

SUTIKNO
SUPRAPTO DIBYOSAPUTRO
EKO HARYONO

GEOMORFOLOGI DASAR

Bagian 1



GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
KATA PENGANTAR EDITOR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1 RUANG LINGKUP DAN KONSEP DASAR	
GEOMORFOLOGI	1
1.1 Batasan dan Ruang Lingkup Geomorfologi.....	3
1.2 Perkembangan Geomorfologi	10
1.3 Konsep Dasar Geomorfologi dan Pendekatan Geomorfologi	19
1.4 Sistem Geomorfik.....	41
1.5 Skala Geomorfik.....	51
Rangkuman.....	56
BAB 2 ASPEK-ASPEK GEOMORFOLOGI	57
2.1 Pendahuluan	57
2.2 Aspek Morfologi	60
2.3 Aspek Morfogenesis.....	89
2.4 Aspek morfokronologi	153
2.5 Aspek Morfoaransemen/Morfoasosiasi	163
Rangkuman.....	165

BAB 3	KLASIFIKASI BENTUK LAHAN	167
3.1	Lobeck (1939) dengan Judul Buku <i>Geomorphology: An Introduction to Study of Landscape</i>	170
3.2	Klasifikasi menurut von Engeln (1942) dengan Judul Buku <i>Geomorphology</i>	172
3.3	Thornbury (1954) dengan Judul Buku <i>Principles of Geomorphology</i>	172
3.4	Leuder (1959) dalam Buku <i>Aerial Photographic Interpretation: Principles and Application</i>	173
3.5	Klimaszewski (1978) dalam buku <i>The High Tatras. Folia Geographica Series Geographica-Physica, Vol XI, 1978</i>	174
3.6	Verstappen dan van Zuidam (1969) dalam buku <i>ITC System of Geomorphological Survey</i>	174
3.7	DesauneTtes (1977) dalam Buku <i>Catalogue of Landforms for Indonesia (interim paper)</i>	175
3.8	Bashenina (1987) dalam Buku <i>Comments on the International Geomorphological Map of Europe at Scale 1:50.000</i>	177
3.9	Gellert (1969) dalam Buku <i>The system of the Morphogenesis and MorphoGenetic Classification of the Earth's Surface as Basis of the Conception of Geomorphological maps ..</i>	178
3.10	van Zuidam dan Zuidam–Cancelado (1979) dalam Buku <i>Terrain Analysis and Classification Using Aerial Photographs</i>	179
3.11	Cooke dan Doornkamp (1974) dalam Buku <i>Geomorphology in EnvironmenTAL Management, an Introduction</i>	180
3.12	Marsudi <i>et al.</i> (1966).....	180
	Rangkuman.....	181
BAB 4	TERAPAN GEOMORFOLOGI	183
4.1	Pendahuluan	183
4.2	Lingkup Geomorfologi sebagai Dasar dalam Terapan Geomorfologi	185
4.3.	Fungsi Bentuk Lahan dalam Kajian Terapan Geomorfologi	191

4.4	Terapan Geomorfologi dalam InventarisASI dan Evaluasi Sumber Daya Alam	194
4.5	Terapan Geomorfologi dalam Bidang Lingkungan/ Bencana	206
4.6	Terapan Geomorfologi Perolehan Material Bahan Bangunan.....	212
4.7	Terapan Geomorfologi dalam Penggunaan Lahan	213
4.8	Terapan Geomorfologi dalam Bidang Rekayasa.....	216
4.9	Terapan Geomorfologi dalam Operasi Militer	219
	Rangkuman.....	221
	DAFTAR PUSTAKA.....	223
	INDEKS	231
	TENTANG PENULIS.....	234

