



Buku Ajar  
**GEOMORFOLOGI**  
Konsep dan Implementasi

# BUKU AJAR

# GEOMORFOLOGI

(Konsep dan Implementasi)

## PENYUSUN:

**Dr. Nasruddin, M.Sc.**  
**Dr. Arif Rahman Nugroho, M.Sc.**  
**Nurlina, S.Si., M.Sc.**



## EDITOR:

**Dr. Rosalina Kumalawati, M.Si.**  
**Dr. Ellyn Normelani, MS.**  
**Dr. Norma Yuni Kartika, M.Sc., M.Pd.**  
**Selamat Riadi, M.Pd.**

**Ir. Meldia Septiana, M.Si.**  
**Ir. Syaifuddin, MS.**  
**Muhammad Efendi, M.Pd.**

Dr. Nasruddin, M.Sc.  
Dr. Arif Rahman Nugroho, M.Sc.  
Nurlina, S.Si., M.Sc.

ISBN 978-623-94303-0-6



9 786239 430306



Program Studi Geografi  
Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik  
Universitas Lambung Mangkurat  
Banjarmasin  
2020

Katalog dalam Terbitan: Perpustakaan Nasional Indonesia: Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)

Penyusun Nasruddin, Arif Rahman Nugroho, Nurlina, x+158 halaman

**ISBN:** 978-623-94303-0-6

**Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)**

**Penulis:**

Dr. Nasruddin, M.Sc.

Dr. Arif Rahman Nugroho, M.Sc

Nurlina. S.Si., M.Sc.

**Editor:**

Dr. Rosalina Kumalawati, M.Si.

Dr. Norma Yuni Kartika, M.Sc.

Dr. Ellyn Normelani, M.S.

Selamat Riadi, M.Pd.

Ir. Meldia Septiana, M.Si.

Ir. Syaifuddin, M.S.

Muhammad Efendi, M.Pd.

**Perancang Sampul:**

Yogi Prasakti

Yulika Puspita Sari

**Desain dan Layout Isi:**

Yogi Prasakti

Nazwa Noor Fitria

**Diterbitkan dan dicetak oleh:**

Program Studi Geografi

Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik

Universitas Lambung Mangkurat

Banjarmasin. 2020

**Cetakan Pertama:** Juli 2020

Hak Cipta ada pada penulis dan dilindungi Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002, pasal 72 tentang HAK CIPTA

Dilarang memperbanyak buku ini, tanpa izin dari editor dan penerbit

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT, Tuhan Yang Maha Esa, Buku Ajar **GEOMORFOLOGI (Konsep & Implementasi)** dapat penulis selesaikan. Buku ini hadir sebagai wujud tanggungjawab atas profesi akademik sebagai dosen Geografi dan Ilmu Kelautan serta bidang serumpun dalam mengemban misi mencerdaskan kehidupan bangsa.

**Buku Ajar GEOMORFOLOGI (Konsep & Implementasi)** menguraikan 6 (enam) bab pembahasan diantaranya: 1). Pendahuluan, 2). Lingkup Proses dan Hasil Proses Geomorfologi, 3). Bentanglahan, 4). Bentuk Lahan dan Proses Pembentukannya, 5). Satuan Bentuklahan, 6). Teknik Pengumpulan Data Geomorfologi. Buku ajar ini, juga dilengkapi evaluasi dan lembar kerja pada masing - masing pembahasan materi, yang disesuaikan dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) matakuliah.

**Buku Ajar GEOMORFOLOGI (Konsep & Implementasi)**, disajikan pada mahasiswa yang memiliki minat terhadap yang mengambil matakuliah di program studi Geografi atau program studi bidang serumpun lainnya. Semoga dengan kehadiran buku ajar ini semakin bertambah yakin dan percaya diri, handal serta mampu tampil sebagai *geografer* sejati dalam pembangunan.

