

GEOLOGI UMUM

Bagian Pertama

Sukandarrumidi
Herry Zadrak Kotta
F. W. Maulana

GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

DAFTAR ISI

PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Hipotesis Terjadinya Bumi	11
1.2. Bentuk dan Susunan Lapisan Kulit Bumi	24
1.3. <i>Gradient Geothermic</i>	29
1.4. Sumber Kehidupan Manusia	33
1.5. Studi Kasus.....	37
BAB 2 MENGENAL MINERAL.....	54
2.1 Kristalografi.....	56
2.2. Kristal	59
2.2. Proses Kristalisasi	65
2.3. Mineral Pembentuk Batuan	68
2.4. Mineral Penentu Kehidupan.....	79
2.5. Mineral sebagai Bahan Industri.....	83
BAB 3 MENGENAL BATUAN.....	87
3.1. Batuan Beku	87
3.2. Bentuk Intrusi Batuan Beku	95
3.3. Batuan Sedimen.....	104
3.4. Batuan Pyroklastik	125
3.5. Batuan Metamorf.....	131
3.6. Fasies Metamorfosis.....	141

BAB 4 PELAPUKAN	145
4.1. Parameter Yang Berperan dalam Proses Pelapukan	147
4.2. Berbagai Jenis Pelapukan.....	154
4.3. Terjadinya Erosi	164
4.4. Jenis Tanah	170
4.5. Pemanfaatan Tanah.....	176
BAB 5 GEOHIDROLOGI.....	193
5.1. Karbon Dioksida	196
5.2. Air	205
5.3. Pestisida.....	223
BAB 6 WAKTU GEOLOGI MASA ARKEOZOIKUM– MESOZOIKUM	239
6.1. Masa Arkeozoikum	245
6.2. Masa Paleozoikum	247
6.3. Masa Mesozoikum	259
BAB 7 WAKTU GEOLOGI – MASA KENOZOIKUM.....	278
7.1. Endapan Kenozoikum di Indonesia.....	282
7.2. Dasar Paleontologi untuk Pembagian Kenozoikum di Indonesia	283
7.3. Zaman Tersier di Indonesia	287
7.4. Zaman Kwartar.....	294
DAFTAR PUSTAKA.....	304

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Jarak dan parameter lain planet-planet di jagat raya.....	15
Tabel 1.2. Hubungan kedalaman dan tekanan ($\times 10^{12}$ dyne/cm ²) (menurut Ballen).....	29
Tabel 1.3. Pembagian lapisan atmosfera	30
Tabel 1.4. “Menguras isi perut Bumi” dan pencemaran	42
Tabel 1.5. Nuansa geopolitik.....	44
Tabel 1.6. Pendakian tujuh puncak dunia (<i>seven summits</i>).....	46
Tabel 1.7. Monumen Dunia.....	50
Tabel 2.1. Contoh mineral dengan sistem sumbu kristal.....	61
Tabel 2.2. Beberapa mineral yang umum didapatkan dalam batuan.....	77
Tabel 2.3. Skala kekerasan Mohs	78
Tabel 3.1. Klasifikasi batuan beku berdasarkan kandungan mineral quartz (kuarsa)	91
Tabel 3.2. Klasifikasi batuan beku.....	93
Tabel 3.3. Petunjuk praktis deskripsi megaskopis batuan beku	94
Tabel 3.4. Bentuk intrusi batuan beku.....	95
Tabel 3.5. Skala ukuran butir Wentworth.....	105
Tabel 3.6. Petunjuk deskripsi megaskopis batuan sedimen	110
Tabel 3.7. Klasifikasi batuan karbonat (Folk, 1959)	113
Tabel 3.8. Tingkatan pelapisan batuan sedimen (McKee dan Weir, 1953).....	117
Tabel 3.9. Ukuran “rempah-rempah” dan batuan yang terbentuk.....	126
Tabel 3.10. Petunjuk deskripsi megaskopis batuan metamorf	138
Tabel 3.11. Macam dan tingkatan fasies metamorfosis.....	140
Tabel 4.1. Penggolongan jenis tanah.....	171
Tabel 4.2. Kandungan logam berat dalam tanah secara alamiah (dalam ug/g).	183
Tabel 5.1. Kandungan logam berbahaya dari limbah industri.....	198
Tabel 5.2. Kandungan pencemar logam di udara daerah urban di AS tahun 1965 (dalam ug/m ³)	198
Tabel 5.3. Proses pencemaran udara dari gunungapi	199

