan Bumi Utara ataupun Belahan Bumi Selatan. Para ahli menduga terjadinya aurora disebabkan oleh noda matahari (**sunspots**).

Berdasarkan letaknya, ada dua macam aurora, yaitu sebagai berikut.

- Aurora Australis** atau **cahaya selatan**, merupakan fenomena cahaya berwarna yang terlihat pada malam hari di Belahan Bumi Selatan pada lintang tinggi selatan (65° LS atau lebih).
- Aurora Borealis** atau **cahaya utara**, merupakan fenomena cahaya berwarna yang terlihat pada malam hari di Belahan Bumi Utara pada lintang tinggi utara (65° LU atau lebih).

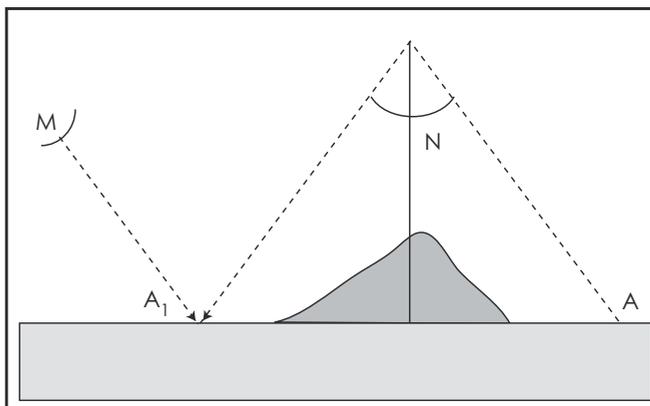


Gambar 4.23

Aurora Borealis. Pemandangan indah seperti ini mungkin disebabkan oleh radiasi sinar matahari pada gas-gas atmosfer yang berpijar

Sumber: Encyclopedia of Science

- 7) **Fatamorgana**, merupakan ilusi optik yang terjadi di gurun karena pembiasan sinar matahari oleh lapisan udara yang kerapatannya berbeda. Misalnya, di gurun yang sangat panas bisa membuat orang berhalusinasi melihat air yang berkilauan tertimpa sinar matahari. Yang sebenarnya hanyalah sinar matahari yang dibiaskan oleh udara renggang di atas permukaan tanah.



A = sebuah benda
N = garis normal
A₁ = gambaran benda A
M = mata peninjau

Sumber: Encyclopedia of Science

Gambar 4.24 Fatamorgana

C. Berbagai Tipe Iklim

Iklim merupakan gabungan berbagai kondisi cuaca sehari-hari atau dikatakan juga rata-rata cuaca. Iklim disusun berdasarkan unsur-unsur yang sama dengan unsur-unsur penyusun cuaca. Untuk mengetahui penyimpangan-penyimpangannya, iklim harus berdasarkan nilai normal. Yaitu, nilai rata-rata cuaca selama 30 tahun (berdasarkan persetujuan internasional).

Untuk menggolongkan iklim digunakan beberapa cara dengan dasar yang berbeda-beda. Untuk hal tersebut akan dibahas tipe-tipe iklim menurut Koppen, Junghuhn, serta para ahli lainnya agar dapat membandingkan tiap-tiap iklim tersebut.

1. Zaman Yunani

Klasifikasi iklim pada zaman Yunani dilakukan berdasarkan temperatur. Tiap belahan bumi dibagi menjadi tiga daerah (zona), yaitu sebagai berikut.

- a. **Daerah tropis** mempunyai ciri-ciri:
 - 1) tidak ada musim dingin (winter);
 - 2) temperaturnya terus-menerus tinggi.
- b. **Daerah sedang** mempunyai ciri-ciri:
 - 1) terdapat musim yang berbeda tegas;
 - 2) satu musim panas dan hangat, sedangkan yang lainnya sejuk atau dingin.
- c. **Daerah kutub** mempunyai ciri-ciri:
 - 1) tidak ada musim panas (**summer**);
 - 2) temperatur sepanjang tahun rendah.

2. Klagen (1942)

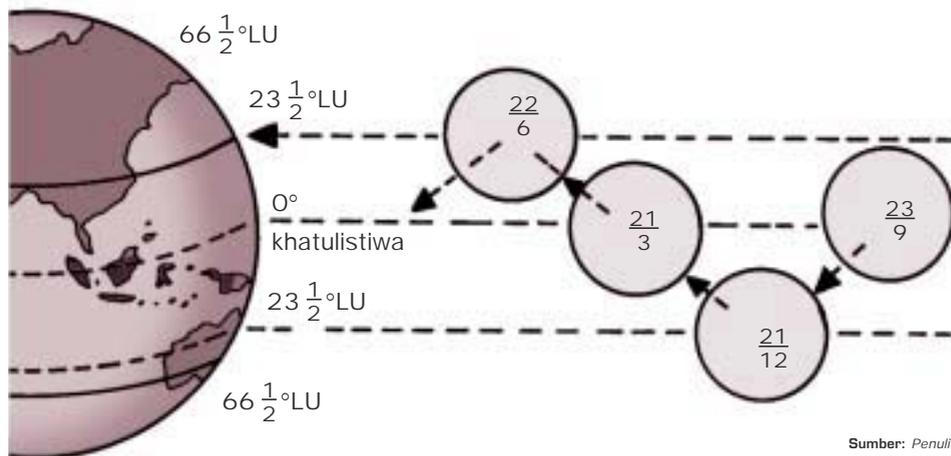
Klasifikasi iklim Klagen berdasarkan pada temperatur. Dia membagi permukaan bumi menjadi 5 daerah, yaitu sebagai berikut.

- a. **Daerah tropis** mempunyai rata-rata temperatur setahun lebih besar dari 20° C.
- b. **Daerah subtropis** mempunyai ciri antara 4 - 11 bulan temperaturnya lebih besar dari 20° C.
- c. **Daerah sedang** mempunyai ciri antara 4 - 12 bulan temperaturnya antara 10° - 12° C

- d. **Daerah dingin** mempunyai ciri antara 1 - 4 bulan temperaturnya 10° - 20° C dan lainnya kurang dari 10° C.
- e. **Daerah kutub** mempunyai ciri temperaturnya rata-rata -1° C dan tanpa bulan dengan temperatur lebih dari 10° C.

3. Supan dan Rubner

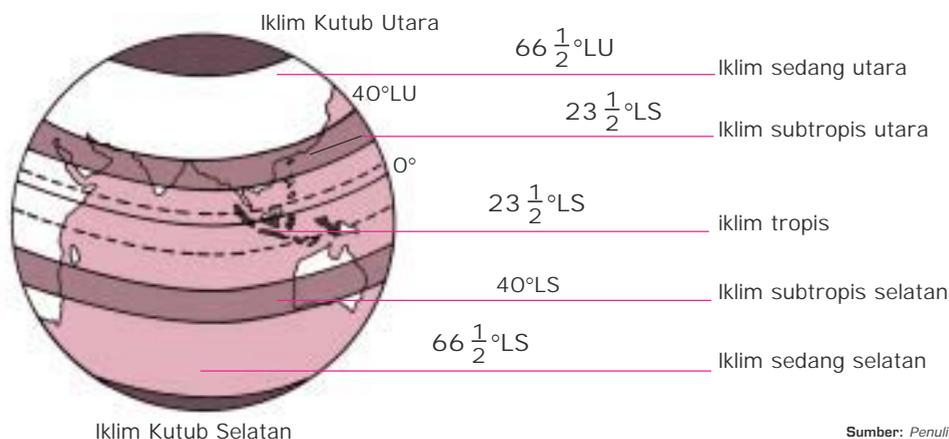
Klasifikasi iklim ini berdasarkan pada kedudukan bumi terhadap matahari dan garis-garis isotherm. Iklimnya disebut **iklim matahari**. Menurut kenampakan sehari-hari, sekitar pukul 06.00 matahari terbit di ufuk timur. Pukul 12.00 berada di atas kepala dan kemudian terbenam di ufuk barat pada pukul 18.00. Pergerakan harian matahari itu adalah gerak semu atau seolah-olah matahari itu bergerak. Gerak semu matahari itu akibat bumi berotasi (berputar) pada sumbunya dengan kala rotasi 24 jam. Berikut adalah gambaran gerak semu matahari di antara $23,5^{\circ}$ LU dan $23,5^{\circ}$ LS.



Gambar 4.25 Gerak semu matahari

Pada tanggal 23 September, kedudukan semu matahari berada tepat di atas khatulistiwa dan bergerak ke selatan. Tiga bulan kemudian, yaitu tanggal 22 Desember kedudukan semu matahari berada tepat di atas $23,5^{\circ}$ LS bumi. Dari tanggal 22 Desember, bergerak ke utara dan tepat pada tanggal 21 Maret, matahari kembali berada di atas khatulistiwa bumi. Tiga bulan kemudian, kedudukan semu matahari, yaitu pada tanggal 22 Juni berada di atas $23,5^{\circ}$ LU bumi. Lewat tanggal 22 Juni, matahari tidak ke utara, tetapi kembali ke khatulistiwa, yaitu tanggal 23 September dan seterusnya. Lintang 0° , $23,5^{\circ}$ LU, $23,5^{\circ}$ LS dan $66,5^{\circ}$ LU/LS merupakan **garis isotherm**, yaitu garis yang menghubungkan tempat-tempat di permukaan bumi dengan suhu udara yang sama.

Berdasarkan kedudukan bumi terhadap matahari dan berdasarkan garis-garis isoterm, Supan dan Rubner menetapkan iklim matahari atas tujuh daerah iklim, seperti gambar berikut ini.

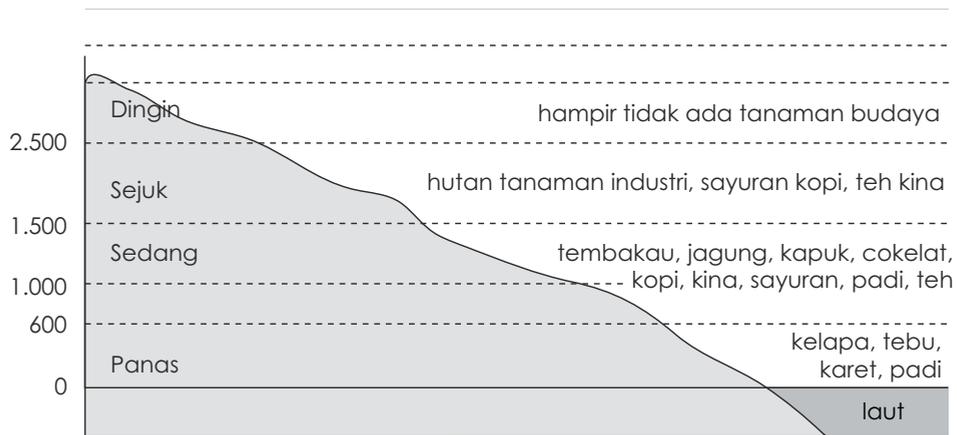


Gambar 4.26 Pembagian iklim matahari

- Iklim tropis, ciri-cirinya sebagai berikut:
 - letaknya di bagian bumi antara $23,5^{\circ}\text{LU}$ - $23,5^{\circ}\text{LS}$;
 - suhu rata-rata tinggi dan hari panas lebih dari 250 hari/tahun;
 - di daerah iklim tropika tidak mengenal musim dingin;
 - tempat gerakan-gerakan aliran udara konveksi.
- Iklim subtropis utara dan selatan, ciri-cirinya sebagai berikut:
 - letaknya masing-masing di bagian bumi antara $23,5^{\circ}\text{LU}$ - 40°LU dan $23,5^{\circ}\text{LS}$ - 40°LS ;
 - di bagian bumi ini tempat turunnya angin antipasat yang kering dan panas;
 - gurun pasir yang luas di dunia terdapat di daerah iklim ini.
- Iklim sedang utara dan selatan, ciri-cirinya sebagai berikut:
 - letaknya di bagian-bagian bumi antara 40°LU - $66,5^{\circ}\text{LU}$ dan 40°LS - $66,5^{\circ}\text{LS}$;
 - di daerah iklim ini mengalami empat musim, yaitu musim panas, musim rontok, musim dingin, dan musim semi.
- Iklim kutub (iklim dingin), ciri-cirinya sebagai berikut:
 - letaknya di bagian-bagian kutub bumi, yaitu di Kutub Utara ($66,5^{\circ}\text{LU}$ - 90°LU) dan Kutub Selatan ($66,5^{\circ}\text{LS}$ - 90°LS);
 - selama 8 - 11 bulan setiap tahunnya, suhu udara rata-rata di bawah 0°C .

4. Junghuhn

Frans Junghuhn adalah seorang klimatolog Jerman yang melakukan penelitian di Jawa Barat. Junghuhn menggolongkan iklimnya atas empat daerah suhu udara, menurut ketinggian tempat dari muka laut. Penggolongan ini erat hubungannya dengan jenis-jenis tanaman yang tumbuh dan berproduksi optimal sesuai dengan habitat suhunya.



Sumber: Makalah KPM Geografi

Gambar 4.27 Variasi suhu udara menurut ketinggian tempat dari muka laut (Junghuhn).

Seperti pada diagram di atas, penggolongan daerah iklim menurut Junghuhn adalah sebagai berikut.

- Daerah udara panas** (0 - 600 meter dpl), suhunya $23,3^{\circ}\text{C}$ - 22°C . Di daerah ini cocok untuk jenis tanaman kelapa, tebu, padi, karet, buah-buahan, lada, dan lainnya.
- Daerah udara sedang** (600 - 1.500 meter dpl), suhunya 22°C - $17,1^{\circ}\text{C}$. Di daerah ini masih cocok untuk aneka jenis tanaman kapuk, cokelat, kopi, teh, kina, dan aneka jenis tanaman sayuran, seperti kentang, kol, tomat, petersai, dan tembakau.
- Daerah udara sejuk** (1.500 - 2.500 meter dpl), suhunya $17,1^{\circ}\text{C}$ - $11,1^{\circ}\text{C}$. Di daerah ini masih cocok untuk aneka jenis tanaman sayuran, teh, kopi, kina, dan aneka jenis hutan tanaman industri (HTI).
- Daerah udara dingin** (lebih dari 2.500 meter dpl), suhunya $11,1^{\circ}\text{C}$ - $6,2^{\circ}\text{C}$. Pada ketinggian ini di Indonesia hampir tidak ada tanaman budidaya. Pepohonan yang tumbuh di ketinggian lebih dari 2.500 meter akan semakin pendek. Di daerah ini banyak dijumpai tumbuhan lumut dan semak belukar.

5. Köppen

Wladimir Köppen (1918, Austria) dari Universitas Graz, ahli di bidang klimatologi dan geografi tumbuh-tumbuhan. Klasifikasi iklim Köppen berdasarkan rata-rata curah hujan dan temperatur terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman.

Tanaman tidak hanya tergantung pada jumlah hujan, tetapi juga oleh intensitas evaporasi (banyaknya penguapan). Untuk mengetahui intensitas evaporasi dan daya guna hujan, yaitu dengan cara menghubungkan hujan dan temperatur.

Köppen mengklasifikasikan iklim atas 5 golongan besar menggunakan huruf kapital, yaitu A, B, C, D, dan E. Iklim B digabungkan dengan huruf kapital lain, yaitu huruf S (stepa atau semi arid) dan W (wuste atau arid), sedangkan E dengan T (tundra), dan F (frost). Oleh karena itu, iklim Köppen menjadi 4 iklim, yaitu BS, BW, ET, dan EF.

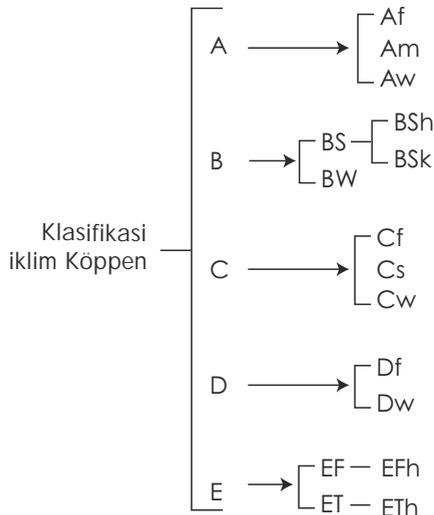
Untuk iklim A, C dan D digabungkan dengan huruf kecil, yaitu huruf f, m, s, dan w.

f = **feucht** (lembap), berarti basah, sepanjang tahun selalu turun hujan dan tidak ada musim kering.

m = **medium**, berarti musim hujannya panjang atau musim keringnya pendek.

s = **summer**, berarti kering pada musim panas.

w = **winter**, berarti kering pada musim dingin.



Iklim A menjadi Af, Am, Aw, sedangkan iklim C menjadi Cf, Cs, Cw dan iklim D menjadi Df, Dw. Seluruhnya menjadi 12 tipe iklim. Perhatikan skema iklim Köppen di samping ini!

Deskripsi iklim Köppen adalah sebagai berikut.

a. Iklim A (iklim hujan tropik atau **tropical rain climates**)

Temperatur rata-rata bulanan lebih besar dari 18° C (64° F). Curah hujannya tinggi, lebih besar dari penguapan.

- Iklm A ini dibagi menjadi beberapa tipe iklim sebagai berikut.
- 1) Af (iklim tropis basah atau iklim hutan hujan tropis)
Di samping memenuhi syarat di atas, daerah-daerah tersebut juga pada bulan terkering hujan rata-ratanya lebih besar dari 60 mm.
 - 2) Am (iklim tropis basah atau variasi antara iklim Af dan Aw)
Ada bulan-bulan basah dan bulan-bulan kering. Pada musim keringnya masih terdapat hutan yang cukup lebat.
 - 3) Aw (iklim tropis basah kering atau iklim sabana tropis)
Jumlah hujan bulan-bulan basah tidak dapat membagi kekurangan hujan pada bulan-bulan kering. Vegetasi yang ada adalah sabana atau savana, yaitu padang rumput yang diselingi pohon-pohon yang jarang atau hutan-hutan kecil.
- b. Iklim B (iklim kering atau **dry climates**)
Penguapan lebih besar dibandingkan curah hujannya dan tidak ada kelebihan air.
Iklim B ini dibagi menjadi 2 tipe, yaitu sebagai berikut.
- 1) BS (iklim steppe atau semi arid)
Daerah setengah kering yang terletak antara daerah savana dan padang pasir pada lintang kecil.
Iklim BS dibagi menjadi dua, yaitu:
 - a) BSh = rata-rata temperatur tahunan lebih besar dari 18° C (64° F);
 - b) BSk = rata-rata temperatur tahunan kurang dari 18° C (64° F).
 - 2) BW (iklim kering atau arida atau gurun).
- c. Iklim C (iklim sedang atau **humid mesothermal climates**)
Rata-rata bulan terdingin temperturnya lebih besar dari -3° C, tetapi lebih kecil dari 18° C (64° F). Rata-rata temperatur bulanan terpanas lebih besar dari 10° C (50° F).
Iklim C ini dibagi menjadi 3 tipe, yaitu sebagai berikut.
- 1) Cf (iklim laut sedang yang lembap), selalu lembap sepanjang tahun.
 - 2) Cs (iklim laut sedang dengan musim panas yang kering), bulan terkering hujannya lebih kecil dari 30 mm.
 - 3) Cw (iklim laut sedang dengan musim dingin yang kering).
- d. Iklim D (iklim dingin atau boreal atau **humid microthermal climates**)
Temperatur rata-rata bulan terdingin kurang dari -3° C (27° F). Temperatur rata-rata bulan terpanas lebih besar dari 10° C (50° F).
Iklim D ini dibagi menjadi dua tipe iklim, yaitu sebagai berikut.
- 1) Df (iklim dingin tanpa bulan kering atau iklim hutan bersalju basah sepanjang tahun).