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Peubah Sistem Fluvial	45
Tabel 1.2	Variabilitas Sistem Fluvial di Bawah Pengaruh Tingkat Proses, Relief, dan Iklim.....	47
Tabel 1.3	Status Peubah Drainase Basin Menurun, Durasi Waktu yang Menurun	52
Tabel 1.4	Hierarki Tingkat Spasial dari Bentuk Lahan	53
Tabel 1.5	Hierarki Skala Spasial dan Temporal dalam Geomorfologi...	54
Tabel 2.1	Kelas Relief untuk Pemetaan Geomorfologi.....	65
Tabel 2.2	Kelas Relief atas Dasar Amplitudo Relatif.....	66
Tabel 2.3	Kelas Relief dalam Kaitannya dengan Kemiringan Lereng...	66
Tabel 2.4	Kelas Relief Menurut FAO untuk Tujuan Pertanian	67
Tabel 2.5	Konversi Satuan-Satuan Ukuran Besar Sudut Lereng	74
Tabel 2.6	Klasifikasi Lereng yang Menunjukkan Kaitan antara Bentuk, Sudut Lereng, Agihan, dan Proses yang Mungkin Terjadi	77
Tabel 2.6	Klasifikasi Lereng yang Menunjukkan Kaitan antara Bentuk, Sudut Lereng, Agihan, dan Proses yang Mungkin Terjadi (lanjutan)	78
Tabel 2.7	Klasifikasi Sudut Lereng (Menurut Beberapa Sumber)	79
Tabel 2.8	Klasifikasi Panjang Lereng (Dipersiapkan untuk Analisis dan Klasifikasi Medan)	81
Tabel 2.9	Jumlah Suborde Saliran/Sungai dan Nilai Rb dari Suatu Basin Saliran.....	86
Tabel 2.10	Jumlah Segmen Orde Sungai dan Rasio Percabangan (Sebuah Contoh).....	87
Tabel 2.11	Proses Geomorfik	90

Tabel 2.12 Resistensi terhadap Pelapukan dalam Hubungannya dengan Sifat-Sifat Batuan	99
Tabel 2.13 Proses Geomorfik	106
Tabel 2.14 Klasifikasi Gerakan Massa Tanah/Batuan Berdasarkan Sifat dan Kecepatan Gerakan, Kandungan Air, dan Es.....	109
Tabel 2.15 Klasifikasi Gerakan Massa Tanah/Batuan Berdasarkan Tipe Gerakan	109
Tabel 2.16 Klasifikasi Gerakan Massa Atas Dasar Arah Gerakan dan Agen Transportasi	110
Tabel 2.17 Kunci untuk Identifikasi Bentuk Lahan dan Kerentanannya terhadap Longsor Lahan	122
Tabel 2.18 Klasifikasi Erosi Lembaran dan Deflasi Menurut Intensitas Kehilangan Tanah.....	142
Tabel 2.19 Klasifikasi Erosi Lembah Berdasarkan Kepadatan Lembah dan Pertumbuhan Memanjang Lembah.....	142
Tabel 2.20 Klasifikasi Tanah Tererosi oleh Erosi Lembaran.....	143
Tabel 2.21 Tingkatan Manah Menengah dan Belum Berkembang Menurut Tingkat Erosi Akibat Erosi Lembaran.....	143
Tabel 2.22 Penetapan Umur Batuan dengan Radiometrik	162
Tabel 3.1 Hierarki Klasifikasi Globe ke dalam Satuan-Satuan Bentuk Lahan.....	170
Tabel 3.2 Klasifikasi Bentang Lahan.....	171
Tabel 3.3 Klasifikasi Bentuk Lahan Menurut Dessauets (1979).....	176
Tabel 3.4 Tipe Relief Berdasarkan Beda Tinggi dan Lereng Majemuk.	179
Tabel 3.5 Hubungan Tingkatan Proses Torehan dengan Skala Pemetaan	181
Tabel 4.1 Macam Bahaya atau Bencana Alam yang Mungkin Timbul pada Bentuk Lahan.....	207
Tabel 4.2 Matriks Hubungan Topografi dan Bentuk Garis Pantai untuk Mengetahui Tingkat Kerawanan Pesisir terhadap Tsunami ...	208
Tabel 4.3 Hubungan antara Kelas Kemampuan Lahan dengan Intensitas dan Macam Penggunaan	215
Tabel 4.4 Persyaratan Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Karet.....	216
Tabel 4.5 Kesesuaian Lahan untuk Gedung	216