Tabel 5.4. Kandungan logam berat dalam air kondisi alamiah	222
Tabel 7.1. Daftar nama kala	279
Tabel 7.2. Daftar kala dan jenjang pada masa Kenozoikum	280
Tabel 7.3. Hasil penelitian Rheinhold (1936)	285
Tabel 7.4. Hasil penelitian Oostingh (1938)	285
Tabel 7.5. Klasifikasi Huruf Tersier	286
Tabel 7.6. Skala waktu geologi (Wolfe, <i>et al.</i> , 1966).....	299
Tabel 7.7. Frekuensi yang bisa didengar binatang	302

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Fosil tengkorak manusia purba (kiri), fosil gajah purba (tengah), fosil <i>Foraminifera</i> besar (kanan)	3
Gambar 1.2.	Fosil tikas tulang daun (kiri), fosil jejak cacing berbentuk lubang (tengah), fosil kapak manusia purba (kanan).....	3
Gambar 1.3.	Sasaran pembelajaran paleontologi mikro: <i>Foraminifera</i> (kiri) dan paleontologi makro: <i>Cephalopoda</i> (kanan).....	3
Gambar 1.4.	Mega fosil sesudah direkonstruksi, <i>Dinosaurius</i> (kiri), <i>Tyrannosaurus</i> (kanan).....	4
Gambar 1.5.	Mikroskop monokuler (kiri), mikroskop binokuler (tengah), <i>Scanning Electrone Microscope</i> (kanan)	5
Gambar 1.6.	Rekonstruksi manusia prasejarah (kiri), dan gua sebagai tempat tinggal mereka (kanan).....	5
Gambar 1.7.	Tempat tinggal manusia prasejarah di atas pohon.....	6
Gambar 1.8.	Kegiatan tambang timah di Pulau Bangka (kiri) dan aktivitas tambang emas PT Freeport Indonesia di Papua (kanan).....	6
Gambar 1.9.	Tambang minyak Bumi di darat dengan pompa angguknya (kiri), anjungan minyak Bumi di laut (kanan)	7
Gambar 1.10.	Suasana lapangan di daerah tambang batubara (kiri) dan pengangkutan batubara di sungai (kanan).....	8
Gambar 1.11.	Lingkungan hutan bakau (kiri) dan lingkungan taman laut Bunaken (kanan)	10
Gambar 1.12.	Bangunan fisik pelabuhan laut (kiri), jembatan Suramadu (tengah), dan anjungan minyak lepas pantai (kanan).....	10
Gambar 1.13.	Teleskop ruang angkasa Hubble (<i>Hubble Space Telescope</i>)	22
Gambar 1.14.	Sketsa susunan lapisan kulit Bumi	28
Gambar 1.15.	Siklus hidrologi (kiri) dan terbentuknya pori-pori sekunder pada <i>top soil</i> (kanan).....	35
Gambar 1.16.	Sumber karbohidrat: tanaman padi penghasil beras (kiri) dan tanaman bayam penghasil sayur (kanan).....	36