- 2) Dw (iklim dingin dengan musim dingin yang kering atau iklim hutan bersalju dengan musim kering pada musim dingin). Hujan dalam musim panas tidak begitu lebat. Hujan dalam musim dingin sangat kecil.
- e. Iklim E (iklim kutub atau **polar climates**)
Rata-rata temperatur bulan terpanas kurang dari 10° C (50° F).
Iklim E ini dibagi menjadi dua tipe iklim, yaitu sebagai berikut.
- 1) EF (iklim es - salju abadi)
Ciri-cirinya adalah:
 - a) temperatur rata-rata bulan terpanas lebih kecil dari 0° C (32° F);
 - b) adanya es dan salju yang abadi.
 - 2) ET (iklim tundra)
Ciri-cirinya adalah:
 - a) bulan terpanas, rata-rata temperatur lebih besar dari 0° C (32° F) lebih kecil dari 10° C (50° F);
 - b) tidak ada hutan, yang ada hanya lumut.
- Di samping dua tipe iklim (EF dan ET), ada tipe iklim yang serupa dengan EF dan ET, tetapi letaknya tidak di kutub. Iklim tersebut dipengaruhi oleh ketinggian tempat, yaitu:
- a) EFh, serupa dengan EF, tetapi terdapat di tempat yang tinggi, misalnya di atas gunung yang tinggi;
 - b) ETh, serupa dengan ET, tetapi terdapat di tempat yang tinggi, misalnya di atas gunung yang tinggi.

TUGAS 1

Buatlah laporan dan kumpulkan kepada guru geografimu tentang:

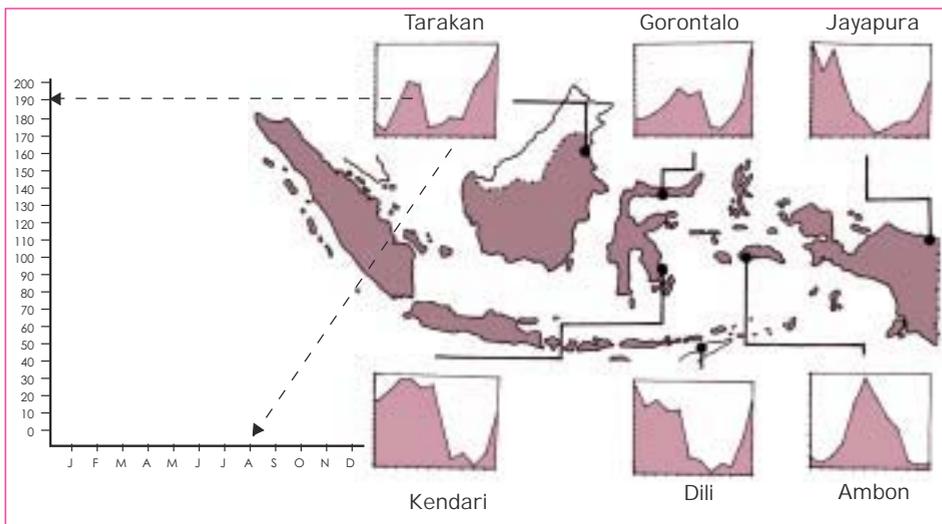
1. alat pengukur radiasi matahari;
2. alat-alat pengukur suhu;
3. macam-macam alat pengukur tekanan udara.

D. Persebaran Curah Hujan di Indonesia

Pola curah hujan di Indonesia adalah sebagai berikut.

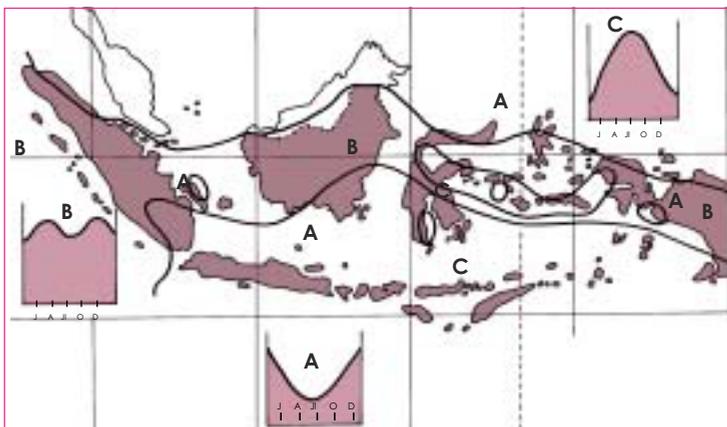
1. Pulau-pulau di Indonesia yang memperoleh hujan lebih banyak adalah pantai barat, di pantai timurnya lebih sedikit.

2. Pulau-pulau yang berderet mulai dari barat ke timur dari Pulau Jawa, Bali, NTB, dan NTT, curah hujannya di sebelah timur lebih kecil dibandingkan dengan sebelah barat.
3. Jumlah hujan di pegunungan yang ketinggiannya 600 - 900 m lebih besar dibandingkan dengan curah hujan di dataran rendah.
4. Di daerah pedalaman pulau-pulau di Indonesia dan daerah rawa, musim hujannya jatuh pada musim Pancaroba.



Sumber: Kementerian Perhubungan, Djawatan Meteorologi dan Geofisik.

Gambar 4.28 Pola hujan di Indonesia bagian timur



Sumber: Kementerian Perhubungan, Djawatan Meteorologi dan Geofisik.

Keterangan:

- A = Daerah dengan dua musim (musim hujan dan musim kemarau), curah hujan bulan Juli terendah
- B = Daerah dengan 2 puncak curah hujan
- C = Daerah dengan dua musim (musim hujan dan musim kemarau), curah hujan bulan Juli tertinggi

Gambar 4.29 Pola tipe hujan di Indonesia

Di tiap provinsi, Jawatan Meteorologi Geofisika menyebarkan tempat-tempat penelitian dan pencatatan unsur dan gejala cuaca harian rata-rata menjadi cuaca bulanan rata-rata sehingga setiap tahunnya diperoleh cuaca rata-rata tahunan.

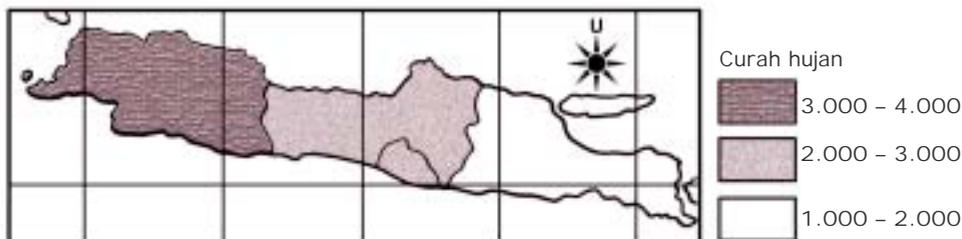
Berikut ini adalah tabel curah hujan rata-rata tahunan di Provinsi Jawa Barat (termasuk DKI Jakarta), Jawa Tengah (DI Yogyakarta), dan Jawa Timur (masing-masing di 10 tempat penelitian).

Tabel 4.3 Tabel Curah Hujan Rata-Rata Tahunan di Provinsi Jawa Barat, (DKI Jakarta), Jawa Tengah (DI Yogyakarta), dan Jawa Timur

Provinsi	Jumlah Tempat Penelitian	Curah Hujan Rata-Rata Tahunan
1. Jawa Barat dan DKI Jakarta	10	$36.251/10 = 3.625,1$ mm
2. Jawa Tengah dan Yogyakarta	10	$29.275/10 = 2.927,5$ mm
3. Jawa Timur	10	$17.132/10 = 1.713,2$ mm

Sumber: Atlas Indonesia III. I Made Sandy

Curah hujan rata-rata dari 10 tempat penelitian cuaca di masing-masing tiga wilayah pada tabel di atas, persebarannya dipetakan seperti berikut ini.



Gambar 4.30 Peta Persebaran Curah Hujan di Pulau Jawa

Sumber: Atlas Indonesia III. I Made Sandy

TUGAS 2

Perhatikan Tabel Curah Hujan Rata-Rata di Bogor, Semarang, dan Sumenep Tahun 1979/1980 berikut ini! Pindahkan data curah hujannya ke dalam bentuk grafik pada buku tugas Anda!

Nama Tempat	Curah Hujan Rata-Rata dalam Bulan (mm)											Jumlah Tahunan	
	Tinggi dml	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O		N
Bogor (266 m dml)	422	391	393	408	364	268	237	239	322	435	394	357	4320
Semarang (3 m dml)	254	344	253	182	144	108	97	59	60	137	165	254	2057
Sumenep (17 m dml)	277	259	249	169	117	80	39	7	9	31	115	250	1602

Sumber: Atlas Indonesia. I Made Sandy

E. Jenis-Jenis Vegetasi Alam Menurut Iklim dan Bentang Alam serta Persebarannya

Kita mengetahui bahwa Indonesia kaya akan sumber daya alam. Sumber daya itu meliputi sumber daya hayati dan nonhayati. Sumber daya hayati Indonesia, meliputi flora dan fauna dengan jumlah dan jenis yang sangat banyak. Indonesia memiliki sumber daya hayati tertinggi di dunia.

Faktor-Faktor yang berpengaruh terhadap kehidupan tumbuhan adalah iklim, tanah, dan biotik (pengaruh tumbuhan lain dan hewan). Di Indonesia, ketiga faktor tersebut terpenuhi sehingga tumbuh-tumbuhannya beraneka ragam.

Jumlahnya membuat zonasi tumbuh-tumbuhan berdasarkan pengaruh faktor iklim yang dikaitkan dengan ketinggian suatu tempat (lihat gambar 4.27). Jumlah keseluruhan tumbuh-tumbuhan di Indonesia ± 25.000 jenis (lebih dari 10% dari flora dunia). Jumlah lumut dan ganggang ± 35.000 jenis. Tidak kurang dari 40% dari jenis ini merupakan jenis yang endemik. Maksudnya, jenis tersebut hanya terdapat di Indonesia dan tidak terdapat di tempat lain. Jumlah marga yang endemik di Indonesia ± 202 dan 59 di antaranya terdapat di Kalimantan dan negara tetangga di sebelahnya.

Dari semua suku tumbuhan yang ada, suku tumbuhan yang banyak adalah *orchidaceae* (suku anggrek), *dipterocarpaceae* (suku meranti-merantian), *leguminoceae* (suku kacang-kacangan), dan *myrtaceae* (suku jambu-jambuan).

Jenis flora berdasarkan iklim dan ketinggian tempat di muka bumi ada empat macam sebagai berikut.

1. Hutan hujan tropis, terdiri atas berikut ini.
 - a. Hutan hujan tanah rawa, terdiri atas berikut ini.
 - 1) Hutan rawa air tawar, terletak pada ketinggian kurang dari 100 m di atas permukaan air laut, suhunya 26°C .
 - 2) Hutan rawa gambut, terletak pada ketinggian 100 m di atas permukaan air laut, suhunya 26°C .
 - 3) Hutan mangrove (bakau), terletak pada ketinggian 5 m di atas permukaan air laut, suhunya 26°C .
 - b. Hutan hujan tanah kering, terdiri atas berikut ini.
 - 1) Hutan pantai, ketinggian 5 m, suhunya 26°C .
 - 2) Hutan penuh, ketinggian 700 m - 1.000 m, suhunya 23°C - 19°C .
 - 3) Hutan dipterocarpaceae, ketinggian 1.000 m, suhunya 26°C - 21°C .
 - 4) Hutan nondipterocarpaceae, ketinggian 1.000 m, suhunya 26°C - 21°C .

- 5) Hutan belukar, ketinggian 1.000 m, suhunya 26° C -21° C.
 - 6) Hutan fegaceal, ketinggian 1.000 m - 2.000 m, suhunya 29° C - 21° C.
 - 7) Hutan casuarina, ketinggian 1.000 m - 2.000 m, suhunya 21° C - 11° C.
 - 8) Hutan nothofagus, ketinggian 1.000 m - 3000 m, suhunya 21° C - 11° C.
 - 9) Hutan agathis campuran, ketinggian 2.500 m, suhunya 26° C - 13° C.
2. Hutan musim, terdiri atas berikut ini.
 - a. Hutan musim gugur daun, ketinggiannya 800 m di atas permukaan air laut, suhunya 20° C.
 - b. Hutan musim selalu hujan, ketinggiannya 1.200 m, suhunya 22° C.
 3. Hutan savana (sabana), terdiri atas berikut ini.
 - a. Hutan sabana pohon dan palma, ketinggian kurang dari 900 m, suhunya 22° C.
 - b. Hutan sabana casuarina, ketinggian 1.600 m - 2.400 m, suhunya 19° C - 13° C.
 4. Stepa (padang rumput), terdiri atas berikut ini.
 - a. Stepa iklim kering, ketinggian kurang dari 900 m, suhunya 22° C.
 - b. Stepa iklim basah, terdiri atas:
 - 1) rawa rumput, ketinggian kurang dari 100 m dengan suhu 26° C;
 - 2) stepa tanah rendah, ketinggian kurang dari 1.000 m dengan suhu 26° C - 21° C;
 - 3) stepa pegunungan, ketinggian 1.500 m - 2.400 m dengan suhu 18° C - 23° C;
 - 4) stepa berawa gunung, ketinggian 1.500 m - 2.400 m dengan suhu 10° C - 23° C;
 - 5) stepa Alpin, ketinggian 4.000 m - 4.500 m (batas salju) dengan suhu kurang dari 10° C;
 - 6) komunitas rumput dan tundra (lumut), ketinggian lebih dari 4.500 m dengan suhu lebih dari 10° C.

F. Faktor-Faktor Penyebab Perubahan Iklim Global (El Nino, La Nina) dan Dampaknya terhadap Kehidupan

Kita mengetahui bahwa unsur iklim, yaitu seluruh unsur cuaca meliputi suhu, curah hujan, dan pola angin. **Perubahan iklim** adalah perubahan rata-

rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu daerah tertentu. **Perubahan iklim skala global** adalah perubahan iklim dengan acuan wilayah bumi secara keseluruhan. Perubahan iklim global dalam skala waktu panjang mempunyai implikasi terhadap ekosistem alam.

Sistem alam di antaranya efek rumah kaca mempengaruhi suhu bumi. Aktivitas manusia saat ini berpotensi untuk mengganggu keseimbangan sistem alam. Gaya hidup penduduk mengakibatkan peningkatan gas yang menyerap panas di atmosfer sehingga manusia telah berperan dalam pemanasan yang disebabkan oleh efek rumah kaca. Sejumlah data menunjukkan bahwa suhu permukaan global telah memanas selama 150 tahun terakhir.

Bukti-bukti menunjukkan bahwa telah terjadi pemanasan global, antara lain adalah berkurangnya gletser Pegunungan Alpen, naiknya permukaan laut, dan pergeseran zona iklim. Banyak ahli sepakat bahwa pada saat ini suhu global akan meningkat sebesar 1° sampai $3,5^{\circ}$ C dari temperatur semula.

1. Pemanasan Global

Gejala naiknya suhu permukaan bumi karena naiknya intensitas efek rumah kaca, disebut **pemanasan global**.

a. Efek Rumah Kaca (*Green House Effect*)

Istilah efek rumah kaca berasal dari pengalaman para petani di daerah yang menanam sayur mayur dan bunga-bunga di dalam rumah kaca, yaitu rumah dengan dinding dan atapnya terbuat dari kaca. Di dalam rumah kaca dapat dipasang alat pemanas sehingga ruangan di dalam rumah kaca dapat dipanaskan pada waktu yang diperlukan. Misalnya, pada malam hari, musim gugur, musim dingin, dan musim semi.

Pada waktu cuaca cerah tanpa alat pemanas pun, suhu di dalam ruangan rumah kaca lebih tinggi daripada di luarnya. Sebab, cahaya matahari dapat menembus kaca dan dipantulkan kembali oleh benda-benda di dalam ruangan rumah kaca sebagai gelombang panas berupa sinar inframerah. Efek rumah kaca yang kita alami, misalnya:

- 1) ruangan rumah yang berjendela kaca lebar terkena sinar matahari;
- 2) mobil dengan jendela tertutup diparkir di tempat yang panas.

Lapisan terendah atmosfer (troposfer) merupakan tempat terjadinya efek rumah kaca. Menurut hukum fisika, panjang gelombang sinar yang dipancarkan sebuah benda tergantung pada suhu benda tersebut. Semakin tinggi suhunya, semakin pendek gelombangnya.

Matahari dengan suhunya yang tinggi memancarkan sinar dengan gelombang yang pendek. Radiasi matahari yang berwarna putih, terdiri dari warna ungu, indigo, biru, hijau, kuning, oranye, dan merah. Sinar ungu mempunyai panjang gelombang terpendek. Merah mempunyai panjang gelombang terpanjang.

Matahari juga memancarkan sinar yang tak kasat mata, yaitu sinar γ , sinar X, ultraviolet (UV) dengan panjang gelombang yang lebih pendek daripada ungu, dan inframerah dengan panjang gelombang yang lebih panjang daripada merah. Sinar inframerah merupakan sinar panas.

Telah dijelaskan bahwa di dalam atmosfer terdapat berbagai jenis gas yang terdiri atas lebih satu atom, antara lain uap air (H_2O), CO_2 , dan sebagainya. Dengan adanya gas-gas itu, sebagian sinar inframerah terserap oleh atmosfer sehingga tidak terlepas ke angkasa luar. Panas itu terperangkap di dalam lapisan troposfer. Oleh karena itu, suhu troposfer dan permukaan bumi naik, terjadilah efek rumah kaca. Gas yang menyerap sinar inframerah itu disebut **gas rumah kaca**.

b. Ozon (O_3)

Ozon terbentuk secara alamiah di lapisan atas stratosfer, yaitu **stratopause** (batas lapisan stratosfer dengan mesosfer). Pembentukan dan perusakan ozon di lapisan tersebut merupakan mekanisme perlindungan bumi dari sinar ultraviolet matahari. Di troposfer, ozon terbentuk melalui proses fotokimia pada berbagai jenis zat pencemar udara.

Selain sebagai gas rumah kaca, kerusakan ozon di troposfer disebabkan oleh kerusakan tumbuh-tumbuhan, cat, plastik, dan bahan sejenis lainnya secara langsung. Hal itu dapat mengganggu kesehatan manusia.

c. Dampak Pemanasan Global

Dampak pemanasan global dapat mengakibatkan perubahan iklim dan kenaikan permukaan air laut.

1)

Perubahan iklim dan vegetasi yang disebabkan oleh pemanasan global, yaitu daerah tropik bertambah luas, sedangkan daerah boreal (dingin) berkurang. Vegetasi tundra akan hilang, hutan akan hilang atau berkurang, sedangkan padang rumput dan gurun bertambah luas.

2)

Pemanasan global dikhawatirkan akan menyebabkan kenaikan permukaan laut yang disebabkan beberapa hal, misalnya sebagai berikut:

- a) karena kenaikan suhu air laut, permukaan akan memuai, volume air laut bertambah;

- b) kenaikan suhu akan menyebabkan melelehnya sebagian dari es abadi yang terdapat di Benua Antartika (Kutub Selatan), Laut Arktik (Kutub Utara), serta es di pegunungan tinggi sehingga es akan menambah volume air laut dan menaikkan permukaan laut;
- c) dapat pula terjadi massa es di Antartika Barat akan lepas dan ambruk ke dalam laut, sehingga menyebabkan kenaikan permukaan laut.

2. El Nino dan La Nina

a. Musim di Indonesia

Telah diketahui bahwa Indonesia mempunyai dua musim, yaitu sebagai berikut.

- 1) **Musim hujan** (bulan Oktober - Maret), yang puncaknya musim hujan pada bulan Desember - Februari yang bertepatan dengan periode angin musim dari Asia, bersesuaian dengan musim dingin di Asia.
- 2) **Musim kemarau** (bulan April - September), yang puncaknya musim kemarau pada bulan Juni - Agustus, yang bertepatan dengan angin musim dari Australia, bersesuaian dengan musim dingin di Australia.

Panjang atau lamanya musim dan jumlah curah hujan dalam satu musim tidak selalu sama. Hal ini menunjukkan bahwa musim di Indonesia tidak hanya dibentuk oleh angin monsoon, namun ada faktor lain seperti fenomena global El Nino dan La Nina.