Banjarmasin, Juni 2020

Penyusun,

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>1</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Pengertian Geologi dan Geomorfologi .....	1
1.1.1. Geologi sebagai Pengetahuan Alam.....	1
1.1.2. Geologi sebagai Pengetahuan Sejarah.....	1
1.1.3. Geologi sebagai Ilmu Pengetahuan .....	1
1.2. Batasan Geomorfologi menurut Para Ahli .....	2
1.3. Ruang Lingkup Geomorfologi dan Hubungannya dengan Ilmu - Ilmu lain .....	4
1.4. Konsep Dasar Geomorfologi.....	6
1.5. Aspek - Aspek Geomorfologi .....	7
1.5.1. Aspek Morfologi .....	7
1.5.2. Aspek Morfogenesis' .....	7
1.5.3. Aspek Morfokronologi .....	8
1.5.4. Aspek Morfoasosiasi.....	8
1.6. Arti Penting Geomorfologi .....	8
Evaluasi.....	11
Daftar Pustaka .....	12
<b>BAB II LINGKUP PROSES DAN HASIL PROSES GEOMORFOLOGI .....</b>	<b>13</b>
2.1. Proses Endogenetik dan Eksogenetik .....	13
2.2. Proses Pelapukan .....	19
2.2.1. Proses Pelapukan.....	19
2.2.2. Pelapukan Fisis.....	19
2.2.3. Pelapukan Kimia .....	22
Hidrasi .....	22
Hidrolisa .....	22
Oksidasi .....	23
Karbonasi .....	23
2.3. Pembentukan Tanah .....	25
2.3.1. Proses Pembentukan Tanah.....	25
2.3.2. Faktor - Faktor Pembentukan Tanah.....	25
a. Iklim .....	26
b. Topografi .....	26

c. Bahan Induk .....	26
d. Organisme .....	27
e. Waktu .....	27
2.4. Proses Gerakan Massa Batuan .....	28
2.5. Terban .....	29
2.5.1. Runtuhan Batuan (Rockfall) .....	31
2.5.2. Runtuhan Tanah (Soilfall) .....	31
2.5.3. Runtuhan Bahan Rombakan (Debris Fall) .....	31
2.5.4. Nendatan (Slump) .....	31
2.5.5. Blok Glide .....	32
2.5.6. Longsoran Batuan (Rockslide) .....	33
2.5.7. Longsoran Bahan Rombakan (Debris Slide) .....	33
2.5.8. Aliran Tanah (Earthflow) .....	33
2.5.9. Aliran Fragmen Batuan .....	34
2.5.10. Sand Run .....	34
2.5.11. Loess Flow (Dry) .....	35
2.5.12. Debris Avalanche .....	35
2.5.13. Sandflow (Aliran Pasir) .....	36
2.5.14. Creep .....	36
2.5.15. Amblesan (Subsidence ) .....	37
2.6. Penanggulangan Longsoran (Gerakan Tanah) .....	38
2.7. Peralatan untuk Pengamatan Gerakan Tanah .....	39
2.7.1. T - Bar .....	39
2.7.2. Bubble Tiltmeter .....	39
2.7.3. Inklinometer .....	40
2.7.4. Ekstensometer .....	40
2.8. Penanggulangan Gerakan Tanah .....	41
2.8.1. Cara Vegetatif .....	41
2.8.2. Cara Mekanis (Teknis) .....	41
2.8.3. Pengurangan Tekanan .....	42
2.8.4. Memperbesar Kekuatan .....	43
2.9. Erosi .....	44
Evaluasi .....	50
Daftar Pustaka .....	51
<b>BAB III BENTANG LAHAN .....</b>	<b>52</b>
3.1. Pengertian Bentanglahan .....	52
3.1.1. Bentanglahan .....	52
3.1.2. Bentanglahan .....	52
3.1.3. Lanskap .....	52

3.2. Anasir dan Faktor Bentanglahan .....	52
3.3. Pendekatan Survei Geomorfologi .....	53
3.3.1. Pendekatan Analitis .....	53
3.3.2. Pendekatan Sintetis .....	56
3.3.3. Pendekatan pragmatis .....	56
3.3.4. Klasifikasi bentuklahan .....	57
3.3.5. Analisis dan Klasifikasi Bentuklahan .....	60
Evaluasi .....	61
Daftar Pustaka .....	62
<b>BAB IV BENTUK LAHAN DAN PROSES PEMBENTUKANNYA .....</b>	<b>63</b>
4.1. Kenampakan Orde I .....	63
4.2. Kenampakan Orde II .....	63
4.2.1. Plain dan Plateau .....	63
4.2.2. Pegunungan .....	65
4.2.3. Gunung Api .....	70
4.2.4. Karst .....	70
4.3. Kenampakan Orde III .....	71
4.3.1. Sungai .....	73
4.3.2. Gerakan Air Laut .....	82
4.3.3. Angin .....	87
Evaluasi .....	<b>90</b>
Daftar Pustaka .....	<b>91</b>
<b>BAB V SATUAN BENTUKLAHAN .....</b>	<b>92</b>
5.1. Bentuklahan Bentukan Asal Vulkanisme .....	92
5.2. Bentuklahan Bentukan Asal Struktural .....	93
5.3. Tenaga Pembentuk Lipatan, Kobah, dan Patahan .....	103
5.3.1. Tenaga Pembentuk Lipatan .....	103
5.4. Bentuklahan Bentukan Asal Proses Denudasional .....	105
5.4.1. Pada Stadium Muda .....	110
5.4.2. Pada Stadium Dewasa .....	110
5.4.3. Pada Stadium Tua .....	110
5.5. Bentuklahan Bentukan Asal Proses Fluvial .....	113
5.5.1. Erosi Sungai .....	114
5.5.2. Transportasi Sungai .....	114
5.6. Bentuklahan Bentukan Asal Proses Marine .....	121
5.6.1. Pesisir Bertebing Terjal (Cliff) .....	122
5.6.2. Pesisir Bergisik (Sand Beach) .....	122
5.6.3. Pesisir Berawa Payau (Swampy Beach) .....	123