Gambar 1.17. Tanah sebagai lahan sawah (kiri), tanah sebagai lahan perkebunan (tengah), dan tanah sebagai lahan permukiman (kanan)	37
Gambar 1.18. Patung <i>Liberty</i> , USA (gbr. kiri), menara Eiffel, Paris, Prancis (tengah), dan <i>Empire State Building</i> , New York (kanan).....	50
Gambar 2.1. Magma yang mengalir dari perut Bumi berubah menjadi lava. Lava yang mengalir berwarna merah menyala tampak pada malam hari (kiri). Gunung Bromo dengan kalderanya, dilihat dari udara, merupakan daerah tujuan wisata alam yang tidak ada duanya di dunia (kanan).....	54
Gambar 2.2. Magma ada di dalam perut Bumi (kiri) dan lava yang mengalir keluar melewati kawah gunungapi (kanan)	55
Gambar 2.3. Bentuk kristal dengan bidang-bidang muka kristal yang sama (kiri) dan bentuk kristal dengan bidang-bidang muka kristal yang tidak sama (kanan).....	57
Gambar 2.4. Bentuk kristal kembar dari bentuk-bentuk sederhana (kiri) dan bentuk kristal kembar terdiri dari bentuk-bentuk kombinasi (kanan)	57
Gambar 2.5. Bentuk-bentuk kristal terbuka	58
Gambar 2.6. Bentuk-bentuk kristal terbuka tertutup.....	59
Gambar 2.7. Bentuk dasar utama kristal sistem isometrik (kiri) dan tetragonal (kanan).....	60
Gambar 2.8. Bentuk dasar utama kristal sistem heksagonal (kiri) dan orthorhombik (kanan).....	60
Gambar 2.9. Bentuk dasar utama kristal sistem monoklin (kiri) dan triklin (kanan).....	61
Gambar 2.10. Mengenal mineral berdasarkan sifat fisiknya. Nama mineral seperti yang tertulis di bawah masing-masing gambar	62
Gambar 2.11. Bentuk kristal heksagonal dari jenis mineral kuarsa (kiri) dan jenis mineral kalsit (kanan)	63
Gambar 2.12. Bentuk kristal isometrik dari jenis mineral pyrite (kiri) dan bentuk monoklin dari jenis mineral gypsum (kanan)...	63
Gambar 2.13. Berbagai jenis <i>loupe</i> (kiri), mikroskop binokuler (tengah), dan mikroskop polarisasi (kanan)	64
Gambar 2.14. <i>Scanning Electrone Microscope</i>	64

Gambar 2.15. Mengenal mineral dengan mengamati sifat optiknya (pada sayatan tipis). Mineral olivine dilihat dengan mikroskop polarisasi pada saat nikol dalam keadaan sejajar (kiri) dan pada saat nikol dalam keadaan disilangkan (kanan) sehingga tampak warnanya.....	65
Gambar 2.16. <i>Hand specimen</i> batuan beku jenis pegmatite (kiri) dan batuan beku jenis rhyolite (kanan)	66
Gambar 2.17. Contoh kenampakan phenokrist mineral olivine (ukuran kristal besar) dengan massa dasar diperkirakan mineral leusite (dalam sayatan tipis). Tekstur ini disebut dengan istilah phorpyritik.	68
Gambar 2.18. Skema Seri Reaksi Bowen	69
Gambar 2.19. Mineral kuarsa dalam sayatan tipis: pada saat nikol sejajar (kiri) dan pada saat nikol disilangkan (kanan)	70
Gambar 2.20. Kenampakan mineral plagioklase (pada sayatan tipis): saat nikol sejajar (kiri) dan pada saat nikol disilangkan dengan ciri khas kembaran <i>polysintetic</i> (tengah dan kanan).....	71
Gambar 2.21. Mineral leucite pada sayatan tipis: saat nikol sejajar (kiri) dan pada saat nikol disilangkan (kanan)	72
Gambar 2.22. Mineral biotite pada sayatan tipis: saat nikol sejajar (kiri dan tengah) dan pada saat nikol disilangkan (kanan).....	73
Gambar 2.23. Muskovite pada sayatan tipis: saat nikol sejajar (kiri), dan pada saat nikol disilangkan (kanan)	73
Gambar 2.24. Hornblende (variasi amfibole) pada sayatan tipis: saat nikol sejajar (kiri dan tengah), dan pada saat nikol disilangkan (kanan)	74
Gambar 2.25. Clinopyroksene dan orthopyroksene <i>intergrowth</i> pada sayatan tipis: saat nikol sejajar (kiri) dan pada saat nikol disilangkan (kanan)	74
Gambar 2.26. Mineral olivine pada sayatan tipis: saat nikol sejajar (kiri) dan pada saat nikol disilangkan (kanan)	75
Gambar 2.27. Mineral klorite pada sayatan tipis: saat nikol sejajar (kiri), dan pada saat nikol disilangkan (kanan)	76
Gambar 2.28. Mineral zirkon pada sayatan tipis: saat nikol sejajar (kiri) dan pada saat nikol disilangkan (kanan)	76
Gambar 2.29. <i>Atomic Absorption Spectrometer</i> (AAS) (kiri) dan <i>Scanning Electrone Microscope</i> (SEM) model terbaru (kanan).....	78