Pada saat El Nino aktif, kita dapat periode kemarau yang kering, curah hujan di bawah normal. Pada saat La Nina aktif, wilayah Indonesia umumnya mengalami banyak curah hujan, normal, dan di atas normal. El Nino di Indonesia dapat menimbulkan kebakaran hutan. Pada musim kemarau, La Nina dapat menimbulkan banyak hujan, sedangkan pada musim hujan dapat mengakibatkan banjir.

b. Pengertian

Kata El Nino dan La Nina berasal dari bahasa spanyol. **El Nino**, artinya bayi laki-laki, sedangkan **La Nina** artinya anak perempuan kecil. Dalam dunia meteorologi dan oseanologi, pengertian El Nino adalah menghangatnya suhu muka laut di atas rata-rata di daerah Pasifik Timur dan Pasifik Tengah. Sebaliknya, La Nina adalah mendinginnya suhu muka laut di bawah rata-rata di daerah Pasifik Timur dan Pasifik Tengah sekitar khatulistiwa.

Peristiwa tersebut disertai perubahan perbedaan tekanan antara Tahiti dan Darwin yang selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan suatu indeks yang disebut **Indeks Osilasi Selatan (IOS)**. Nilai anomali (penyimpangan)

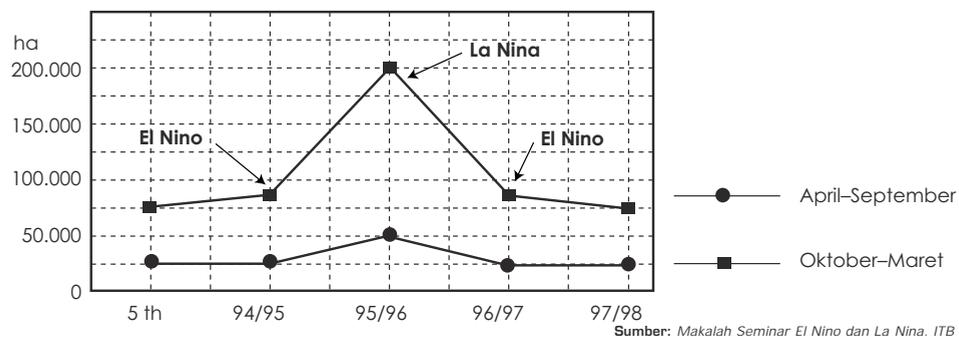
suhu muka laut di kawasan Pasifik Timur dan IOS oleh para ahli meteorologi dijadikan indikator untuk mengenali aktifnya El Nino dan La Nina.

Indeks Osilasi Selatan (IOS), yaitu indeks yang diperoleh dari normalisasi beda tekanan udara antara Tahiti dan Darwin. Jika bernilai tinggi (positif), pertanda kuatnya angin pasat. Keadaan ini umumnya bertepatan dengan periode La Nina aktif. Sebaliknya, jika nilai IOS rendah (negatif) bersesuaian dengan melemahnya angin pasat. Keadaan ini umumnya bertepatan dengan aktifnya El Nino (ENSO atau El Nino Southern Oscillation).

c. Keadaan Iklim di Indonesia Kaitannya dengan El Nino, La Nina, dan Monsoon

El Nino dan La Nina merupakan fenomena iklim yang ditandai oleh kondisi suhu permukaan laut di kawasan Lautan Pasifik tropis bagian tengah dan bagian timur (SST atau *Sea-level Term*). Dampak anomali (penyimpangan) suhu permukaan laut di wilayah tersebut menimbulkan kekeringan yang berkepanjangan. Di wilayah-wilayah tertentu, curah hujan di atas normal.

Berdasarkan penelitian bahwa kekeringan yang berkepanjangan di Indonesia mempunyai hubungan yang kuat dengan peristiwa El Nino. Sebaliknya, kejadian curah hujan tinggi di Indonesia memiliki hubungan yang lemah dengan peristiwa La Nina. Meskipun demikian, dikatakan bahwa banjir di Indonesia merupakan dampak dari peristiwa La Nina atau Monsoon yang menyimpang.



Gambar 4.31 Grafik luas lahan terkena banjir di Indonesia pada periode 5 tahun 1994/1995 sampai dengan 1997/1998

Apabila berpegang pada asumsi bahwa gejala La Nina berpengaruh terhadap peningkatan curah hujan di Indonesia, maka kemungkinan terjadi bencana banjir juga tinggi. Peningkatan bencana banjir biasanya mencapai luas tertinggi pada bulan Desember-Januari.

TUGAS 3

- Buatlah laporan dan kumpulkan kepada guru geografimu tentang:
1. macam-macam alat pengukur kelembapan udara dengan penjelasan secara singkat untuk setiap macamnya;
 2. alat pengukur angin dengan penjelasan secara singkat;
 3. alat pengukur hujan dengan penjelasan secara singkat.

Kata Kunci

- Atmosfer
- Troposfer
- Stratosfer
- Mesosfer
- Termosfer
- Cuaca
- Iklim
- Suhu udara
- Tekanan udara
- Kelembapan udara
- Angin
- Angin laut
- Angin darat
- Angin lembah
- Angin gunung
- Angin orografik
- Angin musim
- Angin antisiklon
- Angin siklon
- Angin tetap
- Pengukur angin
- Awan
- Hujan
- Modifikasi cuaca
- Gejala optik
- Vegetasi
- Perubahan iklim global
- Pemanasan global

RANGKUMAN

1. Lapisan atmosfer dari bawah ke atas adalah troposfer, tropopause, stratosfer, stratopause, mesosfer, dan termosfer.
2. Unsur-unsur cuaca, meliputi penyinaran panas matahari, suhu udara, tekanan udara, dan kelembapan udara.
3. Gejala cuaca, meliputi gerakan udara (angin), awan, hujan, gejala-gejala optik (guruh, guntur, kilat, pelangi).

-
4. Macam-macam angin, meliputi angin laut dan angin darat; angin lembah dan angin gunung; angin orografik dan angin turun kering-panas; angin musim; angin siklon dan antisislon; angin tetap.
 5. Awan dibagi menjadi 4, yaitu awan tinggi, awan sedang, awan rendah, dan awan dengan perkembangan vertikal.
 6. Hujan berdasarkan bentuk curah hujannya, yaitu hujan (**rain**), salju, hujan es.
 7. Hujan berdasarkan proses terjadinya, yaitu hujan konveksi, orografis, frontal, dan zenithal.
 8. Pembagian tipe iklim adalah berdasarkan berikut: zaman Yunani, Klagen, Supan dan Rubner, Jungjuhn, dan Koppen.
 9. Pemanasan global adalah gejala naiknya suhu permukaan bumi karena naiknya intensitas efek rumah kaca. Dampaknya pada perubahan iklim dan kenaikan permukaan laut.
 10. El Nino adalah menghangatnya suhu muka laut di atas rata-rata ke daerah Pasifik Timur dan Pasifik Tengah.
 11. La Nina adalah mendinginnya suhu muka laut di bawah rata-rata di daerah Pasifik Timur dan Pasifik Tengah.
-

Evaluasi Akhir Bab

A. Tulis jawaban soal-soal berikut ini pada buku tulismu!

1. Komposisi macam-macam zat yang banyak dalam atmosfer menurut Humprey adalah sebagai berikut, **kecuali** . . .
 - A. nitrogen
 - B. oksigen
 - C. aragon
 - D. hidrogen
 - E. helium
2. Konsentrasi gas ozon (O_3) terdapat pada lapisan . . .
 - A. troposfer
 - B. stratosfer
 - C. mesosfer
 - D. termosfer
 - E. ionosfer
3. Berikut ini adalah unsur-unsur cuaca, **kecuali** . . .
 - A. hujan
 - B. penyinaran panas matahari
 - C. suhu udara
 - D. tekanan udara
 - E. kelembapan udara

4. Peristiwa cuaca, terutama terbentuk di lapisan troposfer, karena di lapisan ini
 - A. terkandung zat dan gas
 - B. terjadi proses adiabatik basah dan kering
 - C. letaknya paling dekat dengan muka bumi
 - D. unsur-unsur radiasi matahari diserap bumi
 - E. terjadi gerakan udara naik

5. Batuan meteorit dan eksosfer kebanyakan hancur di lapisan
 - A. troposfer
 - B. stratosfer
 - C. stratopause
 - D. mesosfer
 - E. termosfer

6. Proses ionisasi hanya terbentuk pada siang hari, karena
 - A. gas oksigen dan nitrogen menyerap radiasi matahari
 - B. ion adalah atom gas yang hanya bermuatan listrik positif
 - C. konsentrasi adalah ion yang hanya terbentuk di lapisan termosfer
 - D. konsentrasi ion dapat memantulkan gelombang radio
 - E. termosfer adalah bagian atmosfer terpanas

7. Suhu udara di permukaan bumi tidak sama. Berikut ini adalah beberapa faktor penyebabnya, **kecuali**
 - A. radiasi matahari menjadi panas setelah menyentuh bumi
 - B. bentuk muka bumi bulat
 - C. kemiringan sinar matahari tidak sama
 - D. bumi yang menghadap matahari berputar
 - E. posisi bumi terhadap matahari berubah-ubah

8. Tekanan udara di atas khatulistiwa bumi selalu minimum, sebab
 - A. matahari selalu berada di atas khatulistiwa
 - B. udaranya cukup lembap
 - C. khatulistiwa adalah daerah konvergensi antartropik
 - D. suhu udaranya paling tinggi
 - E. tekanan udara adalah salah satu dari tiga unsur cuaca

9. Berikut ini adalah gejala-gejala cuaca, **kecuali**
 - A. angin
 - B. awan
 - C. matahari
 - D. hujan
 - E. gejala optik

10. Kabut yang menyelimuti Kota Jakarta yang tampak dari daerah Puncak pada pukul 06.00 berasal dari
 - A. angin laut
 - B. angin gunung
 - C. angin lembah
 - D. angin darat
 - E. kabut industri

11. Gurun pasir gersang yang luas di dunia, umumnya berlokasi di daerah subtropika, sebab di daerah ini
 - A. jarang turun hujan
 - B. lengas nisbi udaranya kurang dari 25%
 - C. bertekanan udara maksimum
 - D. tempat pemusatan angin pasat
 - E. tempat turunnya angin antipasat
12. Sebelum terbentuk awan, di angkasa terjadi proses
 - A. penguapan
 - B. adiabatik basah
 - C. aliran udara konvektif
 - D. lengas nisbi udara jenuh
 - E. kondensasi
13. Curah hujan adalah
 - A. air yang turun dari langit
 - B. banyaknya air yang tertampung alat pengukur hujan
 - C. massa butir-butir air di udara
 - D. air yang dikandung awan
 - E. sumber air tawar
14. Berdasarkan persetujuan internasional, awan diklasifikasikan menjadi
 - A. 2 golongan
 - B. 3 golongan
 - C. 4 golongan
 - D. 5 golongan
 - E. 6 golongan
15. Penggolongan iklim menurut Junghuhn adalah sebagai berikut, **kecuali** daerah udara
 - A. panas
 - B. sedang
 - C. hangat
 - D. sejuk
 - E. dingin
16. Klasifikasi iklim berdasarkan pertumbuhan vegetasi ditentukan oleh besarnya curah hujan bulanan dan besarnya penguapan bulanan, dikemukakan oleh
 - A. Oldeman
 - B. Thornthwaite
 - C. Mohr
 - D. Köppen
 - E. Schmidt dan Ferguson
17. Menghangatnya suhu muka laut di atas rata-rata di daerah Pasifik Timur dan Pasifik Tengah, disebut
 - A. El Nino aktif
 - B. La Nina aktif
 - C. badan tropik
 - D. La Nina
 - E. El Nino

18. Mendinginnya suhu muka laut di bawah rata-rata di daerah Pasifik Timur dan Pasifik Tengah, disebut
- A. El Nino aktif D. La Nina
B. La Nina aktif E. El Nino
C. badai tropik
19. Gejala naiknya suhu permukaan bumi karena naiknya intensitas efek rumah kaca disebut
- A. green house effect D. kekeringan
B. El Nino aktif E. pemanasan global
C. La Nina aktif
20. Jenis flora berdasarkan iklim dan ketinggian tempat di muka bumi ada 4 macam, **kecuali** jenis hutan
- A. tropis D. gurun
B. musim E. stepa
C. savana

B. Jawab soal-soal berikut ini dengan singkat dan jelas pada buku tulismu!

1. Sebutkan lapisan atmosfer secara berurutan dari yang terbawah sampai yang teratas!
2. Sebutkan 4 unsur-unsur cuaca!
3. Apa yang dimaksud dengan angin siklon (**cyclone**) dan antisiklon (**anticyclone**)?
4. Berilah contoh 5 angin siklon tropis yang terkenal!
5. Sebutkan 4 jenis hujan berdasarkan proses terjadinya!
6. Apa yang dimaksud dengan modifikasi cuaca dan hujan rangsangan (**stimulation of rain**)?
7. Sebutkan 4 penggolongan daerah iklim menurut Junghuhn (tanpa penjelasan ciri-cirinya)!
8. Sebutkan 4 macam jenis flora berdasarkan iklim dan ketinggian tempat!
9. Jelaskan apa yang dimaksud dengan efek rumah kaca (**green house effect**) dan gas rumah kaca!
10. Jelaskan apa yang dimaksud dengan El Nino dan La Nina!

Bab V

Hidrosfer



Sumber: Album Photo 2006

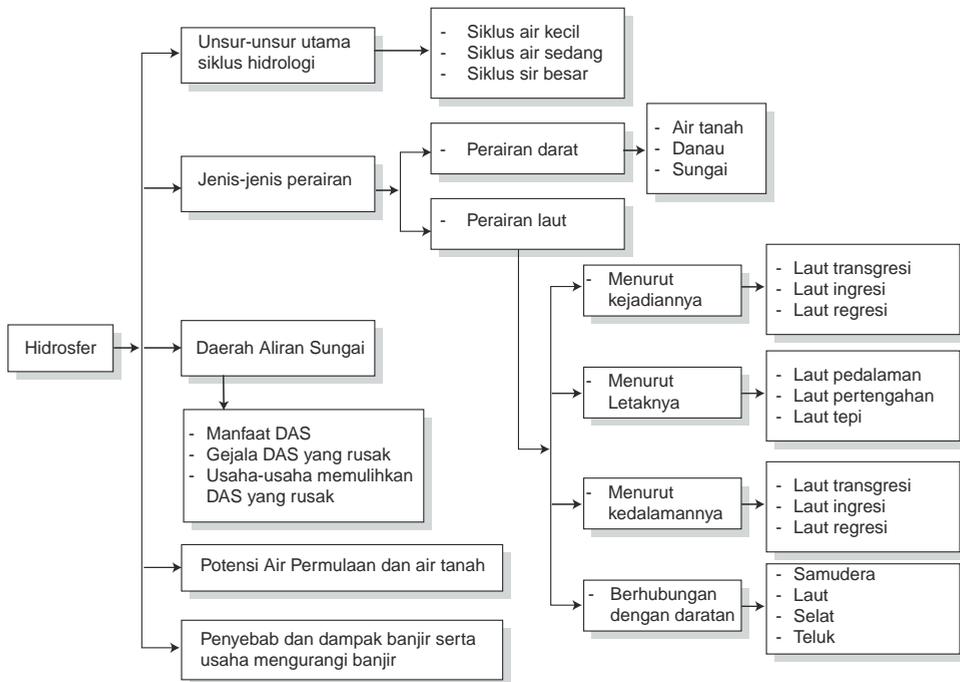
Perairan laut meliputi sebagian besar permukaan bumi

TUJUAN PEMBELAJARAN

Siswa dapat:

1. menjelaskan kembali berbagai jenis perairan darat dan laut;
2. menyimpulkan manfaat perairan darat dan laut bagi kehidupan di muka bumi.

PETA KONSEP



Sebagian besar permukaan bumi kita terdiri atas perairan. Ada perairan laut dan perairan darat. Lapisan perairan di bumi tersebut kita kenal sebagai **lapisan hidrosfer**.

Berikut ini akan kita bahas mengenai hidrosfer dan dampaknya terhadap kehidupan di muka bumi.

A. Unsur-Unsur Utama Siklus Hidrologi

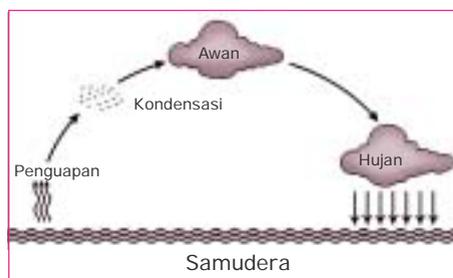
Secara garis besar, di muka bumi ini terdapat dua jenis air, yaitu air tawar dan air laut. Air tawar yang terdapat di daratan disebut **perairan darat**. Air laut yang berkadar garam tinggi terdapat di lautan disebut **perairan laut**. Volume air di muka bumi seluruhnya diperkirakan sekitar 1.400 juta km³. Dengan perbandingan 97,5% volume air laut dan 2,5% volume air tawar. Air merupakan bagian terpenting bagi makhluk hidup, seperti manusia, hewan, dan tumbuhan. Sumber utama perairan yang ada di daratan adalah berasal dari lautan.

Negara Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari beribu-ribu pulau yang dikelilingi oleh laut-laut. Indonesia sering juga disebut **Negara Maritim**, karena hampir $\frac{2}{3}$ luas Indonesia terdiri atas laut.

Perairan laut meliputi semua badan air yang terdapat di lautan. Sebaliknya, perairan darat airnya berasal dari laut melalui suatu proses yang disebut siklus hidrologi atau siklus air. Perairan darat ini terdiri atas sungai, danau, rawa, air dalam tanah, dan sebagainya.

Siklus air adalah rantai peredaran air yang disebut juga siklus hidrologi. Siklus air ini ada tiga macam, yaitu siklus air kecil, siklus air sedang, dan siklus air besar.

1. Siklus Air Kecil

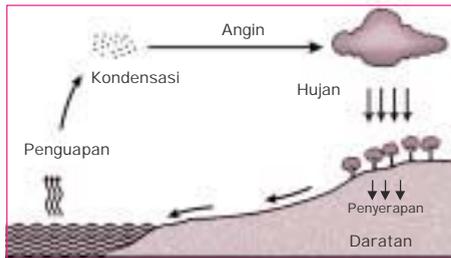


Sumber: Kamus Geografi (sedikit perubahan oleh penulis)

Akibat penyinaran matahari terhadap samudera atau laut menimbulkan penguapan dan terbentuklah awan. Karena awan jenuh maka terjadilah hujan di laut tanpa melalui daratan.

Gambar 5.1. Siklus hidrologi kecil

2. Siklus Air Sedang

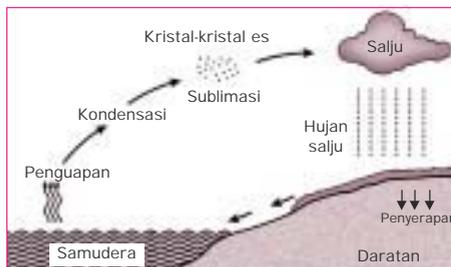


Sumber: Kamus Geografi (sedikit perubahan oleh penulis)

Proses penguapan di laut membentuk awan yang dibawa oleh angin ke daratan. Karena awan jenuh maka terjadilah hujan di daratan. Akhirnya, membentuk aliran sungai yang kembali mengalir ke laut.

Gambar 5.2 Siklus hidrologi sedang

3. Siklus Air Besar



Sumber: Kamus Geografi (sedikit perubahan oleh penulis)

Awan yang terbentuk di lautan dibawa oleh angin ke daratan. Awan mengalami kondensasi sampai titik beku sehingga membentuk kristal-kristal es dan terbentuklah hujan salju. Karena pengaruh suhu, salju mencair lalu mengalir kembali ke laut.

Gambar 5.3 Siklus hidrologi besar

B. Berbagai Jenis Perairan

Seperti sudah diuraikan di atas, jenis perairan ada dua macam, yaitu perairan darat dan perairan laut.