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Ruang lingkup objek kajian fisiografi	7
Gambar 1.2	Kedudukan dan kaitan fisiografi dengan ilmu kebumian lain.....	7
Gambar 1.3	Bidang Geografi sistematis, yang menunjukkan kedudukan geomorfologi dalam geografi fisik	9
Gambar 1.4	Geomorfometri proses dalam ekstraksi data dari parameter lahan permukaan dari DEM	16
Gambar 1.5	Aktivitas Gunung Api Merapi terjadi pada tahun a. 2004, b. 2006, dan c. 2010, dan diperkirakan akan terjadi lagi di masa yang akan datang	21
Gambar 1.6	Foto endapan lahar masa lampau untuk memperkuat konsep saat sekarang untuk rekonstruksi kejadian masa lampau; a. Candi Sambisari yang tertutup lahar kurang lebih 8 meter, b. Candi Losari tertimbun lahar setebal 4 meter, c. Candi di UII yang tertimbun lahar setebal 2–3 meter, dan d. Candi Liyangan yang ditemukan, tertimbun oleh lahar masa lampau.....	22
Gambar 1.7	Citra SRTM sebagian P.Jawa, sebagian Jawa Timur dan sebagian Jawa Tengah yang menunjukkan kontrol struktur terhadap bentuk lahan. Bagian utara Perbukitan Rembang berstruktur lipatan (kotak merah), bagian tengah depresi yang ditumbuhi gunung api, bagian selatan berstruktur sesar dan plato.....	23
Gambar 1.8	Foto yang menunjukkan struktur homoklinal pada bekas penambangan batu andesit (a), dan pada sisi lain penampakan struktur tidak tampak karena tertutup oleh hasil pelapukan (b)	24

Gambar 1.9	Foto topografi karst Karang Bolong, Jawa Tengah: a. menunjukkan kubah dan cekungan hasil proses pelarutan, b. menunjukkan kerucut karst dengan lembah bentuk V .	26
Gambar 1.10	Foto yang menunjukkan bahwa proses geomorfik meninggalkan bekas yang nyata: a. penampakan mengulit bawang bekas pelapukan speriodal; b. teras sungai bekas erosi aliran air sungai; c. tebing rusak akibat erosi pantai/abrasi; d. tebing pantai yang terpisah, bekas kombinasi proses erosi/abrasi dan runtuhan	27
Gambar 1.11	Kenampakan danau tapal kuda (oxbow lake) di Adipala, Cilacap, Jawa Tengah.....	28
Gambar 1.12	Foto yang menunjukkan tingkatan proses erosi pada bentuk lahan: a. menunjukkan tingkat erosi kuat, b. tingkat erosi sedang, c. lembah Sungai Gendol di lereng Ga. Merapi pada tahun 2006, dan d. lembah Sungai Gendol pada tahun 2010.....	29
Gambar 1.13	Foto bentang lahan di daerah Wonogiri, Jawa Tengah yang menunjukkan bahwa proses evolusi bentuk lahan itu kompleks, pada daerah yang relatif sempit terdapat penampakan yang berbeda hasil dari proses geomorfik. Perhatikan notasi pada daerah A (erosi sedang), B (erosi tinggi), B1 (erosi ringan), dan B2 (erosi sangat kuat).....	31
Gambar 1.14	a. Situs percandian di Temanggung yang semula tertimbun oleh material vulkanik Ga. Sundoro dan b. Foto bentang lahan yang semula terkubur di Situs Candi Tikus di Trowulan, Mojokerto.....	33
Gambar 1.15	Foto bentang lahan yang menunjukkan penampakan topografi dari singkapan batuan andesit-basaltis yang terdapat di Parangkusumo, Kabupaten Bantul, dan perbukitan berbatuan breksi vulkanik dan topografi karst berbatuan gamping sebagai contoh bentang lahan yang terjadi di Kala Pleistosen.....	34
Gambar 1.16	a. Foto teras marine di Pantai Karang Bolong dan b. di Pantai Tanah Lot, Bali, teras marine ditunjukkan oleh takik lereng.....	36