Gambar 2.30.	Mineral sebagai alat ukur skala kekerasan (skala Mohs)	79
Gambar 2.31.	Bijih emas dalam batuan (kiri) dan emas batangan (kanan).....	80
Gambar 2.32.	Sublimasi asap gunungapi menjadi belerang (kiri) dan halite (garam dapur= NaCl) (kanan)	80
Gambar 2.33.	<i>Red cinnabar</i> = HgS (kiri) dan zirkone= ZrSiO_4 (kanan).....	81
Gambar 2.34.	Hutan dan usaha menghutankan kembali lereng Gunung Merapi	82
Gambar 2.35.	Konservasi lahan pertanian (kiri), menjadi kawasan permukiman (tengah) dan kawasan industri (kanan).	83
Gambar 2.36.	Keris yang telah dilapisi dengan <i>warangan</i> (kiri) dan penambangan belerang (sulfur) di kawah Gunung Dieng (kanan).....	86
Gambar 3.1.	Hubungan antara batuan dalam (intrusi), batuan gang, dan batuan leleran (ekstrusi)	89
Gambar 3.2.	Bentuk-bentuk intrusi batuan beku	97
Gambar 3.3.	Bentuk struktur mayor batuan beku: kekar tiang (<i>columnar joint</i>) (kiri), kekar lembar (<i>sheeting joint</i>) (tengah), dan bentuk urat (<i>vein</i>) (kanan)	98
Gambar 3.4.	Contoh batuan beku jenis granite (kiri) dan kenampakan sayatan tipis (petrografi) batuan beku jenis granite (kanan)	100
Gambar 3.5.	Sayatan tipis batuan beku jenis syenite (kiri) dan <i>hand specimen</i> batuan beku jenis syenite (kanan)	100
Gambar 3.6.	Batuan beku jenis diorite (kiri) dan sayatan tipis batuan beku jenis diorite (kanan).....	101
Gambar 3.7.	Batuan beku jenis gabro (kiri) dan sayatan tipis batuan beku jenis gabro (kanan)	102
Gambar 3. 8.	Contoh berbagai jenis batuan beku	102
Gambar 3.9.	Kenampakan pada sayatan tipis: mineral sulung orthoclase (kiri) dan mineral sulung hornblende (kanan).....	104
Gambar 3.10.	Contoh batuan sedimen jenis konglomerat (kiri) dan dan batuan sedimen jenis breksi (kanan)	107
Gambar 3.11.	Contoh batuan sedimen jenis batupasir berbutir kasar (kiri), dan batupasir berbutir halus (kanan).....	107
Gambar 3.12.	Contoh batuan sedimen jenis batulempung berlapis (serpih) atau <i>shale</i> (kiri) dan batulempung (<i>claystone</i>) (kanan).....	108

Gambar 3.13. Contoh batuan sedimen jenis batugamping klastik (kiri) dan batugamping nonklastik (kanan)	109
Gambar 3.14. Kenampakan bentang alam karst dengan <i>conical hills</i> (kiri) dan sungai bawah tanah (kanan)	110
Gambar 3.15. Kenampakan batuan kalsirudite (<i>calcirudite</i>).....	114
Gambar 3.16. Kenampakan batuan kalkarenite (<i>calcarenite</i>).....	115
Gambar 3.17. Kenampakan batuan kalkarenite (pada sayatan tipis) (kiri) dan kalsilutite (<i>calcilutite</i>) (kanan)	115
Gambar 3.18. Kenampakan struktur <i>imbricate</i> (fragmen konglomerat saling menindih satu sama lain) pada konglomerat: mekanisme terbentuknya <i>imbricate</i> (kiri), kenampakan ideal struktur <i>imbricate</i> (kanan).	116
Gambar 3.19. Kenampakan seperti perlapisan, namun karena dijumpai pada batuan beku kenampakan itu disebut <i>sheeting joint</i> ..	116
Gambar 3.20. Kenampakan struktur perlapisan sejajar normal pada batuan sedimen.....	117
Gambar 3.21. Berbagai kenampakan struktur perlapisan silang siur (<i>cross bed</i>)	118
Gambar 3.22. Kenampakan bentuk struktur lapisan membaji (<i>wedging</i>) secara ideal (kiri) dan perlapisan membaji di lapangan (kanan).....	119
Gambar 3.23. Perlapisan bentuk lensa (kiri), perlapisan bentuk lensa kombinasi dengan perlapisan silang siur (tengah), dan bentuk lensa pada konglomerat (kanan)	119
Gambar 3.24. Struktur perlapisan <i>graded bedding</i> secara ideal (perhatikan letak dan perubahan ukuran butir)	120
Gambar 3.25. Kenampakan struktur perlapisan <i>graded bedding</i> pada singkapan batuan di lapangan. Perhatikan perbedaan ukuran butir yang ditampilkan pada foto.	120
Gambar 3.26. Kenampakan struktur sedimen <i>ripple marks</i> , gambaran ideal (kiri dan tengah) dan keadaan sesungguhnya di lapangan (kanan).	121
Gambar 3.27. Bentuk struktur perlapisan membaji (<i>wedging</i>) (kiri), perlapisan sejajar (kiri tengah), perlapisan <i>graded bedding</i> (kanan tengah), dan perlapisan siang siur (kanan).....	122
Gambar 3.28. Kenampakan struktur sedimen <i>aqueoglacial</i>	122
Gambar 3.29. Urutan ideal struktur arus turbid (<i>turbidity current</i>)	123
Gambar 3.30. Banjir lahar dingin dari Gunung Merapi pada 2010	126