1. Perairan Darat

Perairan darat meliputi sungai, danau, rawa, air beku (es dan salju), air tanah, dan air di udara (gas uap air dan air hujan). Semuanya itu berupa air tawar, kecuali di rawa dekat pantai yang berair payau. Volume air tawar yang terdapat di daratan bumi sekitar 35 juta km³ atau 2,5% dari seluruh benda cair di permukaan bumi.

a. Air Tanah

Air tanah adalah air yang terdapat atau tersimpan di dalam tanah. Air tanah berasal dari air hujan, laut, atau magma. Air tanah yang berasal dari air hujan disebut **air vados** atau **air tua**. Air ini mengandung air berat (H_3) atau tritium. **Tritium** adalah suatu unsur yang terdapat pada atmosfer dan berada

di dalam tanah karena turun bersama-sama air hujan. Air tanah yang melintasi dapur magma disebut **air juvenil**.

Air juvenil belum mengalami siklus hidrologi. Air ini merupakan air baru yang ditambahkan pada zona kejenuhan dari kulit bumi yang dalam. Kedalaman air antara tempat yang satu dengan tempat yang lainnya tidak sama. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain:

- 1) permeabilitas tanah;
- 2) kemiringan lahan;
- 3) jarak tempat dengan laut atau danau.

Adapun manfaat air tanah adalah sebagai berikut:

- 1) merupakan bagian yang penting dalam siklus hidrologi;
- 2) membasahi tanah dan sekaligus mengikat butir-butir tanah yang satu dengan yang lain;
- 3) menyediakan air bagi tumbuh-tumbuhan;
- 4) merupakan persediaan air bersih secara alami.

b. Danau

Danau adalah massa air yang seluruhnya dikelilingi daratan, berbentuk cekungan yang lebih dalam dari telaga atau laguna.

- 1) Jenis-jenis danau berdasarkan proses terjadinya adalah sebagai berikut.
 - a) **Danau tektonik**, yaitu danau yang terjadi karena peristiwa tektonisme. Misalnya, Danau Towuti, Danau Poso, dan Danau Tondano di Sulawesi, Danau Matana, Danau Maninjau, dan Danau Singkarak di Sumatera.
 - b) **Danau vulkanik**, yaitu danau yang terjadi karena peristiwa vulkanisme atau gunung meletus. Misalnya, Danau Batur di Bali dan Danau Gunung Kelud di Jawa Timur.
 - c) **Danau tektonovulkanik**, yaitu danau yang terjadi karena peristiwa tektonisme dan vulkanisme. Misalnya, Danau Toba di Sumatera Utara.
 - d) **Danau karst** atau **kapur**, yaitu danau yang terjadi di daerah kapur akibat proses pelarutan batuan kapur oleh air hujan. Misalnya, Danau Karst di Gunung Kidul, Jawa Tengah.
 - e) **Danau gletser**, yaitu danau yang terjadi karena adanya erosi di daerah es. Misalnya, Danau Superior di Amerika Serikat.
 - f) **Danau bendungan**, yaitu danau yang terjadi karena aliran sungai yang terbendung, baik secara alami maupun buatan manusia. Misalnya, Bendungan Jatiluhur, Bendungan Karang Kates, Bendungan Riam Kanan, Bendungan Gajah Mungkur, Bendungan Prijetan, dan Bendungan Wadas Lintang.

- 2) Manfaat danau adalah sebagai berikut:
 - a) sebagai sumber mata pencarian penduduk sekitar (perikanan darat);
 - b) sebagai pusat pembangkit listrik;
 - c) sebagai objek wisata;
 - d) tempat kegiatan olahraga dayung dan ski air.
- 3) Faktor-faktor kerusakan danau meliputi:
 - a) berkurangnya debit aliran sungai yang masuk;
 - b) volume pengurangan air lebih besar daripada volume aliran air yang masuk ke danau;
 - c) adanya gerakan tektonik yang menyebabkan terjadinya pengangkatan dasar danau;
 - d) pendangkalan danau yang disebabkan oleh adanya endapan sungai;
 - e) adanya polutan yang masuk ke danau sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran pada danau.
- 4) Upaya-upaya pelestarian danau meliputi:
 - a) penjagaan kelestarian hutan dan penghijauan daerah di sekitar sungai yang menuju ke danau;
 - b) pencegahan masuknya polutan yang berasal dari pabrik ke aliran sungai;
 - c) pembinaan masyarakat penangkap ikan di danau agar tidak menggunakan bahan peledak;
 - d) pembinaan masyarakat yang tinggal di sekitar sungai yang menuju ke danau agar tidak membuang sampah ke sungai;
 - e) pembinaan masyarakat di sekitar danau agar menjaga kelestarian lingkungan hidup.

c. Rawa

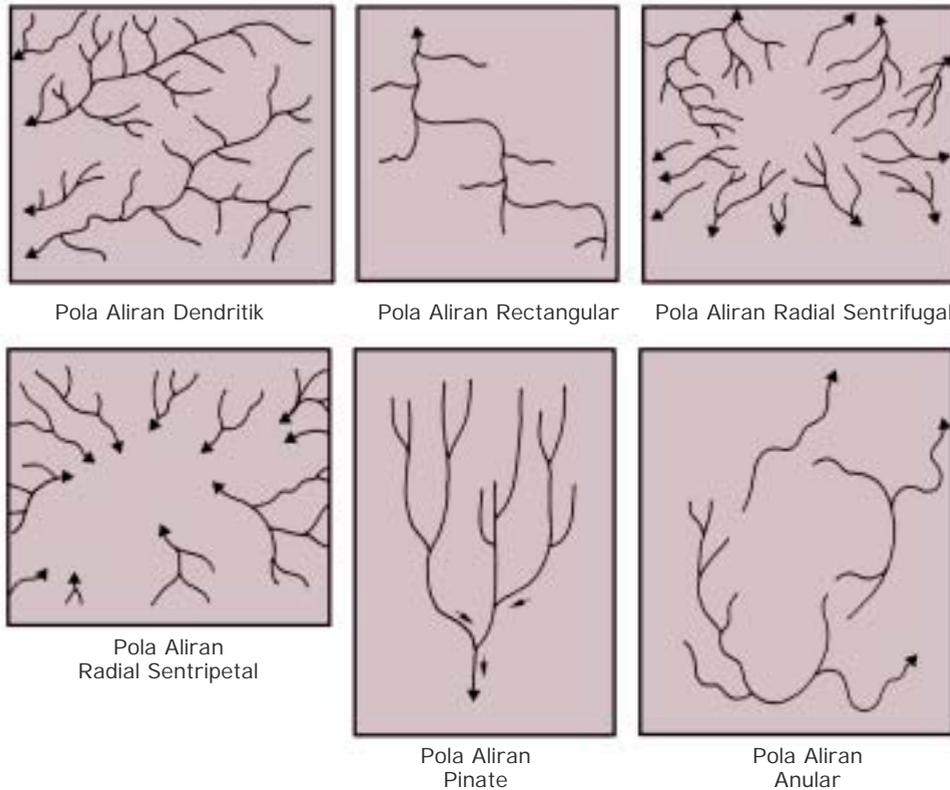
Rawa adalah daerah yang selalu tergenang air, terdapat di daerah dataran rendah. Adapun jenis-jenis rawa adalah sebagai berikut:

- 1) **rawa tergenang**, yaitu rawa yang terjadi karena dataran rendah yang selalu tergenang air;
- 2) **rawa pasang surut**, yaitu rawa yang terjadi karena pengaruh air pasang dan air surut laut.

d. Sungai

Sungai adalah massa air yang mengalir secara alami pada suatu lembah dan bermuara di laut, danau, atau di sungai lain. Jenis-jenis sungai adalah sebagai berikut.

- 1) Jenis sungai berdasarkan asal airnya:
 - a) **sungai hujan**, yaitu sungai yang airnya berasal dari air hujan;
 - b) **sungai gletser**, yaitu sungai yang airnya berasal dari cairan gletser yang mencair;
 - c) **sungai campuran**, yaitu sungai yang airnya berasal dari campuran antara air hujan dan air gletser.
- 2) Jenis sungai berdasarkan genesanya (asal terjadinya):
 - a) **sungai konsekuen longitudinal**, yaitu sungai yang arah alirannya sejajar dengan arah antiklinal;
 - b) **sungai konsekuen lateral**, yaitu sungai yang arah alirannya sejajar dengan kemiringan lereng;
 - c) **sungai subsekuen**, yaitu sungai yang arah alirannya menuju ke sungai konsekuen lateral;
 - d) **sungai resekuen**, yaitu sungai yang arah alirannya sejajar dengan sungai konsekuen lateral dan menuju sungai subsekuen;
 - e) **sungai obsekuen**, yaitu sungai yang menuju ke sungai subsekuen dan arah aliran airnya berlawanan dengan sungai konsekuen lateral.
- 3) Jenis sungai berdasarkan geologinya:
 - a) **sungai anteseden**, yaitu sungai yang kekuatan erosi ke dalamnya mampu mengimbangi pengangkatan daerah;
 - b) **sungai superimposed**, yaitu sungai yang mengalir pada lapisan sedimen yang datar dan menutupi lapisan di bawahnya.
- 4) Jenis sungai berdasarkan debit airnya:
 - a) **sungai permanen**, yaitu sungai yang aliran airnya tetap mengalir sepanjang tahun;
 - b) **sungai periodik**, yaitu sungai yang aliran airnya mengalir pada waktu-waktu tertentu.
- 5) Jenis sungai berdasarkan pola alirannya:
 - a) **pola aliran dendritik**, yaitu pola aliran sungai yang tidak teratur;
 - b) **pola aliran rectangular**, yaitu pola aliran sungai di tempat pertemuan induk sungai dan cabang sungai membentuk sudut 90°;
 - c) **pola aliran radial sentrifugal**, yaitu pola aliran sungai yang menyebar dari sebuah dome;
 - d) **pola aliran radial sentripetal**, yaitu pola aliran sungai yang memusat, aliran airnya menuju ke sebuah cekungan;
 - e) **pola aliran pinate**, yaitu pola aliran sungai yang anak-anak sungainya bermuara ke sungai induk membentuk sudut lancip;
 - f) **pola aliran anular**, yaitu pola aliran sungai radial sentrifugal yang membentuk anak sungai baru.



Gambar 5.4 Pola-pola aliran sungai

Sumber: *Penuntun Pelajaran Geografi (sedikit perubahan oleh penulis)*

2. Perairan Laut

Perairan laut adalah seluruh badan air yang terdapat di lautan. Dari seluruh luas permukaan bumi kita, 70% terdiri dari air yang disebut lautan. Semua badan air yang terdapat di daratan (perairan darat), airnya berasal dari air laut atau lautan. Lautan atau samudera yang ada di dunia terdiri dari:

- Samudera Pasifik, luasnya 179.700.000 km²;
- Samudera Atlantik, luasnya 93.400.000 km²;
- Samudera Hindia, luasnya 74.900.000 km²;
- Samudera Arktik, luasnya 13.223.763 km²;
- Samudera Antartika, luasnya 13.209.000 km².

Seluruh badan lautan di dunia ini sangat penting bagi kehidupan, yaitu:

- sebagai sumber daya alam laut yang dapat dimanfaatkan oleh manusia (ikan, rumput laut, minyak bumi lepas pantai);
- dapat dijadikan sebagai sarana lalu lintas (pelayaran);
- untuk pembangkit tenaga listrik menggunakan tenaga gelombang;

- d. sebagai sumber hujan yang penting bagi kehidupan di permukaan bumi;
- e. menghasilkan berbagai mineral, seperti garam;
- f. sebagai objek penelitian untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

Pengetahuan yang mempelajari tentang kelautan disebut **oceanografi**. Materi yang dipelajari dalam oceanografi, antara lain jenis dan persebaran perairan laut, kedalaman laut, relief laut, arus, pasang naik dan pasang surut, suhu laut, dan kehidupan di laut. Dari uraian tersebut jelas bahwa peranan laut sangat penting bagi kehidupan. Oleh sebab itu, upaya untuk melestarikan lautan menjadi sangat penting.

a. Jenis dan Persebaran Perairan Laut

Perairan laut meliputi seluruh permukaan bumi yang bukan daratan. Pada umumnya, perairan laut mempunyai kadar garam lebih tinggi daripada perairan darat. Berikut ini adalah jenis-jenis perairan laut yang ada di bumi.

- 1) Jenis perairan laut menurut kejadiannya, yaitu sebagai berikut.
 - a) **Laut transgresi** adalah laut dangkal yang terjadi karena genangan air terhadap daratan. Hal itu sebagai akibat naiknya permukaan air laut karena pencairan es kutub, seperti yang terjadi pada akhir zaman es atau glasial. Contohnya, Laut Jawa.
 - b) **Laut ingresi** adalah laut dalam yang terjadi karena dasar laut mengalami penurunan atau patahan. Contohnya, Laut Tengah dan Laut Karibia.
 - c) **Laut regresi** adalah laut yang makin menyempit akibat permukaan air laut turun. Pada awal zaman es, suhu di permukaan bumi turun sehingga banyak terjadi pembekuan air, terutama di daerah kutub. Akibatnya, permukaan air laut turun atau menyempit.
- 2) Jenis perairan laut menurut letaknya, yaitu sebagai berikut.
 - a) **Laut pedalaman** adalah laut yang terletak di daerah pedalaman. Hampir seluruh bagian laut itu dikelilingi oleh daratan. Contohnya, Laut Kaspia, Laut Hitam, dan Laut Baltik.
 - b) **Laut pertengahan** adalah laut yang terletak di antara dua benua. Misalnya, Laut Karibia yang menghubungkan Amerika Utara dan Amerika Selatan; Laut Austral-Asia yang menghubungkan Benua Asia dan Benua Australia; Laut Mediterania yang menghubungkan Benua Afrika dan Benua Eropa.
 - c) **Laut tepi** adalah laut yang terletak di tepi benua dan terpisah dengan lautan karena adanya gugusan pulau. Contohnya, Laut Cina Selatan dan Laut Jepang.

- 3) Jenis perairan laut menurut kedalamannya, yaitu sebagai berikut.
 - a) **Laut dalam** adalah laut yang kedalamannya lebih dari 200 m.
 - b) **Laut dangkal** adalah laut yang kedalamannya kurang dari 200 m.
- 4) Pembagian laut dalam hubungannya dengan daratan, yaitu sebagai berikut.
 - a) **Lautan** atau **samudera** adalah laut yang sangat luas terletak di antara dua benua.
 - b) **Laut** adalah perairan yang lebih sempit dari samudera dan terdiri atas laut pedalaman, laut pertengahan, dan laut tepi.
 - c) **Selat** adalah perairan pemisah antara pulau yang satu dengan pulau yang lainnya yang amat sempit (lebih sempit daripada laut).
 - d) **Teluk** adalah bagian laut yang menjorok ke darat.

b. Mineral Perairan Laut dan Manfaatnya

Beberapa mineral dari perairan laut yang dapat dimanfaatkan adalah sebagai berikut:

- 1) garam untuk pengawet ikan dan penyedap makanan;
- 2) kapur untuk alat tulis dan bahan bangunan;
- 3) fosfat untuk bahan baku pembuatan pupuk;
- 4) minyak bumi untuk bahan bakar;
- 5) timah untuk industri peluru dan pelapis kaleng;
- 6) pasir besi untuk bahan industri berat;
- 7) kalsium karbonat untuk pembuatan potas.

c. Organisme Perairan Laut dan Manfaatnya

Organisme-organisme yang hidup di perairan laut dan bermanfaat adalah sebagai berikut.

- 1) **Nekton**, yaitu organisme laut yang dapat berenang sendiri, seperti ikan, penyus, dan udang tertentu. Manfaatnya untuk bahan makanan dan gizi manusia, serta bisa menjadi sumber devisa negara.
- 2) **Plankton**, yaitu organisme laut yang tidak mempunyai alat untuk bergerak sendiri. Gerakannya ditentukan oleh arus laut. Manfaatnya sebagai sumber makanan ikan.
- 3) **Bentos**, yaitu organisme laut yang hidup di dasar laut. Bentos hidup melekat dan merayap pada suatu tempat, seperti tiram, tumbuhan laut, dan kepiting laut. Salah satu manfaatnya adalah untuk bahan obat-obatan dan kosmetik.

d. Pemanfaatan Perairan Laut

Perairan laut dapat dimanfaatkan pada bidang-bidang:

- 1) perhubungan atau pengangkutan laut,
- 2) pembangkit listrik,
- 3) pertanian,
- 4) perikanan,
- 5) pertahanan.

e. Permasalahan Perairan Laut

Beberapa permasalahan yang terjadi di perairan laut Indonesia adalah sebagai berikut:

- 1) pencemaran air laut,
- 2) pendangkalan laut,
- 3) penangkapan ikan dengan bahan peledak,
- 4) batas laut.

f. Perairan Laut di Wilayah Indonesia

Wilayah perairan laut di Indonesia adalah sebagai berikut:

- 1) **Laut Nusantara**, yaitu laut yang berada di antara pulau yang dibagi oleh garis dasar pulau-pulau tersebut;
- 2) **Laut teritorial**, yaitu laut yang jaraknya 12 mil diukur dari garis dasar pulau terluar;
- 3) **ZEE**, yaitu laut yang wilayahnya 200 mil diukur dari garis dasar pulau terluar;
- 4) **Batas landas kontinen**, yaitu laut dangkal atau landas benua yang kedalamannya tidak lebih dari 150 m.

Dalam kaitannya dengan Wawasan Nusantara, wilayah perairan laut Indonesia merupakan bagian yang penting sebagai suatu kesatuan wilayah, di samping daratan dan wilayah udara Indonesia.

TUGAS 1

1. Apakah di dekat tempat tinggalmu terdapat sungai, danau, atau rawa? Jika ada, sebutkan namanya dan apa yang dihasilkannya?
2. Apakah di dekat tempat tinggalmu terdapat laut? Jika ada, sebutkan hasil lautnya yang terbanyak!
3. Buatlah jawaban soal-soal di atas dalam sebuah laporan. Diskusikan di dalam kelas!

C. Daerah Aliran Sungai (DAS)

DAS adalah daerah di kiri kanan aliran sungai tempat mengalirnya air ke sungai induk. Gambaran DAS adalah seperti berikut ini.



Sumber: Pegangan Geografi. S. Machmudi Alimin (sedikit perubahan oleh penulis)

Gambar 5.5 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai meliputi seluruh area yang airnya mengalir lewat celah alur alam beserta anak sungai yang mengalir ke sungai induk. Daerah ini dipisahkan oleh topografi yang tegas sebagai satu kesatuan tata air. Jika hujan jatuh di DAS tersebut maka air akan dialirkan melalui sungai yang berada di DAS tersebut.

Menurut daerah alirannya, DAS dibagi atas DAS hulu, DAS tengah, dan DAS hilir. DAS hulu aliran umumnya di daerah pegunungan tinggi, DAS tengah aliran umumnya di daerah pegunungan menengah atau pegunungan rendah dan DAS hilir aliran umumnya di daerah pegunungan rendah atau di dataran rendah pantai. Contoh DAS di Indonesia, antara lain DAS Citarum (Jawa Barat) dan DAS Bengawan Solo (Jawa Tengah).

1. Manfaat DAS

DAS yang lingkungannya baik merupakan lahan potensial yang serbaguna. Adapun manfaat DAS adalah sebagai berikut.

- DAS sebagai lahan pertanian, jenis-jenis tanaman yang sesuai dengan ketinggian dan temperatur udaranya.
- DAS tengah dan DAS hilir di daerah pegunungan rendah dan dataran rendah pantai, umumnya bertanah aluvial. Di Indonesia, DAS semacam itu berupa bentang pesawahan yang luas dan merupakan lahan palawija jenis tanaman udara panas, seperti tebu, kelapa, dan buah-buahan.
- DAS yang sungainya tidak mengalami proses pendangkalan menjadi pusat permukiman.
- DAS merupakan cadangan air secara alami.
- DAS merupakan daerah irigasi yang mapan.
- Dari segi estetika, DAS sebagai daerah wisata.
- Induk DAS dapat dijadikan PLTA dan perikanan darat.
- DAS sebagai sarana transportasi (Kalimantan) dan kegiatan olahraga.