5.6.4. Terumbu Karang .....	123
5.7. Bentuklahan Bentukan Asal Proses Angin .....	125
5.7.1. Gumuk Pasir .....	126
5.7.2. Gumuk Pasir Melintang (Transverse).....	126
5.7.3. Gumuk Pasir Sabit (Barchan).....	127
5.7.4. Gumuk Pasir Parabolik .....	128
5.7.5. Gumuk Pasir Memanjang .....	129
5.7.6. Debu Endapan Angin (Loess) .....	130
5.8. Bentuklahan Bentukan Asal Proses Pelarutan.....	130
5.8.1. Bentuklahan Negatif.....	132
5.8.2. Bentuklahan Positif .....	134
5.9. Bentuklahan Bentukan Asal Proses Glasial .....	134
5.10. Bentuklahan Bentukan Asal Kegiatan Biologis (Organik).....	137
5.11. Bentuklahan Bentukan Asal Antropogenik.....	139
Evaluasi.....	140
Daftar Pustaka .....	141
<b>BAB VI TEKNIK PENGUMPULAN DATA GEOMORFOLOGI.....</b>	<b>142</b>
6.1. Teknik Pengukuran Tingkat Pelapukan .....	142
6.2. Teknik Pengukuran Erosi Tanah.....	143
6.3. Morfometri Longsoran .....	143
6.4. Teknik Identifikasi Sifat - Sifat Tanah di Lapangan .....	145
6.5. Profil Lereng .....	149
6.6. Data Geomorfologis .....	153
6.6.1. Relief, meliputi : .....	153
6.6.2. Jenis Batuan, meliputi : .....	153
6.6.3. Karakteristik Tanah, meliputi : .....	154
6.6.4. Proses Geomorfologi .....	154
Evaluasi.....	157
Daftar Pustaka .....	158

## DAFTAR GAMBAR

### BAB 1

Gambar 1.1	Kedudukan Geomorfologi di antara Fisografi dan Geologi (, 1939).	4
Gambar 1.2	Geomorfologi Hubungannya dengan Ilmu-Ilmu lain.	4
Gambar 1.3	Kedudukan Geomorfologi di antara Fisografi dan Geologi.	5

### BAB 2

Gambar 2.1	Hubungan Geologi, Fisiografi, dan Proses Geomorfologi	14
Gambar 2.2	Hubungan antara Geologi, Fisiografi, Geomorfologi,	15
Gambar 2.3	Skema Kerincian dalam Studi Geomorfologi	17
Gambar 2.4	Pelapukan Fisik Batuan Granit di Colorado's Forest Canyon.	20
Gambar 2.5	Pelapukan Kimiawi Batuan Kapur di Goa Batu Cermin	24
Gambar 2.6	<i>Highway Research Board Landslide Committee.</i>	30
Gambar 2.7	Runtuhan Batuan (Rockfall)	31
Gambar 2.8	<i>Nendatan (Slump)</i>	32
Gambar 2.9	<i>Blok Glide</i>	32
Gambar 2.10	Longsoran Batuan ( <i>Rockslide</i> )	33
Gambar 2.11	Bidang Longsor merupakan Bidang Batas antara Tanah	33
Gambar 2.12	Aliran Tanah ( <i>Earthflow</i> )	34
Gambar 2.13	Aliran <i>Fragmen</i> Batuan	34
Gambar 2.14	<i>Sand Run</i>	35
Gambar 2.15	<i>Loess Flow (Dry)</i>	35
Gambar 2.16	<i>Debris Avalanche</i>	35
Gambar 2.17	<i>Sandflow</i> (Aliran Pasir), <i>Silt Flow</i> (Aliran Batu Lumpur)	36
Gambar 2.18	<i>Creep</i> ditandai dengan Pohon Bengkok	36
Gambar 2.19	Perbedaan Muka Tanah setelah mengalami <i>Subsidence</i>	37
Gambar 2.20	Pemompaan Air Tanah Berlebihan Menyebabkan Penurunan	37
Gambar 2.21	<i>T-Bar</i>	39
Gambar 2.22	<i>Bubble Tiltmeter</i>	39
Gambar 2.23	Inklinometer	40
Gambar 2.24	<i>Ekstensometer</i>	40
Gambar 2.25	Cara Vegetatif	41
Gambar 2.26	Pelandaian Lereng, <i>Terasering</i>	42
Gambar 2.27	<i>Drain Surface</i>	42
Gambar 2.28	<i>Drain Sub Surface</i>	43
Gambar 2.29	Pembuatan Dinding Penahan	43
Gambar 2.30	<i>Anchor</i>	43
Gambar 2.31	<i>Grouting</i>	44
Gambar 2.32	Macam – Macam Erosi Permukaan	49