Gambar 1.17	a. Foto lapangan bentang lahan berbatuan gamping yang terletak di Wonosari, Gunungkidul pada kondisi iklim dengan curah hujan relatif tinggi, sedangkan b. Foto lapangan bentang lahan berbatuan gamping yang terletak di Kupang dengan curah hujan relatif rendah (kering)	37
Gambar 1.18	Hubungan antara dasar-dasar konseptual, generalisasi data, penyusunan hipotesis, dan penyusunan teori. Dasar konseptual dan penyusunan hipotesis menelurkan hipotesis (+) untuk pengujian, sedangkan generasi data dengan observasi lapangan mengurangi (-) hipotesis yang layak diuji; tanda (+) dan (-) menunjukkan umpan balik.	40
Gambar 1.19	Contoh sistem dalam geomorfologi; A: Sistem morfologikal sederhana; B: Sistem aliran (<i>cascading</i>); C dan D: Sistem proses-respons. Tanda + dan - menunjukkan hubungan antara variabel	42
Gambar 1.20	Sistem fluvial yang ideal	44
Gambar 1.21	Sensitivitas bentuk lahan yang diubah berdasarkan interval ulangan dan waktu relaksi; responssnya terhadap perubahan masukan dalam proses. Nilai sensitivitas ($\infty - \frac{1}{2}$): diperoleh dari interval waktu dibagi dengan waktu relaksi B	46
Gambar 1.22	Pemulihan bentuk lahan yang ditentukan oleh perbandingan interval pengulangan dan waktu perubahan dalam merespons terhadap proses yang lebih besar. Nilai pemulihan dalam gambar adalah 2 dan $\frac{1}{2}$, yang diperoleh dari pembagian pengulangan C dengan waktu pemulihan A	48
Gambar 1.23	Perbedaan tipe keseimbangan bentuk lahan yang diilustrasikan dengan referensi terhadap perubahan skematik dalam elevasi saluran dalam variasi waktu: keseimbangan statik (A); keseimbangan mantap (B); keseimbangan dinamik (C). Skala waktu hanya perkiraan dan bervariasi menurut ukuran tipe bentuk lahan yang dikaji dan sifat serta intensitas dari proses yang bekerja sebelumnya.....	50

Gambar 2.1	Contoh data relief dari perolehan data UAV di Ternate ...	69
Gambar 2.2	Unsur dari profil dan tiga profil tipikal bentuk lereng cembung dan kontur cekung jarang ditemukan	71
Gambar 2.3	Bentuk kombinasi dari lereng cembung dan cekung, radial untuk menunjukkan profil lereng, sedangkan kontur menunjukkan bidang lereng. G positif bila lereng cekung, L positif jika profil lereng cekung	72
Gambar 2.4	Unsur-unsur profil lereng menurut King, 1957. Proses dominan pada setiap unsur lereng ditunjukkan dengan huruf a,b, c dan d	72
Gambar 2.5	Bentuk basin saluran: a) memanjang, b) lonjong, c) membulat.....	83
Gambar 2.6	Sistem penentuan orde saluran/sungai: (a) Sistem Horton, (b) Sistem Strahler, (c) Sistem Shreve, (d) Sistem Scheidegger	85
Gambar 2.7	Sketsa yang menunjukkan kepadatan, frekuensi, dan spasi saluran. (a) Daerah mempunyai kepadatan, frekuensi, dan spasi saluran lebih tinggi dibandingkan dengan di b (b) Batuan di a lebih mudah terkikis, sedangkan batuan di b lebih resisten terhadap erosi	88
Gambar 2.8	Pelapukan lebaran pada batuan andesit-basaltis (a) dan (b) pelapukan lebaran (mengulit bawang/ <i>spheroidal</i>) yang terjadi pada batuan andesit	92
Gambar 2.9	(a) Pelapukan akibat kondisi basah dan kering dan (b) pelapukan runtuh yang terjadi pada basalt	94
Gambar 2.10	(a) hasil proses pelarutan pada batu gamping dan (b) sisa hasil proses pelarutan pada batu gamping, warna coklat kemerahan menunjukkan kandungan besi pada batu gamping yang mengalami proses pelarutan	96
Gambar 2.11	(a) Bentang lahan yang menunjukkan proses pelapukan kimiawi (tampak pada lereng asli di bagian belakang dari foto), dan hasil pelapukan mekanik yang terpindahkan berupa serakan fragmen pada bagian kaki bukit. (b) Hasil proses oksidasi yang ditunjukkan oleh warna merah kecoklatan, yang makin ke bawah makin cerah.....	98