2. Gejala-Gejala DAS yang Rusak

DAS dan lingkungan sekitarnya akan menjadi rusak, apabila terjadi hal-hal sebagai berikut.

- a. Lahan pertanian di lingkungan sekitar DAS bertanah kritis, gundul, dan tandus.
- b. Kawasan hutan di DAS hulu rusak.
- c. Gejala-gejala pendangkalan sungai yang cepat ditandai dengan seringnya banjir yang menggenangi DAS selama berminggu-minggu.
- d. Terbentuknya delta (daerah aluvial) di daerah hilir.
- e. Dataran pantai bertambah luas.
- f. Terbentuknya endapan yang terjadi di kanan kiri sungai.
- g. Di sekitar DAS menjadi tempat permukiman penduduk yang padat.

3. Usaha-Usaha untuk Memulihkan DAS yang Rusak

Agar DAS dan lingkungannya pulih menjadi lahan potensial, maka harus dilakukan usaha-usaha sebagai berikut.

- a. Lahan miring di lingkungan DAS harus diterasering dan dihijaukan agar intensitas erosinya rendah.
- b. Hutan di DAS hulu harus terjamin kelestariannya. Bagian-bagian kawasan hutan produksi setelah dimanfaatkan harus segera direboisasi.
- c. DAS harus bebas dari pencemaran limbah industri.
- d. Adanya larangan penebangan hutan.
- e. Adanya pembatasan daerah sekitar untuk permukiman penduduk.

D. Potensi Air Permukaan dan Air Tanah

1. Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang jatuh dari atmosfer dan keluar dari mata air, kemudian mengalir di atas permukaan tanah, masuk ke sungai besar dan sungai kecil, kolam-kolam, danau-danau, rawa, dan sumur.

2. Air Tanah

Air tanah adalah air yang terdapat di lapisan dangkal dan lapisan dalam tanah. Dari sekitar 1.036 juta km³ air tawar di sungai, danau, rawa, dan benda-

benda basah di daratan muka bumi, sekitar 1.015,3 juta km³ (98%) tersimpan berupa air tanah.

Air tanah di lapisan dangkal disebut **phreatic** dan di lapisan dalam disebut **air tanah dalam**. Sumur gali berair banyak dan tetap jika galiannya mencapai lapisan phreatic. Mata-mata air sumbernya berasal dari lapisan phreatic dan air tanah dalam.

Air tanah merupakan air tawar yang paling bersih. Hal ini disebabkan terserapnya air permukaan ke dalam lapisan batuan tanah. Air ini dibersihkan dan dinetralkan derajat keasamannya. Air tanah atau air di bawah permukaan bumi ini menjadi sumber mata air, anak sungai, induk sungai, dan mengisi sumur-sumur.

Air tanah berasal dari:

- a. hujan;
- b. salju yang mencair;
- c. bentuk curahan lain, misalnya perembesan dari buangan rumah tangga dan laut;
- d. uap dari magma.

Jumlah air yang merembes ke dalam tanah bergantung pada hal-hal berikut ini:

- a. jumlah total curahan;
- b. tingkat pencurahan (jika hujannya tidak begitu besar, air akan mudah meresap ke dalam tanah, tetapi jika hujannya besar, air lebih banyak mengalir sebagai air permukaan);
- c. kemiringan lereng, makin curam lereng maka air permukaan akan mengalir dengan cepat dan perembesannya sedikit;
- d. keadaan lubang-lubang (liang-liang) batuan;
- e. formasi tanah yang memungkinkan air merembes (jika batuan atau tanahnya permeabel maka tanah dapat ditembus air, tetapi jika impermeabel maka tanah itu tidak dapat ditembus atau dilewati);
- f. kemiringan batuan (jika lapisan batuannya datar, kecepatan air mengalir lebih lambat dibanding lapisan batuan yang miring);
- g. jumlah uap air dalam atmosfer juga akan menentukan seberapa jauh air akan menembus ke dalam tanah.

3. Potensi Air Permukaan dan Air Tanah

Potensi air permukaan dan air tanah, yaitu sebagai berikut:

- a. sebagai sumber air minum, baik melalui sumur maupun pengeboran;
- b. sebagai sumber tenaga, yaitu dari tenaga air waduk atau danau dibuat PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air);

- c. sebagai irigasi (dari waduk atau danau);
- d. air di sungai merupakan tempat persediaan ikan secara alami, air di waduk dibuat jaring terapung;
- e. sebagai sarana transportasi, seperti yang dilakukan oleh masyarakat yang tinggal di pinggir sungai besar maupun danau;
- f. sebagai bahan pembantu dalam proses industri;
- g. sebagai sarana olahraga, misalnya arung jeram, lomba dayung, renang, dan sebagainya.

E. Penyebab dan Dampak Banjir serta Usaha Mengurangi Banjir

1. Penyebab dan Dampak Banjir

Banjir yang merata dapat terjadi disebabkan oleh hujan yang luar biasa derasnya. Air yang menguap atau terserap oleh tanah sangat sedikit, sehingga jumlah air yang sangat besar turun melalui lereng.

Banjir merata tersebut dapat menyebabkan meluapnya air sungai yang disebut **banjir bandang**. Banjir merata dapat terjadi apabila di musim dingin dan semi, salju dengan cepat mencair karena kenaikan temperatur atau suhu dengan tiba-tiba, apalagi dibarengi oleh hujan deras. Banjir ini bersifat sangat merusak.

a. Pengikisan Tanah oleh Banjir

Pengikisan tanah yang terjadi karena banjir ditentukan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

- 1) banyaknya air yang mengalir melalui lereng;
- 2) kemiringan atau keterjalan lereng;
- 3) kecepatan aliran air pada waktu banjir;
- 4) kekuatan atau ketahanan tanah yang dilalui banjir;
- 5) tidak adanya tanaman hidup.

b. Dampak Banjir

Dampak banjir dapat menyebabkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) menyebabkan kerusakan di daerah lembah yang tumbuh-tumbuhannya hilang oleh manusia maupun proses alam;
- 2) terbentuknya selokan-selokan sempit yang makin lama berubah kedalamannya menjadi puluhan, bahkan ratusan meter;

- 3) kerugian materi bagi manusia berupa penyakit gangguan perut (muntaber) dan penyakit kulit.

b. Usaha-Usaha Mengurangi Risiko Banjir

Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko banjir adalah sebagai berikut.

- Pengendalian banjir secara terpadu berhubungan dengan pelaksanaan konservasi yang tepat.
- Pencegahan banjir seharusnya dimulai dari daerah hulu sungai, sebelum banjir terjadi.
- Pengelolaan pertanian, peternakan, dan tanah hutan di dekat sungai dengan tepat.
- Pembangunan tanggul-tanggul dan saluran pembuangan banjir (sodetan).
- Pembangunan bendungan atau tandon air untuk membawa dan menyimpan air yang berlebihan.

TUGAS 2

- Apakah tempat tinggalmu di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS)? Sebutkan nama DAS tersebut!
- Jika ada, catatlah daerah di sekitar tempat tinggalmu yang selalu terkena banjir!
- Sebutkan dan jelaskan apa saja penyebab banjir tersebut!
- Bagaimana cara-cara mengatasinya?
- Catatlah semua jawaban soal di atas dalam bentuk laporan kepada gurumu! Lalu, diskusikan dengan teman kelompokmu!

Kata Kunci

- Hidrosfer
- Perairan darat
- Perairan laut
- Siklus air
- Air tanah
- Danau
- Rawa
- Sungai
- Daerah Aliran Sungai (DAS)
- Air permukaan
- Banjir

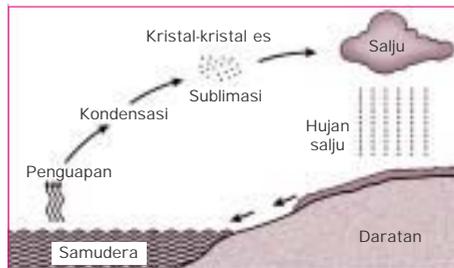
RANGKUMAN

1. Hidrosfer di muka bumi ada 2 macam, yaitu perairan darat dan perairan laut.
2. Siklus air ada 3, yaitu siklus air kecil, siklus air sedang, dan siklus air besar.
3. Perairan laut, meliputi laut transgresi, laut ingresi, laut regresi, laut pedalaman, laut pertengahan, laut tepi, laut dalam, laut dangkal, samudera, laut, selat, dan teluk.
4. Perairan laut di wilayah Indonesia, meliputi Laut Nusantara, laut teritorial, ZEE, dan batas landas kontinen.
5. DAS adalah daerah di kiri kanan aliran sungai tempat mengalirnya air ke sungai induk.
6. Air permukaan adalah air yang jatuh dari atmosfer dan keluar dari mata air, lalu mengalir di atas permukaan tanah, masuk ke sungai, kolam-kolam, danau, rawa, dan sumur.
7. Air tanah adalah air yang terdapat di lapisan dangkal dan dalam tanah.

Evaluasi Akhir Bab

A. Tulis jawaban soal-soal berikut ini pada buku tulismu!

1. Perhatikan gambar di bawah ini!

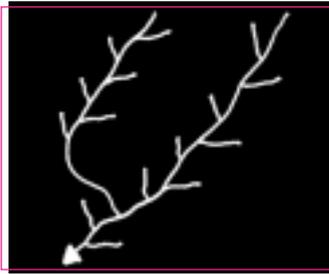


Gambar di atas adalah

- | | |
|----------------------|-------------------|
| A. siklus air sedang | D. siklus geologi |
| B. siklus air kecil | E. siklus batuan |
| C. siklus air besar | |
2. Air tanah yang melintasi dapur magma disebut

A. ground water	D. mata air
B. air artesis	E. air juvenil
C. air phreatic	

3. Gambar di bawah ini menunjukkan pola aliran



- A. radial sentrifugal
- B. radial sentripetal
- C. rectangular
- D. trellis
- E. dendritik

4. Danau yang terjadi karena peristiwa vulkanis dan tektonis disebut

- A. danau tektonik
- B. danau bendungan
- C. danau terbencong
- D. danau karst
- E. danau tektonovulkanik

5. Upaya yang dilakukan untuk melestarikan Daerah Aliran Sungai adalah

- A. merupakan cadangan air secara alami
- B. Daerah Aliran Sungai dijadikan objek wisata
- C. dijadikan daerah perikanan darat
- D. dijadikan kegiatan olahraga dan kesehatan
- E. usaha reboisasi di daerah hulu sungai

6. Laut yang menyempit dan terjadi karena permukaan air laut turun disebut

- A. laut ingresi
- B. laut transgresi
- C. laut regresi
- D. laut pedalaman
- E. laut mati

7. Laut Hitam dan Laut Baltik adalah contoh

- A. laut pedalaman
- B. laut tengah
- C. laut tepi
- D. laut ingresi
- E. laut transgresi

8. Mineral fosfat yang terdapat di perairan laut dapat dimanfaatkan untuk keperluan

- A. pengawet makanan
- B. bahan bakar
- C. pembuatan pupuk
- D. industri berat
- E. pelapis peluru dan kaleng

9. Ilmu yang mempelajari tentang perairan laut disebut
- A. oceanografi
 - B. oceanologi
 - C. hidrologi
 - D. hidrografi
 - E. kartografi
10. Kadar garam tiap-tiap tempat tidak sama. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor berikut, **kecuali**
- A. banyaknya curah hujan
 - B. banyaknya air sungai yang masuk ke laut tersebut
 - C. tinggi rendahnya penguapan
 - D. letak laut tersebut
 - E. rendahnya penguapan

B. Jawab soal-soal berikut ini dengan singkat dan jelas pada buku tulismu!

1. Jelaskan secara singkat yang dimaksud dengan:
 - a. siklus air kecil
 - b. siklus air sedang
 - c. siklus air besar
2. Sebutkan 6 jenis sungai berdasarkan pola alirannya (tanpa penjelasan)!
3. Sebutkan 3 jenis laut menurut kejadiannya!
4. Sebutkan 5 usaha memulihkan DAS yang rusak!
5. Sebutkan 5 potensi air permukaan dan air tanah!

Evaluasi Akhir Tahun

A. Tulis jawaban soal-soal berikut ini pada buku tulismu!

- Geografi adalah ilmu yang mempelajari persamaan dan perbedaan gejala geosfer dengan sudut pandang kewilayahan atau kelingkungan dalam konteks keruangan, yaitu batasan geografi dari . . .
 - Yeates
 - Strabo
 - Hartshorne
 - Bintarto
 - Lokakarya Nasional
- Geografi dapat diklasifikasikan menjadi 3 cabang, yaitu . . .
 - human geography, population geography, settlement geography
 - physical geography, population geography, regional geography
 - physical geography, economic geography, regional geography
 - physical geography, human geography, political geography
 - physical geography, human geography, regional geography
- Persebaran gejala geografi yang mengelompok di suatu tempat karena ada faktor-faktor yang menguntungkan adalah konsep . . .
 - morfologi
 - pola
 - aglomerasi
 - keterjangkauan
 - keterkaitan keruangan
- Prinsip ini meninjau gejala, fakta dan masalah geografi dalam persebarannya, interelasinya dan interaksinya dalam ruang adalah prinsip . . .
 - interelasi
 - korologi
 - diferensiasi
 - deskripsi
 - distribusi
- Bumi kita terbentuk pada . . . tahun yang lalu.
 - 460.000
 - 4.600.000
 - 46.000.000
 - 460.000.000
 - 4.600.000.000
- Pergerakan lempeng kerak bumi ada tiga, yaitu pergerakan saling . . .

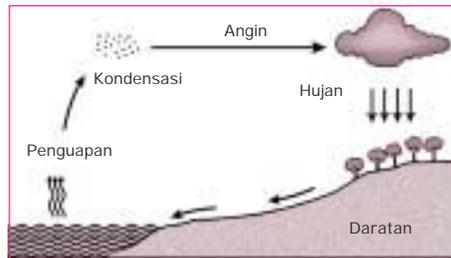
- A. mendekat, menjauh, berpapasan
 - B. mendekat, menjauh, berhimpitan
 - C. mendekat, berpapasan, berhimpitan
 - D. menjauh, berpapasan, berhimpitan
 - E. menjauh, berpapasan, bertumbukan
7. Terkenal dengan percobaan pada menara Pisa dan menemukan teleskop 7 Januari 1610 adalah
- A. Kepler
 - B. Copernicus
 - C. Galileo Galilei
 - D. Ptolemaeus
 - E. Aristoteles
8. Bagian matahari dari dalam hingga ke bagian luar secara berurutan adalah sebagai berikut
- A. inti, kromosfer, korona, fotosfer
 - B. inti, fotosfer, kromosfer, korona
 - C. inti, korona, fotosfer, kromosfer
 - D. inti, fotosfer, korona, kromosfer
 - E. inti, kromosfer, fotosfer, korona
9. Planet yang mendapat julukan “The Giant Planet” adalah planet
- A. Yupiter
 - B. Uranus
 - C. Mars
 - D. Neptunus
 - E. Saturnus
10. Berdasarkan proses terjadinya, batuan dibagi menjadi batuan
- A. beku, sedimen, dan metamorf
 - B. dalam, koral, dan lelehan
 - C. beku, sedimen, dan metamorf
 - D. beku, lelehan, dan metamorf
 - E. sedimen, metamorf, dan korok
11. Batuan sedimen yang terdiri atas fragmen-fragmen yang bundar terikat satu sama lain, disebut
- A. gamping
 - B. stalagmit
 - C. stalagtit
 - D. breksi
 - E. konglomerat
12. Lelehan lumpur panas yang terjadi dari magma bercampur air dari danau kepundan yang mendidih akibat suhu naik pada waktu erupsi, disebut

- A. lava
B. magma
C. lahar panas
- D. lahar dingin
E. lahar hujan
13. Benda padat yang dikeluarkan dari gunung api pada waktu erupsi, disebut
- A. lava
B. eflata
C. magma
- D. lahar dingin
E. batu-batuan
14. Batu-batu besar sampai sebesar kepalan tangan yang dikeluarkan gunung pada waktu letusan, disebut
- A. lapili
B. eflata
C. bom vulkanik
- D. kerikil vulkanik
E. batu apung
15. Penghancuran massa batuan tanpa merubah susunan kimia awalnya, hanya butirannya saja yang mengecil, disebut
- A. pelapukan mekanik
B. pelapukan kimiawi
C. pelapukan biologi
- D. pengikisan
E. masswasting
16. Proses penurunan di suatu tempat dan peninggian tempat lain secara alami sehingga merubah tanah menjadi rata, disebut
- A. penepain
B. denudasi
C. weathering
- D. deskumasi
E. masswasting
17. Muka tanah yang relatif datar menurun ke arah pantai, disebut
- A. penepain
B. denudasi
C. dataran rendah
- D. dataran aluvial
E. dataran abrasi
18. Perubahan suhu dari dingin menjadi panas atau sebaliknya akan menyebabkan batuan menjadi retak dan terkelupas. Proses ini disebut
- A. denudasi
B. landslide
C. subsidence
- D. masswasting
E. deskumasi
19. Tanah yang terbentuk dari pelapukan batuan yang mengandung kuarsa, disebut tanah

27. Proses ionisasi hanya terbentuk pada siang hari karena
- gas oksigen dan nitrogen menyerap radiasi matahari
 - ion adalah atom gas hanya bermuatan listrik positif
 - konsentrasi adalah ion hanya terbentuk di lapisan termosfer
 - konsentrasi ion dapat memantulkan gelombang radio
 - termosfer adalah bagian atmosfer terpanas
28. Tekanan udara di atas khatulistiwa bumi selalu minimum, sebab
- matahari selalu berada di atas khatulistiwa
 - udaranya cukup lembap
 - khatulistiwa adalah daerah konvergensi antartropik
 - suhu udaranya paling tinggi
 - tekanan udara adalah salah satu dari tiga unsur cuaca
29. Berikut ini adalah gejala-gejala cuaca, **kecuali**
- angin
 - awan
 - matahari
 - hujan
 - gejala optik
30. Kabut yang menyelimuti Kota Jakarta yang tampak dari daerah Puncak pada pukul 06.00 berasal dari
- angin laut
 - angin gunung
 - angin lembah
 - angin darat
 - kabut industri
31. Gurun pasir gersang yang luas di dunia, umumnya berlokasi di daerah subtropika, sebab di daerah ini
- jarang turun hujan
 - lengas nisbi udaranya kurang dari 25%
 - bertekanan udara maksimum
 - tempat pemusatan angin pasat
 - tempat turunnya angin antipasat
32. Terbentuknya awan di angkasa sebelumnya terjadi proses
- penguapan
 - adiabatik basah
 - aliran udara konvektif
 - lengas nisbi udara jenuh
 - kondensasi
33. Curah hujan adalah
- air yang turun dari langit
 - banyaknya air yang tertampung alat pengukur hujan

- C. massa butir-butir air di udara
 - D. air yang dikandung awan
 - E. sumber air tawar
34. Penggolongan iklim menurut Junghuhn adalah sebagai berikut, **kecuali** daerah udara
- A. panas
 - B. sedang
 - C. hangat
 - D. sejuk
 - E. dingin
35. Klasifikasi iklim berdasarkan pertumbuhan vegetasi ditentukan oleh besarnya curah hujan bulanan dan besarnya penguapan bulanan, dikemukakan oleh
- A. Oldeman
 - B. Thornthwaite
 - C. Mohr
 - D. Köppen
 - E. Schmidt dan Ferguson
36. Menghangatnya suhu muka laut di atas rata-ratanya di daerah Pasifik Timur dan Pasifik Tengah, disebut
- A. El Nino aktif
 - B. La Nina aktif
 - C. badai tropik
 - D. La Nina
 - E. El Nino
37. Mendinginnya suhu muka laut di bawah rata-ratanya di daerah Pasifik Timur dan Pasifik Tengah, disebut
- A. El Nino aktif
 - B. La Nina aktif
 - C. badai tropik
 - D. La Nina
 - E. El Nino
38. Gejala naiknya suhu permukaan bumi karena naiknya intensitas efek rumah kaca, disebut
- A. green house effect
 - B. El Nino aktif
 - C. La Nina aktif
 - D. kekeringan
 - E. pemanasan global
39. Jenis flora berdasarkan iklim dan ketinggian di muka bumi ada 4 macam, **kecuali** jenis hutan
- A. tropik
 - B. musim
 - C. savana
 - D. gurun
 - E. stepa

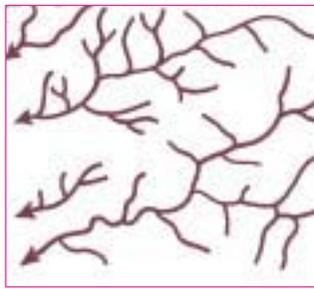
40. Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar di atas adalah

- A. siklus air sedang
- B. siklus air kecil
- C. siklus air besar
- D. siklus geologi
- E. siklus batuan

41.