Gambar 3.31.	Kenampakan batuan ignimbrites (<i>welded tuff</i>).....	130
Gambar 3.32.	Kenampakan diagramatik <i>pillow lava-hydroclastic sequence</i>	130
Gambar 3.33.	Skema dasar daur batuan.....	135
Gambar 3.34.	Kenampakan batuan <i>gneiss</i> (kiri dan kanan)	136
Gambar 3.35.	Kenampakan batuan schist (kiri dan kanan)	136
Gambar 3.36.	Kenampakan batuan sabak (<i>slate</i>) (kiri), sabak alat tulis masa lampau (kanan).....	136
Gambar 3.37.	Kenampakan batuan marmer (kiri), marmer yang sudah digergaji dan dipoles (kanan)	137
Gambar 3.38.	Kenampakan batuan <i>phyllite</i> (kiri dan kanan)	137
Gambar 4.1.	Rekaman <i>seismograf</i> (kiri), alat <i>seismometer</i> (kanan atas), <i>seismometer</i> China masa lampau (disebut <i>Houfeng Didong Y</i> , diciptakan oleh Zhang Heng pada saat dinasti Han pada AD 132) (kanan bawah)	146
Gambar 4.2.	Gaya asal endogen akibat intrusi batuan beku (kiri), gaya asal endogen akibat gaya tektonik yang membuat pelapisan batuan kedudukannya miring/terlipat-lipat atau pecah-pecah (kanan).....	147
Gambar 4.3.	Stratifikasi tanah berdasarkan tingkat pelapukan <i>bed rock</i> -nya.....	154
Gambar 4.4.	Gua dengan bentukan stalaktit dan stalakmit (kiri), <i>phonore</i> (tengah), dan sungai bawah tanah (kanan).....	159
Gambar 4.5.	Kenampakan deretan <i>conical hills</i> (kiri), telaga di daerah karst (kanan).....	159
Gambar 4.6.	Erosi akibat pengerjaan lahan pertanian yang tidak ramah lingkungan (kiri), erosi akibat penambangan batubara di Kalimantan (tengah), dan erosi akibat penambangan timah di Pulau Bangka (kanan).....	165
Gambar 4.7.	Semak belukar di antara tegakan pohon (kiri), tanaman rumput (tengah), memasang <i>conblock</i> sebagai penutup permukaan tanah (kanan)	166
Gambar 4.8.	Perhatikan erosi percik di rumah joglo dengan genteng keramik tanpa talang air hujan (kiri), gedung dengan atap dari asbes gelombang tanpa talang air hujan kanan).....	166
Gambar 4.9.	Erosi percik akibat jatuhnya air hujan (kiri), erosi kulit (kanan).....	167