Gambar 2.12	(a) Proses pelapukan organik oleh perakaran tanaman jati di daerah topografi karst Gunung Sewu dan (b) Proses pelapukan organik oleh perakaran mahoni pada batuan breksi vulkanik di daerah Kulon Progo.....	102
Gambar 2.13	Skema gerakan massa tanah/batuan pada lereng	104
Gambar 2.14	Profil kecepatan dari tipe longsoran	104
Gambar 2.15	Klasifikasi proses gerakan massa tanah/batuan.....	105
Gambar 2.16	Klasifikasi gerakan massa tanah/batuan, yang disertai dengan gambar/sket dari masing-masing jenis	111
Gambar 2.17	Hasil proses batu jatuh di air terjun, Grojogan, Sewu, Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah; tumpukan bongkah batu di dasar air terjun hasil dari batu jatuh (<i>rocks fall</i>)	112
Gambar 2.18	Rumah yang terletak pada daerah yang mengalami penurunan, (a) fondasi rumah turun yang diikuti oleh pintu dan jendelanya, dan (b) rumah yang ditinggalkan karena ambles dan tergenang air (rob), kemudian diubah untuk kolam ikan di daerah Semarang	113
Gambar 2.19	Tipe gerakan tanah/batuan lateral (a) <i>Chambering</i> dan (b) <i>Sacking</i>	115
Gambar 2.21	Foto lapangan tipe gerakan masa tanah/batuan	117
Gambar 2.22	(a) hasil debris avalans di Bohorok, Sumatra Utara, (b) batu avalans Merapi (akibat lahar).....	120
Gambar 2.23	Faktor-Faktor yang memengaruhi erosi	124
Gambar 2.24	(a) Bentang lahan dengan tutupan hutan mahoni, (b) Erosi alur yang terjadi pada lahan hutan yang perakarannya muncul ke permukaan	127
Gambar 2.25	Jenis erosi oleh air: (a) Erosi pedestal dan erosi pinakel, (b) Erosi alur (bentuk V), (c) Erosi lapisan, (d) Erosi lembah bentuk V, (e) Erosi lembah bentuk U, (f) Erosi pada lahan rusak	133
Gambar 2.26	Pseudokarst pada batuan klastik halus <i>badland erosion</i> (lokasi di Wonogiri, Jawa Tengah).....	134
Gambar 2.27	Erosi oleh air sungai. (a) Erosi lateral sungai yang mengakibatkan tebing sungai dan lahan tererosi, (b)	