Gambar di samping ini menunjukkan pola aliran

- A. radial sentrifugal
- B. radial sentripetal
- C. rectangular
- D. trellis
- E. dendritik

42. Danau yang terjadi karena peristiwa vulkanis dan tektonis disebut

- A. danau tektonik
- B. danau bendungan
- C. danau terbendung
- D. danau karst
- E. danau tektonovulkanik

43. Upaya yang dilakukan untuk melestarikan Daerah Aliran Sungai adalah

- A. menjadikan cadangan air secara alami
- B. Daerah Aliran Sungai dijadikan objek wisata
- C. dijadikan daerah perikanan darat
- D. dijadikan tempat kegiatan olahraga dan kesehatan
- E. usaha reboisasi di daerah hulu sungai

44. Laut yang menyempit dan terjadi karena permukaan air laut turun, disebut

- A. laut ingresi
- B. laut transgresi
- C. laut regresi
- D. laut pedalaman
- E. laut mati

45. Mineral fosfat yang terdapat di perairan laut dapat dimanfaatkan untuk keperluan
- A. pengawet makanan
 - B. bahan bakar
 - C. pembuatan pupuk
 - D. industri berat
 - E. pelapis peluru dan kaleng

B. Jawab soal-soal berikut ini dengan singkat dan jelas pada buku tulismu!

1. Apa yang dimaksud dengan litosfer? Sebutkan pula ketebalan lapisan bumi dari dalam hingga ke permukaan bumi!
2. Sebutkan jenis-jenis batuan sedimen berdasarkan tenaga alam! Jelaskan!
3. Sebutkan jenis-jenis erosi berdasarkan tenaganya!
4. Sebutkan metode-metode dalam usaha pengawetan tanah! Jelaskan secara singkat!
5. Sebutkan usaha-usaha untuk meningkatkan kesuburan tanah! Jelaskan secara singkat!
6. Sebutkan lapisan atmosfer dari yang terbawah hingga teratas!
7. Jelaskan secara singkat mengenai:
 - a. angin laut
 - b. angin darat
 - c. angin lembah
 - d. angin gunung
 - e. angin muson
 - f. angin siklon
 - g. angin antisiklon
8. Apa yang dimaksud dengan awan?
9. Sebutkan pembagian iklim menurut Köppen!
10. Jelaskan secara singkat mengenai dampak pemanasan global!
11. Apa yang dimaksud dengan:
 - a. air tanah
 - b. air vados
 - c. air juvenil
12. Sebutkan jenis-jenis danau berdasarkan proses terjadinya!
13. Sebutkan samudera-samudera yang ada di dunia!
14. Sebutkan usaha-usaha untuk memulihkan Daerah Aliran Sungai yang rusak!
15. Sebutkan usaha-usaha untuk mengurangi resiko banjir!

GLOSARIUM

A

- Abu vulkanik, 100 abu yang dikeluarkan dari gunung api
- Air juvenil, 211 air panas yang ada di perut bumi.
- Air permukaan, 219 air yang jatuh dari atmosfer dan keluar dari mata air, kemudian mengalir di atas permukaan tanah, masuk ke sungai besar dan sungai kecil, kolam-kolam, danau-danau, rawa, dan sumur.
- Air tanah, 210 air yang terdapat di lapisan dangkal dan lapisan dalam tanah.
- Air tanah dalam, 220 air tanah di lapisan dalam.
- Air vados (air tua), 210 air tanah yang berasal dari air hujan.
- Alfisols, 138 tanah yang kaya akan bahan organik, besi, air aluminium, dan struktur tanahnya berlapis-lapis.
- Amplitudo, 113 luas atau besarnya gempa.
- Anemometer mangkok, 177 alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan pada suatu jangka waktu dan jumlah tiupan angin per satuan waktu.
- Angin, 165 pergerakan udara dari daerah bertekanan udara tinggi atau maksimum (+) menuju daerah bertekanan rendah atau minimum (-).
- Angin antisiklon, 172 angin yang gerakannya berputar meninggalkan pusat.
- Angin darat, 167 angin yang bertiup dari darat menuju laut pada malam hari.
- Angin gunung, 168 angin yang bertiup dari lereng gunung menuju lembah pada malam hari.
- Angin laut, 167 angin yang bertiup dari laut menuju daratan pada siang hari.
- Angin lembah, 168 angin yang bertiup dari lembah ke lereng gunung pada siang hari.
- Angin orografik, 168 angin yang mula-mula menaiki lereng gunung sampai ke puncak yang biasanya mengandung uap air.
- Angin pasat, 174 angin yang sehari-hari bertiup dari daerah maksimum subtropika utara dan subtropika selatan menuju khatulistiwa.

Angin siklon, 171	angin yang gerakannya berputar menuju pusat.
Antiklinorium, 115	kumpulan antiklin-sinklin dalam sebuah antiklin yang besar.
Antropologi, 6	ilmu yang mempelajari tentang kebudayaan.
Apofisa, 98	batuan beku dalam yang terbentuk di cabang-cabang berukuran kecil.
Aridisols (dry soil), 139	tanah kering yang terbentuk di gurun dan semi gurun dengan struktur tanah berlapis-lapis.
Asteroid, 72	pecahan-pecahan dari sebuah planet yang besar dan kemudian hancur karena terjadi sesuatu malapetaka di ruang angkasa.
Atmosfer, 155	massa udara yang menyelimuti bulatan bumi.
Aurora, 56	cahaya warna-warni di kutub yang disebabkan oleh semburan material matahari yang sampai ke atmosfer bumi.
Awan, 178	kumpulan titik-titik air atau kristal es yang melayang-layang di atmosfer dan terjadinya karena kondensasi (proses perubahan dari uap air menjadi air).
B	
Barchan, 126	sejenis bukit pasir (dunes) berbentuk bulan sabit atau tanduk yang lerengnya melandai menghadap ke arah datangnya angin dari laut, sedangkan bagian yang melengkung dan agak curam menghadap ke daratan.
Barometer, 163	alat pengukur tekanan udara.
Batas landas kontinen, 217	laut dangkal atau landas benua yang kedalamannya tidak lebih dari 150 m.
Batolith, 98	batuan beku dalam yang membeku di dekat atau di dalam dapur magma.
Batu apung, 100	batuan berongga yang berasal dari buih magma.
Batuan beku, 92	batuan yang terjadi karena magma yang berupa zat cair pijar mengalami pendinginan dan menjadi beku.
Batuan beku korok, 98	batuan beku yang membeku di dalam diatrema (pipa kawah atau pipa kepundan).
Batuan metamorf, 93	batuan beku atau sedimen yang telah mengalami perubahan bentuk dan sifat (metamorfosis).
Batuan sedimen, 92	batuan yang diangkut oleh aliran air, angin, atau cairan gletser kemudian diendapkan di tempat lain.
Bentos, 216	organisme laut yang hidup di dasar laut.
Bolide, 70	meteor besar terdiri dari batu-batu dan debu yang melayang-layang di angkasa, kadang-kadang masuk ke atmosfer bumi, berwarna merah dan panas, akhirnya pecah dan hancur.

Bom vulkanik, 99	batu-batu sebesar kepal tangan manusia yang keluar dari gunung api saat terjadi letusan.
Bufering , 142	penanaman tanaman keras pada lahan yang mempunyai kemiringan.
Bukit, 96	gunung kecil disebut juga perbukitan.
Bulan, 68	satelit alam planet bumi.
C	
Chek dam , 142	membendung aliran air yang melalui parit-parit erosi sehingga material tanah yang terangkut tertahan dan terendapkan.
Cliff , 124	dinding pantai yang curam dan terjal, dinding bagian bawah terkikis oleh gelombang laut.
Contour strip cropping , 142	penanaman berlajur sejajar dengan garis kontur guna mengurangi dan menahan kecepatan aliran air, menahan partikel-partikel tanah yang terangkut oleh aliran permukaan.
Contour village , 142	pengolahan tanah sejajar dengan garis kontur dan membentuk igir-igir kecil yang memperlambat aliran air dan memperbesar infiltrasi air.
Cuaca, 159	keadaan udara di suatu tempat pada waktu-waktu tertentu (jangka waktu yang pendek).
D	
Danau, 211	massa air yang seluruhnya dikelilingi daratan, berbentuk cekungan yang lebih dalam dari telaga atau laguna.
Danau bendungan, 211	danau yang terjadi karena aliran sungai yang terbendung, baik secara alami maupun buatan manusia.
Danau gletser, 211	danau yang terjadi karena adanya erosi di daerah es.
Danau karst, 211	danau yang terjadi di daerah kapur akibat proses pelarutan batuan kapur oleh air hujan.
Danau tektonik, 211	danau yang terjadi karena peristiwa tektonisme.
Danau tektonovulkanik, 211	danau yang terjadi karena peristiwa tektonisme dan vulkanisme.
Danau vulkanik, 211	danau yang terjadi karena peristiwa vulkanisme atau gunung meletus.
Daratan, 95	bentuk muka bumi yang timbul di atas permukaan laut atau lautan.
Daratan aluvial, 125	endapan batuan hancur dan sisa organik di dataran rendah pantai atau sekitar aliran sungai.

DAS, 218	daerah di kiri kanan aliran sungai tempat mengalirnya air ke sungai induk.
Dasar lautan, 95	muka bumi yang lebih rendah daripada daratan.
Delta, 126	endapan lumpur tebal yang mengeras di mulut muara sungai.
Demografi, 6	ilmu yang mempelajari tentang kependudukan.
Diastrophisme, 114	semua proses yang mengakibatkan perubahan-perubahan bentuk kulit bumi.
Dike, 98	batuan beku dalam yang memotong lapisan-lapisan litosfer dan bentuknya pipih, arahnya tegak atau miring.
Doline, 121	lubang atau sumur-sumur berbentuk corong di daerah batuan kapur yang terbentuk oleh gaya air hujan sehingga kapur melarut, lama-kelamaan lubang menjadi besar.
Drainase, 137	pengeringan air yang berlebihan pada tanah, mencakup proses pengaturan dan pengaliran air yang ada dalam tanah atau permukaan tanah yang menggenang.
E	
Economic geography , 5	objek studinya adalah struktur keruangan aktivitas ekonomi manusia, termasuk pertanian, industri, perdagangan, transportasi, dan komunikasi.
Efek rumah kaca, 161	kemampuan atmosfer untuk meluluskan sebagian besar insolasi dan menghalangi pelepasan radiasi dari bumi.
Ekologi, 6	ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
Ekonomi, 6	ilmu yang mempelajari tentang usaha-usaha manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya.
Eksogen, 91	tenaga dari luar bumi.
Ekstrusi magma, 98	aktivitas atau gerakan magma yang mencapai permukaan bumi.
El Nino, 200	menghangatnya suhu muka laut di atas rata-rata di daerah Pasifik Timur dan Pasifik Tengah.
Endogen, 91	tenaga dari dalam bumi.
Entisols (recent soil), 139	tanah yang sangat muda dan tidak berlapis.
Epirogenetik, 114	gerakan penaikan atau penurunan lapisan kulit bumi secara perlahan-lahan dalam waktu yang lama dan meliputi daerah yang luas.
Episentrum, 109	pusat gempa di permukaan bumi yang letaknya tegak lurus di atas hiposentrum.

Erosi, 122	pengikisan dan penorehan bahan-bahan yang disebabkan oleh daya air, angin, dan gletser yang mencair.
Erupsi areal, 103	letusan melalui lubang yang sangat luas.
Erupsi efusif, 98	letupan karena tekanan gas magmatiknya tidak seberapa kuat, sehingga magma kental dan pijar dari lubang kepundan hanya tumpah mengalir ke lereng-lereng puncak gunung itu.
Erupsi eksplosif, 98	letusan yang luar biasa dahsyatnya akibat tekanan gas yang teramat kuat.
Erupsi linier, 103	letusan melalui celah-celah atau rekatan-retakan.
Erupsi sentral, 100	letusan gunung api yang letusannya melalui sebuah lubang kepundan sebagai pusat letusannya.
F	
Fatamorgana, 182	ilusi optik yang terjadi di gurun karena pembiasan sinar matahari oleh lapisan udara yang kerapatannya berbeda.
Flare, 56	bagian tengah antara bintik-bintik matahari dengan bagian yang memancar jauh lebih terang,
Fleksur, 118	bentukan yang terjadi akibat tenaga endogen mendesak lapisan batuan yang rapuh dan lapisan batuan yang plastis.
Fumarol, 107	sumber uap air yang berkadar N ₂ (zat lemas) tinggi.
G	
Galaksi, 44	sekumpulan bintang yang jumlahnya berjuta-juta dan tampak dari bumi seperti selempang kabut.
Gelombang longitudinal, 109	gelombang gempa yang merambat dari sumber gempa (hiposentrum) menyebar ke segala arah dengan kecepatan 7 – 14 km per detik.
Gelombang panjang, 109	gelombang gempa yang merambat di permukaan bumi dengan kecepatan 3,5 – 3,9 km per detik.
Gelombang transversal, 109	gelombang gempa yang sejalan dengan gelombang primer dengan kecepatan 4 – 7 km per detik.
Gempa bumi, 35	guncangan tiba-tiba yang terjadi akibat proses endogen pada kedalaman tertentu.
Geografi, 3	ilmu pengetahuan yang menuliskan, menguraikan, atau mendeskripsikan hal-hal yang berhubungan dengan bumi.
Geologi, 6	ilmu yang mempelajari struktur batuan pada lapisan kulit bumi (litosfer) dengan segala gejalanya.

Geomorfologi, 6	ilmu yang mempelajari relief permukaan bumi.
Geothermal, 107	fumarol yang gasnya terus-menerus keluar permukaan bumi.
Geyser, 107	sumber air panas yang memancar sewaktu-waktu (berkala) dengan periode istirahat tertentu.
Gletser atau es, 123	bongkah-bongkah atau lempeng es yang bergerak lambat dari lereng pegunungan tinggi menuju ke bawah.
Graben (slenk), 118	sebuah jalur batuan yang terletak di antara dua bidang sesar yang hampir sejajar, sempit, dan panjang.
Gradien tekanan horizontal, 175	perubahan tekanan udara per satuan jarak dengan arah horizontal dan tegak lurus isobar.
Guntur (guruh), 105	suara menggelegar yang menyertai petir, ditimbulkan oleh udara yang tiba-tiba memuai karena dipanaskan oleh petir.
Gunung api, 33	gunung yang mempunyai lubang kepundan sebagai tempat keluarnya magma atau gas ke permukaan bumi.
Gunung, 95	bagian dari puncak pegunungan yang tingginya beragam.
H	
Halo, 185	lingkaran sinar yang mengelilingi bulan atau matahari.
Hidrologi, 6	ilmu yang mempelajari tentang air, baik perairan darat maupun yang ada di samudera.
Hidrosfer, 209	perairan darat dan perairan laut.
Hiposentrum, 109	sumber gempa yang terletak di dalam bumi, disebabkan oleh tektonisme, vulkanisme, dan goa yang ambruk di daerah pertambangan.
Histosols, 139	tanah yang mengandung bahan tumbuh-tumbuhan yang sudah membusuk dan air.
Homoseista, 110	garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat yang merasakan gempa bumi pada waktu yang sama.
Horst, 118	bagian sebuah jalur batuan yang terletak meninggi atau muncul terhadap daerah sekitarnya.
Hujan (presipitasi), 179	peristiwa jatuhnya butir-butir air dari angkasa ke permukaan bumi dalam bentuk cair, padat, atau gas.
Hujan asam, 183	hujan yang terjadi karena sulfur dioksida di udara berubah menjadi asam sulfur, sehingga air hujannya mengandung asam sulfur.

Human geography , 5	mempelajari aspek keruangan gejala di permukaan bumi dengan manusia sebagai objek pokok.
Hygrometer, 165	alat pengukur kelembapan udara.
I	
Iklim, 159	keadaan rata-rata dari cuaca dalam jangka waktu yang panjang.
Inceptisols , 139	yaitu tanah yang agak lebih tua dari entisols, terdapat lapisan-lapisan
Insolasi, 120	pelapukan yang terjadi karena penurunan suhu yang mendadak.
Institut gempa, 110	stasiun gempa yang dilengkapi dengan alat-alat yang sempurna
Intrusi magma (plutonisme), 98	aktivitas magma yang menerobos melalui celah, retakan, atau patahan yang terbentuk di lapisan atas dapur magma, tetapi tidak sampai menembus ke permukaan bumi.
Ionisasi, 158	suatu proses penyerapan radiasi matahari oleh oksigen dan nitrogen menjadi atom-atom ion.
Isobar, 176	garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai tekanan udara yang sama.
Isoseista, 110	garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat di permukaan bumi yang mendapat kerusakan sama yang diakibatkan oleh gempa.
Isoterm, 162	suatu garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat dengan temperatur sama.
J	
Jagat raya, 37	suatu ruang tak terbatas yang terletak antara benda-benda langit (antara planet-planet, satelit-satelit, dan galaksi-galaksi) yang tidak terhingga luasnya dan belum diketahui secara pasti luasnya oleh manusia.
K	
Kaldera, 102	kawah atau kepundan gunung api yang telah sangat luas.
Kapasitas udara, 163	jumlah uap air maksimum yang dapat dikandung oleh udara pada suatu temperatur.
Kelembapan udara, 163	banyaknya uap air yang terdapat di dalam udara.
Kilat (halilintar), 184	cahaya menyilaukan hasil ledakan listrik dalam atmosfer yang dapat meloncat antara berbagai awan atau antara langit dan bumi, asalkan di tempat tersebut terbentuk muatan listrik yang tegangan cukup besar serta kutubnya berlawanan.

Klimatologi, 6	ilmu yang mempelajari tentang iklim.
Komet, 71	bintang berekor.
Komunikasi, 15	pergerakan atau perpindahan bukan berbentuk benda, melainkan berupa berita, gagasan, buah pikiran, dan sebagainya.
Konstelasi bintang, 45	kumpulan atau gabungan dari sejumlah tata surya.
Kubah kapur, 122	bukit-bukit kecil yang terdiri dari batuan kapur.
L	
La Nina, 200	mendinginnya suhu muka laut di bawah rata-rata di daerah Pasifik Timur dan Pasifik Tengah sekitar khatulistiwa.
Lahan, 128	bentang darat mulai dari pantai sampai ke pedalaman.
Lahan kritis, 131	lahan yang mengalami kerusakan fisik, kimiawi, dan biologi sehingga lahannya tidak produktif.
Lahan potensial, 130	permukaan tanah yang mempunyai kemampuan dukung optimal atau produktif.
Lahar dingin, 99	aliran lumpur yang terjadi dari eflata di lereng gunung yang dihanyutkan oleh aliran hujan.
Lahar panas, 99	lelehan lumpur panas terjadi dari lava bercampur air yang berasal dari lubang kepundan
Lakolith, 98	batuan beku dalam yang membeku di antara dua lapisan litosfer dan bentuk alasnya datar, bagian atasnya cembung.
Land hemisphere, 128	belahan bumi di mana terdapat daratan yang maksimum, luasnya 85% daratan berada di Belahan Bumi Utara.
Landslide, 125	longsornya atau runtuhnya massa batuan ke bawah lereng.
Lapili, 99	batu-batu sebesar biji kacang hijau yang keluar saat terjadi letusan
Laut, 216	perairan yang lebih sempit dari samudera dan terdiri atas laut pedalaman, laut pertengahan, dan laut tepi.
Laut dalam, 216	laut yang kedalamannya lebih dari 200 m.
Laut dangkal, 216	laut yang kedalamannya kurang dari 200 m.
Laut ingresi, 215	laut dalam yang terjadi karena dasar laut mengalami penurunan atau patahan.
Laut Nusantara, 217	laut yang berada di antara pulau yang dibagi oleh garis dasar pulau-pulau tersebut
Laut pedalaman, 215	laut yang terletak di daerah pedalaman. Hampir seluruh bagian laut itu dikelilingi oleh daratan.
Laut pertengahan, 215	laut yang terletak di antara dua benua.