Gambar 4.10. Usaha untuk mengurangi erosi kulit dilakukan dengan membuat permukaan topografi dengan bentuk terasering.	167
Gambar 4.11. Skema penampang sungai berbentuk V (kiri), penampang sungai berbentuk U (kanan).	168
Gambar 4.12. Erosi parit (kiri), erosi tebing (kanan).	169
Gambar 4.13. Alat berat jenis <i>bull dozer</i> untuk meratakan tanah (kiri), jenis <i>drum roller</i> untuk memadatkan tanah (kanan).	177
Gambar 4.14. Industri <i>bataco</i> (kiri), <i>conblock</i> (kanan).	178
Gambar 4.15. Industri bata merah (kiri), industri genteng (tengah), industri keramik (kanan)	178
Gambar 4.16. Industri genteng di Godean, Kulon Progo, Yogyakarta (kiri), industri keramik di Kasongan, Bantul, Yogyakarta (kanan).	179
Gambar 4.17. Konsep pembuatan struktur fondasi cakar ayam	180
Gambar 4.18. Konsep pembuatan struktur fondasi tiang pancang	180
Gambar 4.19. Pembangunan kompleks olahraga di Hambalang, Bogor, Jawa Barat.	181
Gambar 4.20. Lahan pertanian pada tanah lempung pada musim kemarau perhatikan rekahan-rekahan yang terjadi di permukaan (kiri), namun merupakan lahan yang produktif pada musim hujan (kanan).	182
Gambar 4.21. Lahan pertanian pasir pantai selatan, daerah Kabupaten Kulon Progo, DIY, sumur renteng (kiri), tanaman kubis (kanan).	182
Gambar 4.22. Tanah sebagai lahan permukiman dengan bentuk rumah masa kini (kiri) dan bentuk rumah tradisional (kanan)	187
Gambar 4.23. Penambangan pasir laut di Selat Madura (kiri) kegiatan penambangan yang mengancam kelestarian keberadaan taman laut (kanan).	187
Gambar 4.24. Lahan pesisir Urut Sewu di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah (kiri), tanaman produktif yang dibudidayakan masyarakat setempat di lahan pesisir Urut Sewu (kanan).	191
Gambar 5.1. Penebangan hutan yang tidak terkendali (kiri), penambangan batubara (tengah), banjir yang melanda kota Samarinda, Kalimantan Timur (kanan)	194

Gambar 5.2.	Tumbuhan sebagai hutan (kiri), tumbuhan sebagai perindang jalan (tengah), tumbuhan yang ditanam di pot (kanan).....	195
Gambar 5.3.	Kebakaran hutan yang menghasilkan <i>particulate</i> karbon (kiri), skema masuknya oksigen dan bahan pencemar ke paru manusia (kanan)	200
Gambar 5.4.	Bahan makanan buah-buahan dan sayuran yang dapat tercemar B-3.....	202
Gambar 5.5.	TPA sebagai lahan penggembalaan ternak	203
Gambar 5.6.	Rantai makanan yang terjadi secara alamiah	203
Gambar 5.7.	Telaga tempat terkumpulnya air hujan (kiri) dan sungai yang dibendung untuk menghambat dan menaikkan muka air tanah daerah sekitar dan membatasi air mengalir ke laut (kanan).....	206
Gambar 5.8.	Diagram alir terbentuknya air tanah (kiri), skema siklus hidrologi (kanan).....	206
Gambar 5.9.	Akar tanaman semak belukar yang hanya mampu menembus lapisan tanah horizon A (kiri), akar tanaman keras yang mampu menembus lapisan tanah horizon A, B, hingga C (kanan)	207
Gambar 5.10.	Telaga tempat penampungan air permukaan (kiri), Danau Toba di Sumatra tempat penampungan air permukaan (kanan).....	208
Gambar 5.11.	Situ Gintung, Cirendeu, Ciputat Timur, Tangerang Selatan, Banten Jawa Barat.....	209
Gambar 5.12.	Waduk Sermo, kawasan Bukit Menoreh, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta (kiri), genangan Waduk Sermo dilihat dari foto <i>Landsat</i> (kanan).....	209
Gambar 5.13.	Embung (kiri), rumah di pinggir embung dengan tanaman padi pada musim hujan (kanan)	210
Gambar 5.14.	Bangunan PLTA di Bendungan Gajah Mungkur, Wonogiri (kiri), Bendungan Ir. Sutami, Waduk Karangates, Malang (kanan)	210
Gambar 5.15.	Sayatan batuan yang memperlihatkan pori-pori: pori-pori primer dalam batuan beku jenis andesite (kiri), pori-pori primer pada batuan sedimen jenis batupasir (tengah), dan pori-pori primer pada batuan metamorf jenis mika <i>schist</i> (kanan)	213