	Erosi air sungai yang mengakibatkan terbentuknya teras sungai.	135
Gambar 2.28	Erosi marine yang terjadi di Tanjung Pujud, Teluk Banten	137
Gambar 2.29	(a) Penampakan hasil erosi angin, tampak pada lereng di bawah tutupan vegetasi pada gump pasir di Parangtritis, dan (b) Penampakan hasil erosi angin di depan hambatan (rumput grinting), di belakang hambatan tampak gump pasir lidah	139
Gambar 2.30	Perubahan kedudukan dari benua-benua menurut Teori Apungan Benua	146
Gambar 2.31	Distribusi fosil tanaman dan binatang di Amerika Selatan, Afrika, Antartika, India, dan Australia untuk mendukung Teori Apungan Benua	147
Gambar 2.32	Struktur internal Bumi, dan rincian lapisan kulit dan kerak Bumi	147
Gambar 2.33	Lempeng utama di dunia. Bagian barat peta terulang di sisi timur sehingga semua lempeng menjadi satu kesatuan, tidak terpotong-potong.	149
Gambar 2.34	Diagram yang menunjukkan pertemuan dua lempeng benua (lempeng dasar samudra dan lempeng benua) dan zona subduksi	150
Gambar 2.35	Susunan lempeng tektonik	151
Gambar 2.36	Persebaran cincin gunung api (<i>ring of fire</i>) yang membentuk jajaran gunung api	152
Gambar 2.37	Morfokronologi Semenanjung Blambangan	155
Gambar 2.38	(a) Teras sungai S. Code untuk menunjukkan umur relatif suatu bentuk lahan, (b) Teras pantai di Tanah Lot, P. Bali	157
Gambar 3.1	Skema urutan sifat perwatakan bentuk lahan.....	168
Gambar 3.2	Klasifikasi orde relief dan bentuk lahan.....	169
Gambar 4.1	Kerangka pikir geomorfologi terapan berdasar aspek utama	190
Gambar 4.2	Fungsi bentuk lahan dan terapan geomorfologi.....	191

Gambar 4.3	Perumahan baru setelah dibangun tidak jadi ditinggalkan, lahannya tidak sesuai, rawan longsor, lokasi di perbukitan struktural Semarang.	193
Gambar 4.4	Gedung berlantai dua, mengalami amblesan, akibat proses alam dan antropogenik, lokasi di dataran aluvial pantai Semarang.....	193
Gambar 4.5	Kerangka analisis geomorfologi untuk perolehan data geologi.....	195
Gambar 4.6	Bentang lahan Parangkusumo, Bantul, DIY menggambarkan hubungan antara penampakan relief dan batuan, relief berbeda diikuti oleh perbedaan batuan.....	197
Gambar 4.8	Kaitan antara pola aliran, kepadatan aliran, dan struktur geologi. (a) Pola alirannya kombinasi trellis, dendritik, multibasinal, dan struktur monoklinal. (b) Pola aliran dendritik setempat terdapat pola seperti penjepit (<i>pincet</i>), strukturnya masif, intrusif dari granit.....	198
Gambar 4.9	Kaitan antara unsur pembentuk bentuk lahan dan unsur pembentuk tanah	200
Gambar 4.10	Hubungan antara aspek utama geomorfologi dan aspek hidrologi	201
Gambar 4.11	Kondisi hidrologi pada puncak, lereng dan kaki kipas aluvial, selain terkait dengan kondisi air tanah juga terkait dengan bahaya banjir	202
Gambar 4.12	Kondisi geomorfologi pesisir selatan Jawa Tengah yang berupa dataran fluviomarine. Bentuk lahan di daerah ini berupa beting gisik, cekungan antarbeting gisik (<i>swale</i>), dan rawa belakang. Rawa belakang terbentuk akibat dari terbedungnya aliran permukaan oleh beting gisik. Rawa belakang inilah yang merupakan daerah paling rawan banjir dan genangan	203
Gambar 4.13	Bentuk lahan lereng perbukitan kubah Kulon Progo dan perbukitan struktural Baturagung merupakan daerah rawan longsor di DIY. Bentuk lahan ini tersusun oleh batuan vulkanis klastik (breksi vulknik, tuf, tuf lapilli, aglomerat, dan sisipan lava) berumur Oligo-Miosen dengan lapukan	

	yang relatif tebal dan berlereng curam sehingga mudah mengalami longsor	210
Gambar 4.14	(a) Pengambilan pasir dan batu hasil letusan Merapi 2010 dan (b) Bekas penambangan batu, meninggalkan penampakan lingkungan yang memungkinkan menimbulkan bahaya..	213
Gambar 4.15	Ilustrasi perencanaan dengan mempertimbangkan kondisi geomorfologi. a. peta geomorfologi; b. perencanaan tanpa mempertimbangan kondisi geomorfologi; dan c. rencana setelah mengalami perubahan dengan masukan aspek geomorfologi	218