Laut regresi, 215	laut yang makin menyempit akibat permukaan air laut turun.
Laut tepi, 215	laut yang terletak di tepi benua dan terpisah dengan lautan karena adanya gugusan pulau.
Laut teritorial, 217	laut yang jaraknya 12 mil diukur dari garis pulau terluar.
Laut transgresi, 215	laut dangkal yang terjadi karena genangan air terhadap daratan.
Lautan atau samudera, 216	laut yang sangat luas terletak di antara dua benua.
Lava, 99	magma yang berada di kawah (lubang kepundan) dan akan meleleh di lereng gunung apabila terjadi erupsi (letusan) gunung.
Lembah, 95	bagian permukaan bumi yang rendah, letaknya di antara lereng-lereng kaki pegunungan, gunung, atau bukit.
Lempeng, 29	bagian litosfer yang mempunyai ukuran besar di kedua panjang dan lebar, tetapi pada arah vertikal atau tebalnya berukuran kecil.
Litosfer, 91	lapisan kerak bumi yang paling atas dan merupakan selubung bumi, termasuk tanah.
M	
Magma, 91	batuan cair pijar yang bersuhu tinggi, terjadi dari berbagai mineral serta gas yang larut di dalamnya dan berada di dalam bumi.
Magnitudo, 113	jumlah energi gempa yang dilepaskan fokus gempa.
Makroseisma, 109	daerah sekitar episentrum yang mendapat getaran maupun kerusakan paling hebat oleh gempa.
Masswasting, 124	perpindahan massa atau puing-puing maupun hancuran batuan secara besar-besaran ke bawah lereng yang langsung dipengaruhi oleh air, meskipun jumlahnya tidak banyak.
Metamorfosis dinamo, 94	proses batuan metamorf yang terbentuk karena adanya perubahan tekanan.
Metamorfosis regional, 94	proses batuan metamorf yang terbentuk karena faktor suhu dan tekanan yang bekerja bersama-sama.
Metamorfosis termal, 93	proses batuan metamorf yang terbentuk karena perubahan suhu.
Meteorologi, 6	ilmu yang mempelajari tentang cuaca.

Mofet, 107	sumber gas yang berkadar gas asam arang (CO ₂ atau CO) yang berbahaya karena beracun.
Mollisols, 139	tanah halus kering, berwarna coklat, merah, dan hitam.
N	
Nekton, 216	organisme laut yang dapat berenang sendiri, seperti ikan, penyu, dan udang tertentu.
Ngarai (canyon), 95	lembah yang curam, dalam, dan memanjang.
O	
Orogenetik, 115	gerakan penaikan atau penurunan lapisan kulit bumi secara cepat meliputi daerah yang sempit.
Oceanografi, 6	ilmu yang mempelajari tentang laut dengan segala gejalanya.
Oxisols, 139	tanah purbakala yang mengandung banyak oksigen, banyak tanah liat, tetapi bahan organik sedikit.
P	
Pantai, 127	suatu bentang alam daratan yang masih terpengaruh oleh keadaan laut.
Pasir vulkanik, 100	batu-batu kecil sebesar pasir yang dikeluarkan dari lubang kepundan gunung.
Pedosfer atau tanah, 135	lapisan kulit bumi yang tipis terletak di bagian paling atas di permukaan bumi.
Pelangi, 185	lengkungan warna-warna spektrum (merah, kuning, hijau, biru, nila, ungu, dan jingga) yang terjadi akibat sinar matahari dipantulkan dan dibiaskan oleh titik-titik air yang ada di udara.
Pelapukan, 120	peristiwa penghancuran atau perusakan dan pelepasan partikel-partikel batuan.
Pemanasan global, 198	gejala naiknya suhu permukaan bumi karena naiknya intensitas efek rumah kaca.
Penepelan, 119	muka tanah yang relatif datar, menurun ke arah pantai.
Penghijauan, 134	penanaman jenis tanaman tahunan pada lahan kritis maupun lahan potensial.
Perairan darat, 209	seluruh air tawar yang terdapat di daratan.
Perairan laut, 209	seluruh air laut yang berkadar garam tinggi terdapat di lautan.
Permeabilitas tanah, 136	cepat atau lambatnya air meresap ke dalam tanah melalui pori-pori tanah, baik ke arah horizontal maupun vertikal.

Permukiman, 13	bagian bumi yang dihuni manusia, meliputi sarana dan prasarana yang menunjang kehidupan penduduk yang menjadi satu kesatuan dengan tempat tinggal yang bersangkutan.
Petir, 184	ledakan listrik dari kilat.
Phreatic, 220	air tanah di lapisan dangkal.
Physical geography , 5	mempelajari gejala fisik permukaan bumi yang meliputi tanah, air, udara dengan segala prosesnya.
Plankton, 216	organisme laut yang tidak mempunyai alat untuk bergerak sendiri.
Plato (plateau), 96	bagian muka bumi yang relatif datar dan tingginya melebihi 700 m di atas permukaan laut.
Pleistoseista, 109	garis pada peta yang membatasi makroseisma.
Political geography , 5	objek studinya adalah aspek keruangan pemerintahan atau kenegaraan yang meliputi hubungan regional dan internasional pemerintahan atau kenegaraan yang meliputi hubungan regional dan internasional pemerintahan atau kenegaraan di permukaan bumi.
Ponor, 121	lubang-lubang di permukaan daerah batu kapur tempat mengalirnya air masuk ke dalam tanah.
Population geography , 5	objek studinya adalah aspek keruangan dari penduduk yang meliputi persebaran, kepadatan, sex ratio (perbandingan jenis kelamin), dan perbandingan manusia dengan luas tanah.
Prominen, 56	semburan material matahari ke arah luar yang kemudian jatuh kembali ke permukaan matahari.
Protuberans, 56	obor matahari.
R	
Rapid flowage , 124	gerakan masa batuan yang cepat.
Rawa, 212	daerah yang selalu tergenang air, terdapat di daerah dataran rendah.
Rawa pasang surut, 212	rawa yang terjadi karena pengaruh air pasang dan air surut laut.
Rawa tergenang, 212	rawa yang terjadi karena dataran rendah yang selalu tergenang air.
Reboisasi, 134	menghutankan atau menanami kembali hutan yang sudah gundul.
Regenmeter (ombrometer), 184	alat yang digunakan untuk mengukur banyaknya curah hujan.

Region, 8	suatu wilayah di permukaan bumi yang memiliki karakteristik tertentu yang khas dan membedakan diri dari region-region yang lain.
Regional geography, 5	merupakan ilmu yang menjelaskan hubungan manusia dengan lingkungannya di suatu wilayah.
S	
Sand dunes, 126	bukit pasir (guguk pasir) rendah di daerah pantai akibat endapan batuan hancur yang berasal dari hasil abrasi gelombang laut.
Sandikala (twilight), 185	panorama alam berwarna kuning kemerah-merahan pada waktu senja atau pagi-pagi bilamana harinya cerah.
Sedimentasi, 126	proses pengendapan batuan besar, kecil, halus, dan sisa organik di suatu tempat dari tempat lain yang dipindahkan oleh air mengalir, gletser, angin, atau gelombang.
Seismograf, 111	alat untuk mengukur kekuatan gempa bumi.
Selat, 216	perairan pemisah antara pulau yang satu dengan pulau yang lainnya yang amat sempit (lebih sempit daripada laut).
Settlement geography, 5	objek studinya mengenai perkembangan permukiman di suatu wilayah di permukaan bumi, bentuk pola permukiman, faktor-faktor geografis yang mempengaruhi perkembangan dan pola permukiman.
Siklon (cyclone), 171	daerah depresi atau pusat barometrik minimum.
Siklus air, 209	rantai peredaran air yang disebut juga siklus hidrologi.
Sills, 98	batuan beku dalam yang membeku di antara dua lapisan litosfer dan bentuknya relatif tipis atau pipih dan melebar.
Sinklinorium, 115	kumpulan sinklin-antiklin dalam sebuah sinklin yang besar.
Skoria (scoria), 100	material magmatik berwarna kehitaman, kecoklatan, hingga kemerahan, berstruktur kesikular (berongga), tidak berserat, agak berat, cenderung tenggelam di dalam air, berasal dari magma berkomposisi basa.
Slow flowage, 124	masswasting yang gerakannya sangat lambat dan tidak dapat dilihat dengan mata.
Social geography, 5	objek studinya adalah ciri-ciri khas penduduk, organisasi sosial, unsur kebudayaan, dan kemasyarakatan dalam ruang (tempat) tertentu.

Solfatar, 107	sumber zat belerang (H ₂ S) bentuk padat atau gas.
Sosiologi, 6	ilmu yang mempelajari tentang kemasyarakatan.
Spodosols, 140	tanah yang berlapis, mengandung silika, aluminium, besi, dan bahan organik.
Stalagmit, 122	kerucut yang berdiri tegak di lantai gua batu kapur, tepat di bawah stalaktit.
Stalaktit, 122	kerucut-kerucut yang bergantung pada atap gua kapur, tumbuh dari atas ke bawah dan biasanya runcing.
Stasiun gempa, 110	tempat yang digunakan untuk meneliti getaran gempa yang mempunyai satu alat.
Step faulting , 119	seperangkat gejala sesar turun dengan arah lemparan yang sama.
Strip cropping, 142	penanaman berlajur tegak lurus terhadap arah aliran air atau arah angin.
Subsidence, 125	gerakan perpindahan tanah secara vertikal, bukan horizontal, baik secara lambat maupun cepat.
Sumber air mineral, 107	sumber air yang mengandung larutan mineral untuk pengobatan penyakit kulit.
Sumber air panas, 107	air tanah yang terintrusi magma menjadi panas melalui celahan, retakan, atau patahan keluar ke permukaan bumi berupa mata air panas.
Sumber daya, 17	semua potensi dan lingkungan yang dapat memenuhi kebutuhan hidup manusia.
Sungai, 212	massa air yang mengalir secara alami pada suatu lembah dan bermuara di laut.
Sungai anteseden, 213	sungai yang kekuatan erosi ke dalamnya mampu mengimbangi pengangkatan daerah.
Sungai campuran, 213	sungai yang airnya berasal dari campuran antara air hujan dan air salju.
Sungai gletser, 213	sungai yang airnya berasal dari salju yang mencair.
Sungai hujan, 213	sungai yang airnya berasal dari air hujan.
Sungai konsekuen lateral, 213	sungai yang arah alirannya sejajar dengan kemiringan lereng.
Sungai konsekuen longitudinal, 213	sungai yang arah alirannya sejajar dengan arah antiklinal.
Sungai obsekuen, 213	sungai yang menuju ke sungai subsekuen dan arah aliran airnya berlawanan dengan sungai konsekuen lateral.

Sungai periodik, 213	sungai yang aliran airnya mengalir pada waktu-waktu tertentu.
Sungai permanen, 213	sungai yang aliran airnya tetap mengalir sepanjang tahun.
Sungai resekuen, 213	sungai yang arah alirannya sejajar dengan sungai konsekuen lateral dan menuju sungai subsekuen.
Sungai subsekuen, 213	sungai yang arah alirannya menuju ke sungai konsekuen lateral
Sungai superimposed, 213	sungai yang melintang, struktur batuan dan prosesnya dibimbing oleh lapisan batuan yang menutupi formasi.
Sunspots , 56	bagian permukaan matahari yang suhunya lebih rendah dari suhu di sekitarnya, warnanya agak gelap (hitam).
T	
Tekanan udara, 162	tekanan yang diberikan oleh udara karena beratnya kepada setiap bidang datar pada permukaan bumi seluas 1 cm ³ sampai batas atmosfer.
Tekstur tanah, 136	perbandingan relatif berbagai golongan besar partikel tanah dalam suatu massa tanah, terutama perbandingan antara fraksi-fraksi seperti pasir, debu, dan lempung.
Tektonisme, 114	peristiwa pergeseran dan perubahan letak lapisan kulit bumi yang disebabkan oleh tenaga dari dalam bumi, baik vertikal maupun horizontal sehingga mengakibatkan adanya lipatan, patahan, dan tektonik lempeng.
Teluk, 216	bagian laut yang menjorok ke darat.
Temperatur, 161	ukuran relatif tentang panas dan dinginnya suatu benda.
Terasering, 142	membuat teras-teras pada lahan yang miring guna memperpendek panjang lereng dan memperkecil kemiringan lereng sehingga dapat menahan aliran air di permukaan.
Thermometer, 161	alat pengukur temperatur.
Transportasi, 15	pemindahan benda maupun manusia dari satu tempat ke tempat lain.
Tritium, 210	suatu unsur yang terdapat pada atmosfer dan berada di dalam tanah karena turun bersama-sama air hujan.

U

Ultisols, 140 tanah yang sudah mengalami perkembangan masa tua (terakhir).

Uvala, 121 suatu depresi di daerah karst, lebih besar dari doline.

V

Vertisols, 140 tanah yang menjadi matang, dengan lapisan yang tebal (dalam).

Vulkanisme, 97 segala kegiatan magma dari lapisan dalam litosfer menyusup ke lapisan di atasnya sampai ke luar permukaan bumi melalui rekahan kerak bumi atau melalui pipa kepundan (diatrema).

W

Water hemisphere, 128 belahan bumi di mana terdapat daratan yang minimum, luasnya hanya 15% daratan di Belahan Bumi Selatan dan selainnya adalah air.

Wilayah, 4 dapat diartikan sebagai luas atau sempitnya suatu bagian permukaan bumi.

Wind vane, 177 alat yang digunakan untuk menentukan arah angin.

Windbreaks, 142 penanaman dengan tumbuhan secara permanen untuk melindungi tanah dari tiupan angin.

Z

ZEE, 217 laut yang wilayahnya 200 mil diukur dari garis dasar pulau tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwikarta Sudardja, Tisnasomantri Akub. 1983. **Dasar-Dasar Geomorfologi, Jilid I dan II**. Bandung: Jurusan Pendidikan Geografi, FPIPS, IKIP.
- Bemmelen, R.W. van. 1949. **The Geology of Indonesia. Vol. IA**. Batavia: Government Printing Office The Hogue.
- Bintarto, R., Hadisumarno Surastopo. 1982. **Metode Analisa Geografi**. Jakarta: Penerbit LP3ES.
- Biro Pusat Statistik. 2002. **Statistik Indonesia**. Jakarta: BPS.
- Casyono Hk, DR.1990. **Klimatologi Terapan**. Bandung: ITB.
- Dangel G..O.F. **Dasar-Dasar Ilmu Cuaca**.
- Escher, BG..1954. Terjemahan Moch. Ariffin Judaadiputra, R., Drs. **Algemene Geologie**. Bandung: IKIP.
- Grolier International, Inc. 1988. **Ilmu Pengetahuan Populer**. Jakarta: PT Widyadara.
- Katili J.A. 1959. **Pengantar Geologi Umum, Jilid I dan II**. Bandung: Balai Pendidikan Guru.
- Latif, Chalid, et al. 1990. **Atlas Indonesia dan Dunia untuk Sekolah Lanjutan**. Jakarta: PT Pembina Peraga.
- Marbun, BN. 1984. **Kamus Geografi**. Jakarta: Penerbit Ghalia Indonesia.
- Sukoco Mas. 1991. **Kedudukan dan Gerakan Bumi**. Yogyakarta: Kursus Pendalaman Materi Geografi, Fakultas Geografi, UGM.
- Sumaatmadja Nursid. 1981. **Studi Geografi, Suatu Pendekatan dan Analisa Keruangan**. Bandung: Penerbit Alumni.
- Tanudidjaja, Moh. Ma'mur. 1994. **Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa**. Jakarta: Depdikbud.
- Van Bemmelen, R.W. Terjemahan Puspokusumo DW., dan Al Sukohardi, Drs. 1968. **Geologi Indonesia, Jilid I dan II**. Yogyakarta: Tjepat.
- Verstappen, H. Th. 1977. **Geomorfologi**. Bandung: Balai Pendidikan Guru.
- Visser, S.W. Terjemahan Darsan Martadarsana. 1952. **Ilmu Bumi Alam**. Jakarta: JB Wolters, Groningen.
- www.search.yahoo.com
- Kumpulan Catatan Kuliah dan Penataran Geografi.