Gambar 5.16. Pori-pori sekunder pada batuan beku jenis granite (kiri), pori-pori sekunder pada batuan sedimen jenis batupasir (tengah), pori-pori sekunder pada batuan metamorf jenis <i>gneiss</i> (kanan).....	213
Gambar 5.17. Skematis pola penyebaran muka air tanah (<i>water table</i>) ..	215
Gambar 5.18. Sumur gali (sering disebut sumur dangkal) sebelum dipasang dinding buis beton (kiri), pembuatan sumur dalam dengan alat bor mesin (kanan).....	215
Gambar 5.19. Terjadinya sumber air artesis.....	216
Gambar 5.20. Sketsa sayatan vertikal rekahan-rekahan yang berfungsi sebagai pori-pori sekunder (kiri), kenampakan topografi <i>conical hill</i> di daerah karst (kanan).....	217
Gambar 5.21. Skema terbentuknya sumur artesis (kiri), sumur artesis (kanan)	219
Gambar 5.22. Kemunculan mata air (kiri), sumur artesis (tengah), skematis munculnya mata air artesis (kanan).....	220
Gambar 5.23. Berbagai kemasan pestisida	232
Gambar 5.24. Gedung bertingkat dengan bangunan <i>basement</i> (kiri), Situ Pluit, Jakarta, yang makin lama daya tampung air menjadi berkurang akibat pendangkalan dan ekspansi permukiman (kanan)	234
Gambar 5.25. Akibat banjir Sungai Citarum, Bandung (kiri), jalan raya berubah menjadi sungai (kanan)	235
Gambar 5.26. Sungai Musi dengan permukiman di sepanjang tepinya telah tercemar berat (kiri), jembatan Sungai Musi pada waktu malam (kanan).....	236
Gambar 5.27. PLTN Fukushima sebelum terkena tsunami (kiri), PLTN Fukushima pada saat terjadi kebakaran (kanan)	237
Gambar 6.1. Siklus pembentukan Bumi; (a) Bumi masih berbentuk bola pijar, (b) Bumi mendingin, berangsur-angsur membentuk lithosfera, (c) pembentukan atmosfer Bumi, dan (d) Bumi terbentuk sempurna)	240
Gambar 6.2. `Continental Drift Theory` dari Alfred Wegener mengenai terbentuknya massa daratan Bumi.	242
Gambar 6.3. Fosil <i>Archeocyathus</i> , anggota filum <i>Coelenterata</i> (kiri), <i>Olenellus thompsoni</i> , anggota klas <i>Trilobita</i> (kanan)	248
Gambar 6.4. Fosil <i>Graptolit</i> (kiri), fosil <i>Halysithes wallichii</i> Reed (kanan).....	250
Gambar 6.5. Fosil <i>Spirifer</i> (kiri), fosil <i>Favosites</i> (kanan).....	253

Gambar 6.6.	Fosil <i>Fusulina</i> (<i>Foraminifera</i> besar) (kiri), fosil <i>Calamites</i> (kanan)	255
Gambar 6.7.	Fosil <i>Agathiceras</i> (kiri) dan fosil <i>Cyclolobus</i> (kanan)	258
Gambar 6.8.	Fosil <i>Halobia</i> (kiri), fosil <i>Daonella</i> (tengah), fosil <i>Radiolaria</i> (kanan)	265
Gambar 6.9.	<i>Brontosaurus</i> (kiri), rekonstruksi <i>Brontosaurus</i> (kanan) ..	267
Gambar 6.10.	Rekonstruksi <i>Archeopteryx</i> (kiri), fosil <i>Archeopteryx</i> (kanan).....	267
Gambar 6.11.	<i>Globotruncana arca</i> , fosil indeks Zaman Kapur Atas (kiri), <i>Tyrannosaurus rex</i> yang muncul pada zaman Kapur (kanan).....	273
Gambar 6.12.	Fosil <i>Europelta carbonesis</i> berumur Kapur yang ditemukan di tambang batubara di Spanyol, rekonstruksi kerangka (kiri), rekonstruksi ideal (kanan)	274
Gambar 6.13.	<i>Inoceramus</i> , penunjuk umur Kapur (kiri), <i>Orbitolina</i> (kanan), penunjuk umur Kapur	277
Gambar 7.1.	Rekonstruksi kerangka <i>Stegodon</i> (kiri), geraham <i>Stegodon</i> (kanan).....	297