INDEKS

A

Abu vulkanik 100, 106, 145
Active volcano 104
Agihan temperatur mendatar 161
Agihan temperatur vertikal 162
Air juvenil 59, 211
Air permukaan 121, 219, 220, 223
Air tanah 11, 107, 210, 211, 219, 220
Air vados 210
Alexander 4, 19
Alfisols 138, 147
Altostratus 178
Amplitudo 113, 120
Anemometer mangkok 177
Angin 57, 159, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 197, 203
Angin antisiklon 172
Angin Fohn 168
Angin gunung 167, 168, 203
Angin laut 166, 167, 171, 203
Angin lembah 167, 168, 182, 203
Angin musim 170, 171, 200, 203
Angin orografik 168, 169, 203
Angin pasat 171, 173, 174, 175, 181, 201
Angin siklon 171, 172, 173
Angin tetap 173, 174
Angin turun yang kering 168
Antiklinorium 115, 116, 213
Antropologi 6, 18
Apofisa 98, 145
Aridisols 139, 147

Aristoteles 37, 38, 43, 74, 75, 79, 80, 85, 86, 227
Aspek industri 12, 18
Aspek permukiman 13, 18
Aspek pertanian 11, 18, 88
Aspek sumber daya 17, 18
Asteroid 72, 73
Atmosfer 4, 11, 25, 26, 29, 56, 58, 63, 69, 70, 155, 156, 157, 158, 161, 162, 163, 164, 165, 178, 182, 183, 184, 185, 198, 199, 202, 210, 219, 220, 223
Aurora 56, 156, 158, 184, 186
Aurora Australis 186
Aurora Borealis 186
Awan 25, 54, 56, 58, 61, 63, 106, 108, 157, 159, 165, 169, 174, 178, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 202, 203, 209, 210

B

Banjir 10, 219, 221, 222
Barchan 126
Barometer 163
Batas landas kontinen 217, 223
Batolith 98, 145
Batu apung 98, 100, 145
Batuan beku 92, 93, 98, 101, 145
Batuan beku gang 92
Batuan beku luar 92
Batuan metamorf 93, 94, 145
Batuan sedimen 92, 93, 145

- Benda Vulkanik 99, 145
 Bentos 216
 Bintarto 4, 20, 78, 80, 226
 Biologi 6, 18, 228
 Bisul lava 101
 Bom vulkanik 98, 99, 108, 145
 Bufering 142, 147
 Bukit 35, 62, 95, 96, 97, 116, 118, 126, 131, 139, 141, 145
 Bulan 37, 38, 39, 43, 47, 59, 62, 64, 66, 68, 69, 70, 73, 126, 170, 171, 173, 178, 185, 187, 188, 192
 Bumi 23, 25, 28, 29, 30, 35, 38, 39, 41, 47, 49, 59, 66, 68, 73, 74, 78, 79, 91, 95, 97
- C**
- Carl von Weizsaecker 54, 74
 Chek dam 142, 147
 Cirrocumulus 178
 Cirrostratus 178
 Cirrus 178
 Claudius Ptolemaeus 38
 Cliff 124
 Contour strip cropping 142, 147
 Contour village 142, 147
 Crux 52, 74, 77, 86
 Cuaca 155, 157, 159, 160, 163, 165, 181, 182, 187, 195, 197, 198
 Cumulonimbus 178, 180
 Cumulus 178
- D**
- Daerah Aliran Sungai 218, 222
 Daerah bayangan hujan 131, 169
 Daerah konvergensi intertropis 175
 Daerah registrasi 110, 146
- Danau 69, 99, 101, 122, 126, 130, 139, 142, 184, 209, 210, 211, 212, 217, 219, 220, 221, 223
 Danau bendungan 211
 Danau gletser 211
 Danau karst 121, 211
 Danau maar 101
 Danau tektonik 211
 Danau tektonovulkanik 211
 Danau vulkanik 211
 Daratan 3, 16, 26, 27, 29, 35, 73, 95, 96, 114, 126, 127, 128, 135, 145, 162, 166, 167, 171, 209, 210, 211, 214, 215, 216, 217, 220, 223, 232
 Dasar lautan 29, 73, 95, 145
 Dataran abrasi 124
 Dataran rendah 6, 7, 8, 69, 96, 126, 127, 130, 131, 212, 218
 Dataran tinggi 8, 36, 95, 101, 107, 115, 128, 130, 131, 145, 170
 Debris avalanches 124, 125
 Debris slide 125
 Delta 53, 93, 126, 130
 Demografi 6, 12, 18
 Denudasi 119
 Diastrophisme 97, 114, 145
 Dike 98
 Doktrin ekspansionisme 10
 Doline 121
 Doman volcano 104
 Drainase 137, 139, 146
- E**
- Earth flow 124
 Economic geography 80, 81, 226
 Edwin Hubble 44, 45, 47, 76, 86
 Efek rumah kaca 161, 198, 199, 203
 Eflata 98, 99, 100, 105, 145
 Ekologi 6, 7, 9, 17, 18, 21, 22, 82

- Ekonomi 5, 6, 12, 14, 18, 19, 130
 Eksogen 29, 91, 114, 119, 122, 146
 Ekstrusi magma 98
 El Nino dan La Nina 200, 201
 Endogen 29, 30, 35, 91, 114, 115, 117, 118
 Entisols 139, 147
 Epirogenetik 114, 146
 Episentrum 35, 109, 111, 146
 Eratosthenes 3, 20, 80
 Erosi air laut 124
 Erosi angin 123
 Erosi gletser 123
 Erupsi 98, 99, 100, 101, 102, 103
 Erupsi areal 146
 Erupsi efusif 145
 Erupsi eksplosif 145
 Erupsi linier 146
 Erupsi sentral 146
 Extinct volcano 104
- F**
- Fatamorgana 184, 186
 Flare 56
 Fleksur 115, 118, 119, 146
 Fluktuasi temperatur harian 161
 Fluktuasi temperatur tahunan 161
 Fokus 109, 113, 146
 Forest R. Moulton 54
 Fotosfer 56, 57, 77, 86, 227
 Fred Hoyle 45, 76, 86
 Fumarol 29, 107, 146
- G**
- Galaksi 37, 43, 44, 45, 46, 47
 Galaksi Andromeda 47, 74
 Galaksi Bima Sakti 47, 48, 49, 74, 79
 Galaksi Dolar Perak 48, 74
 Galaksi Magellan 48, 74
 Galaksi Pusaran Air 48, 74
 Galaksi Roda Biru 48, 74
 Galileo Galilei 43, 76, 78, 85, 86, 227
 Gaya Coriolis 165, 175
 Gejala geosfer 4, 80, 87, 226
 Gelombang longitudinal 109, 146
 Gelombang panjang 109, 158, 159
 Gelombang transversal 109
 Geluh 136
 Gempa bumi 29, 30, 35, 74, 85, 110, 113, 114, 151
 Gempa laut 110, 146
 Geologi 6, 8, 18, 25, 54, 75, 99, 105, 114, 119, 223, 232
 Geomorfologi 6, 18
 Georges Lemaitre 45, 76, 86
 Geothermal 107, 108, 146
 Gerakan udara adveksi 166
 Gerakan udara konveksi 166
 Gerakan udara turbulensi 166
 Gerard P. Kuiper 54, 74
 Geyser 29, 107, 108, 146
 Gondwana 25, 26, 33, 73, 114
 Graben 95, 96, 115, 118, 119, 146
 Gradien tekanan horizontal 175
 Gravel 136
 Gua dalam tanah 121, 122
 Guludan 134, 142, 143, 147
 Guntur 37, 165, 178, 180, 184, 185, 202
 Gunung api 27, 29, 30, 33, 34, 35, 74, 79, 85, 88, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 135, 139, 141, 149, 151, 152, 183, 228
 Gunung api kerucut piroklastika 101

H

Halo 184, 185, 186
Harold Jeffreys 54
Hartshorne 4, 19, 20, 78, 80, 226
Herman Bondi 76, 86
Hidrologi 6, 18, 207, 209, 210, 211, 225
Hidrosfer 4, 11, 19, 26, 155, 207, 209
Hidrotermal 94
Hiposentrum 109, 110, 146
Histosols 139, 147
Homoseista 110, 111, 146
Horst 115, 118, 119, 146
Hujan asam 27, 183, 184
Hujan atau presipitasi 179
Hujan es 180, 203
Hujan frontal 181
Hujan konveksi 180, 203
Hujan orografik 108, 169
Hujan orografis 180
Hujan zenithal 174, 181
Hukum Kepler 40, 41
Human geography 5, 17, 80, 81, 226
Hutan hujan tropis 192, 196
Hutan musim 197
Hutan savana 197
Hygrometer 165

I

Iklm 26, 27, 96, 129, 135, 140, 155, 157, 159, 163, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 196, 197, 198, 199, 201
Iklim matahari 188
Immanuel Kant 53
Inceptisols 139, 147
Indeks Osilasi Selatan 200, 201
Insolasi 120, 161
Institut gempa 110, 111, 146

Intrusi magma 98, 107, 145

Ionosfer 158

Isaac Newton 43, 74, 76

Isobar 175, 176

Isoseista 110, 146

Isoterm 162, 188, 189

J

Jagat raya 25, 37, 53, 73, 74, 76, 79, 88

Jarak episentral 110, 111, 113, 146

Johan Kepler 40, 74, 78

Junghuhn 127, 187, 190, 196, 203

K

Kala Eosen 27

Kala Miosen 27

Kala Oligosen 27

Kala Paleosen 27

Kala Plestosen 27, 28

Kala Pliosen 27

Kaldera 102, 146

Kapasitas udara 163, 164

Kawah sampung 103, 104

Kawah sampung 104

Kawah utama 103, 104

Kejenuhan udara 163

Kelembapan udara 159, 163, 164, 165, 166, 202

Kerak benua 27, 28, 30

Kerak samudera 28, 30

Kerikil vulkanik 99, 145

Kerucut parasit 101, 103, 104

Kilat 165, 178, 184, 185, 202

Klagen 187, 203

Klimatologi 6, 18, 155, 191

Komet 48, 49, 66, 70, 71, 72, 74

Kondensasi 164, 169, 178, 179, 180,

- 181, 183
- Konsep aglomerasi 6, 18
- Konsep diferensiasi area 6, 88
- Konsep interaksi dan interdependensi 6, 88
- Konsep jarak 6
- Konsep keterjangkauan 7
- Konsep keterkaitan keruangan 7
- Konsep pola 7, 18
- Konstelasi bintang 45, 51, 52, 53, 74, 77, 79, 86
- Köppen 191
- Korona 56, 57, 77, 86, 227
- Kromosfer 56, 57, 77, 86, 227
- Kubah kapur 122
- Kubah lava 102, 146
- Kumpulan Banda 34, 74
- Kumpulan Bhontain 74
- Kumpulan Halmahera 34, 74
- Kumpulan Minahasa dan Sangihe Talaud 34
- Kumpulan Sunda 34, 74
- L**
- Lahan 13, 14, 96, 107, 128, 129, 130, 201, 211, 218, 219, 229
- Lahan kritis 131, 132, 133, 134, 135, 143, 144, 145, 152
- Lahan vulkanik 107
- Lahar dingin 99, 105, 109, 124, 145
- Lahar panas 99, 106, 108, 145
- Lakolith 98, 145
- Land hemisphere 128, 152
- Landslide 125
- Lapili 98, 99, 106, 108, 145
- Laut ingresi 215, 223
- Laut Nusantara 217, 223
- Laut pedalaman 215, 216, 223
- Laut pertengahan 215, 216, 223
- Laut regresi 215, 223, 224
- Laut tepi 215, 216, 223
- Laut teritorial 217, 223
- Laut transgresi 215, 223
- Lava 27, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 145, 146
- Leleran lava 103, 104, 106
- Lembah 62, 95, 96, 118, 123, 167, 168, 170, 182, 212, 221
- Lempeng 29, 30, 31, 32, 35, 74, 75, 79, 85, 114, 123, 226
- Lipatan 31, 34, 95, 114, 115, 116, 117, 118
- Litosfer 89, 91, 92, 97, 98, 100, 145, 155
- M**
- Magma 27, 29, 31, 33, 69, 91, 92, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 107, 145, 210, 211
- Magma asam 145
- Magma basa 145
- Magnitudo 113
- Makroseisma 109, 146
- Mangrove 9, 130, 196
- Mars 37, 38, 39, 40, 41, 42, 49, 61, 62, 66, 72
- Masa Arkeozoikum 25, 26, 73
- Masa Kenozoikum 27, 73
- Masa Mesozoikum 26, 73
- Masa Palaeozoikum 26, 73
- Masa Protozoikum 26, 73
- Masswasting 124, 146
- Matahari 25, 27, 28, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 47, 51, 49, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 85, 86, 87, 157, 158, 159, 160, 161, 163, 167, 168, 170, 171, 178, 183, 184, 185, 186, 188, 189, 193, 198, 199, 202, 203, 204, 209, 227, 229, 230

- Merkurius 58, 66
 Mesosfer 155, 158, 199, 202
 Metamorfosis dinamo 94
 Metamorfosis regional 94
 Metamorfosis termal 93, 94
 Meteor 49, 69, 70, 71, 73, 74, 156
 Meteorologi 6, 18, 155, 177, 180, 181, 182, 184, 194, 195, 200, 201
 Metode mekanik 142, 147
 Metode vegetatif 142
 Modifikasi cuaca 181, 182
 Mofet 107, 146
 Mollisols 139, 147
 Mud flow 124
- N**
- Nekton 216
 Neptunus 41, 49, 54, 65, 68
 Ngarai 95, 96, 123, 145
 Nicolaus Copernicus 39, 74, 75, 76
 Nimbostratus 178
- O**
- Ombrometer 184
 Orion 53, 74, 77, 86
 Orogenetik 114, 115, 146
 Oseanografi 6, 18
 Oxisols 139, 147
 Ozon 157, 158, 199
- P**
- Pangea 25, 26, 27, 33, 73, 114
 Pantai 8, 9, 16, 26, 93, 110, 119, 123, 124, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 138, 166, 173, 210
 Pasir vulkanik 100, 145
 Patahan 95, 98, 107, 114, 115, 117, 118, 119, 146, 215
 Pedosfer 91, 135
 Pelangi 165, 184, 185, 202
 Pelapukan 91, 119, 120, 121, 135, 137, 146, 156
 Pelapukan kimia 121
 Pelapukan organik 122
 Pemanasan global 198, 199
 Pendekatan ekologi 7, 9, 17, 18
 Pendekatan keruangan 7, 17, 18, 21, 88
 Pendekatan kronologi 7, 9, 17, 18
 Pendekatan sistem 7, 10, 18
 Penghijauan 134, 143
 Pengikisan 119, 122, 131, 137, 146, 221
 Perairan darat 4, 6, 209, 210, 214, 215
 Perairan laut 209, 210, 214, 215, 216, 217
 Permeabilitas tanah 136, 146, 211
 Philolaus 37, 38, 74, 75, 85
 Physical geography 5, 17, 80, 226
 Pierre Simon de Laplace 53
 Pipa kawah 98, 103, 104
 Plankton 216
 Plato 95, 96, 103, 128, 145, 151
 Pleistoseista 109, 146
 Pluto 54, 57, 66
 Pneumatolysis 94
 Pola aliran anular 213
 Pola aliran dendritik 213
 Pola aliran pinate 213
 Pola aliran radial sentrifugal 213
 Pola aliran radial sentripetal 213
 Pola aliran rectangular 213
 Political geography 5, 17, 80, 226
 Ponor 121
 Population geography 5, 17, 80, 81, 226
 Prinsip deskripsi 11
 Prinsip interelasi 11

Prinsip korologi 11, 17
Prominen 56, 57
Proses adiabatik basah 166, 168
Proses adiabatik kering 166, 169
Proses ionisasi 158
Proses korasi 123
Proto planet 54
Protuberans 56
Pyrometamorfosis 94
Pythagoras 37, 74, 75, 80, 85

R

Radiasi matahari 158, 159, 161, 163,
184, 193, 199, 204
Rapid flowage 124
Rawa 131, 138, 139, 209, 210, 212, 217,
219, 223
Reboisasi 134, 143
Regenmeter 184
Region 8, 12, 79, 88
Regional geography 5, 17, 80, 226
Reklamasi 134
Relung 114, 124
Rock fall 125
Rock slide 125

S

Salju 124, 130, 180, 183, 193, 203, 210,
220, 221
Samudera 6, 16, 26, 27, 28, 30, 31, 43,
209, 214, 216, 223
Sand dunes 126
Sandikala 184, 185
Saturnus 37, 39, 41, 49, 54, 63, 64, 67,
68
Sedimentasi 126, 146
Seismograf 35, 79, 109, 110, 111, 112,
146
Selat 216, 223

Sesar 30, 117, 118, 119, 146
Settlement geography 5, 17, 80, 81
Siklon 171, 173
Siklus air 209, 210, 223
Siklus batuan 94
Sills 98, 145
sinklinal 115
Sinklinorium 115, 116
Sir James Jeans 54
Skala Cancani 112
Skala Derossiforel 112, 146
Skala gempa 112, 146
Skala Mercalli 112
Skala Omori 112
Skala Richter 36, 113
Skoria 100
Slow flowage 124
Slumping 125
Social geography 5, 17, 80, 81
Solfatar 107, 146
Sosiologi 6, 18
Spodosols 140, 147
Stalagmit 92, 122
Stalaktit 92, 122
Stasiun gempa 110, 111, 112, 146
Stepa 191, 197
Strabo 4, 19, 20, 78, 80, 226
Stratocumulus 178
Stratosfer 155, 157, 158, 199, 202
Stratus 178
Strip cropping 142, 147
Subrahmanyam Chandrasekhar 54, 74
Subsidence 125
Suhu udara 157, 159, 160, 161, 166,
170, 171, 188, 189, 190, 202
Sumber air mineral 107, 146
Sumber air panas 107, 108, 146
Sumber gas 107, 146
Sungai 170, 184, 209, 210, 211, 212,

213, 217, 218
Sungai anteseden 213
Sungai campuran 213
Sungai gletser 213
Sungai hujan 213
Sungai konsekuen lateral 213
Sungai konsekuen longitudinal 213
Sungai obsekuen 213
Sungai periodik 213
Sungai permanen 213
Sungai resekuen 213
Sungai subsekuen 213
Sungai superimposed 213
Sunspots 56, 186
Supan dan Rubner 188, 189, 203

T

Tanah aluvial 137
Tanah kapur 138, 183
Tanah laterit 138
Tanah organosol 138
Tanah pasir 138
Tanah podzolik merah kuning 137, 147
Tanah vulkanik 107, 137
Tata surya 23, 25, 37, 39, 42, 45, 49, 53, 54, 55, 57, 63, 66, 68, 71, 73, 74, 77, 79, 88
Tekanan udara 159, 160, 162, 163, 167, 168, 176, 193, 201, 202
Tekstur tanah 136, 137, 146
Tektonisme 91, 109, 114, 145, 146, 211
Teluk 116, 118, 216, 223
Teori Awan Debu 54, 74
Teori Big Bang 45, 76, 86
Teori Nebulae 53, 74
Teori Pasang-Surut 54
Teori Planetesimal 54

Teori Steady State 45, 74, 86
Teori Tektonik Lempeng 29, 73, 79, 85
Terasering 128, 134, 142, 143, 147
Termosfer 155, 158, 202
The Giant Planet 63, 79, 87, 227
Thermometer 161, 162, 165
Thomas C. Chamberlin 54
Thomas Gold 45, 76, 86
Tipe Hawaii 104, 105, 146
Tipe Merapi 105
Tipe Pelee 105, 106
Tipe Perret 105, 106
Tipe ST. Vincent 105
Tipe Stromboli 105
Tipe Vulcano 106
Titik embun dan kondensasi 164
Tritium 210
Troposfer 11, 155, 157, 158, 198, 199, 202
Tycho Brahe 40, 71, 74, 76, 78

U

Ultisols 140, 147
Uranus 41, 49, 54, 64, 65, 67, 68, 74
Ursa Mayor 50, 51, 52, 74, 77
Ursa Minor 52, 74, 77, 86
Uvala 121

V

Variasi tahunan kelembapan relatif 165
Variasi tahunan kelembapan spesifik 164
Venus 37, 38, 39, 41, 49, 51, 54, 57, 58, 66, 68, 74, 78, 85
Vertisols 140, 147
Vulkanisme 69, 91, 97, 98, 109, 145, 211

W

Water hemisphere 128, 152

Wilayah 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17,
19, 81, 82, 107, 124, 127, 159, 170,
195, 198, 201, 203, 217, 223

Wind Vane 177

Windbreaks 142, 147

Y

Yeates 4, 19, 20, 78, 80, 226

Yupiter 37, 38, 39, 41, 43, 49, 51, 54,
63, 67, 72, 73, 74

Z

Zaman Devon 26

Zaman Jura 27

Zaman Kambrium 26, 73

Zaman Kapur 27

Zaman Karbon Kwali 26, 73

Zaman Ordovisium 26

Zaman Perme 26

Zaman Selur 26

Zaman Tiras 26

ZEE 217, 223

Zona stratopause 158

Zona tropopause 157

GEOGRAFI 1

Geografi merupakan ilmu untuk menunjang kehidupan sepanjang hayat dan mendorong peningkatan kehidupan. Bidang kajian geografi ini meliputi bumi, aspek dan proses yang membentuknya, hubungan kausal dan spasial manusia dengan lingkungan, serta interaksi manusia dengan tempat.

Mata pelajaran geografi membangun dan mengembangkan pemahaman peserta didik tentang variasi dan organisasi spasial masyarakat, tempat, dan lingkungan di muka bumi. Peserta didik didorong untuk memahami aspek dan proses fisik yang membentuk pola muka bumi, karakteristik, dan persebaran spasial ekologis di permukaan bumi. Selain itu, peserta didik dimotivasi secara aktif untuk menelaah bahwa kebudayaan dan pengalaman mempengaruhi persepsi manusia tentang tempat dan wilayah.

Ada tiga hal penting yang kami sajikan dalam buku ini, sebagai berikut.

- Materi pokok dan uraian materi kami susun lebih rinci sesuai dengan kebutuhan peserta didik untuk masing-masing tingkat atau kelas.
- Adanya penugasan-penugasan yang dimaksudkan untuk mendorong para peserta didik mengamati, menganalisis, menafsirkan peta, grafik, tabel dan gambar yang disajikan.
- Adanya evaluasi bab, evaluasi akhir semester, dan evaluasi akhir tahun yang bertujuan untuk mengukur daya serap siswa.

Semua itu diharapkan agar tercapainya tujuan pembelajaran yang meliputi aspek pengetahuan (*comprehensive*), keterampilan (*skill*), dan sikap (*afektif*).

ISBN 978-979-068-790-5 (nomor jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-793-6

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007 Tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran Yang Memenuhi Syarat Kelayakan Untuk Digunakan Dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp13.472,-