### BAB 4

Gambar 4.1	Dasar Pengelompokan Bentuklahan	64
Gambar 4.2	<i>Rejuvenated Plateau</i>	65
Gambar 4.3	Kipas <i>Aluvial</i>	65
Gambar 4.4	Perkembangan <i>Dome Mountains</i>	66
Gambar 4.5	<i>Antiklinorium dan Sinklinorium</i>	67
Gambar 4.6	Perkembangan Pegunungan Lipatan	67
Gambar 4.7	Pegunungan Blok Muda	68
Gambar 4.8	Pegunungan Blok Dewasa	68
Gambar 4.9	Pegunungan Blok Tua	69
Gambar 4.10	Sesar Tidak Normal	69
Gambar 4.11	Perkembangan Gunung Api <i>Eksplusif</i> dan yang Tenang	70
Gambar 4.12	Beda Tinggi dan Kemiringan Lereng	71
Gambar 4.13	Bentuk - Bentuk yang dihasilkan oleh Sungai, Ombak, Angin, dan Es	72

<b>Gambar 4.14</b> Sungai <i>Konsekwen</i> .....	73
<b>Gambar 4.15</b> Sungai <i>Subsekwen</i> .....	73
<b>Gambar 4.16</b> Sungai <i>Obsekwen</i> .....	73
<b>Gambar 4.17</b> Pola Aliran Sungai <i>Dendritik</i> .....	74
<b>Gambar 4.18</b> Pola Aliran Sungai <i>Rectangular</i> .....	74
<b>Gambar 4.19</b> Pola Aliran Sungai <i>Trellis</i> .....	74
<b>Gambar 4.20</b> Pola Aliran Sungai <i>Radial</i> .....	75
<b>Gambar 4.21</b> Pola Aliran Sungai <i>Annular</i> .....	75
<b>Gambar 4.22</b> Pola Aliran Sungai <i>Multi Basinal</i> .....	75
<b>Gambar 4.23</b> <i>Geohidrolika</i> Sungai .....	76
<b>Gambar 4.24</b> Terjadinya Air Terjun .....	78
<b>Gambar 4.25</b> Morfologi Sungai Dewasa.....	78
<b>Gambar 4.26</b> Sungai <i>Meander</i> .....	79
<b>Gambar 4.27</b> Danau Tapal Kuda ( <i>Oxbow-Lake</i> ).....	79
<b>Gambar 4.28</b> Teras Sungai.....	80
<b>Gambar 4.29</b> Sungai <i>Braided</i> .....	80
<b>Gambar 4.30</b> <i>Delta</i> .....	81
<b>Gambar 4.31</b> Penampang Melintang <i>Delta</i> .....	81
<b>Gambar 4.32</b> Gerakan Air Laut.....	81
<b>Gambar 4.33</b> Gerakan Longsoran .....	83
<b>Gambar 4.34</b> Pantai Ria dan Pantai <i>Fiord</i> .....	83
<b>Gambar 4.35</b> Dataran Pantai, Pantai <i>Delta</i> , dan Pantai Dataran <i>Aluvial</i> .....	84
<b>Gambar 4.36</b> Pantai <i>Compound</i> .....	84
<b>Gambar 4.37</b> Perkembangan Pantai <i>Emergen</i> .....	85
<b>Gambar 4.38</b> Perkembangan Pantai <i>Submergen</i> .....	87
<b>Gambar 4.39</b> <i>Ripples</i> dan <i>Transverse Dune Ridges</i> .....	87
<b>Gambar 4.40</b> <i>Longitudinal Ridges</i> .....	88
<b>Gambar 4.41</b> <i>Barchane</i> (Bukit Pasir Sabit) .....	88
<b>Gambar 4.42</b> Bukit Pasir Pantai ( <i>Beach Dune</i> ).....	89

## BAB 5

<b>Gambar 5.1</b> <i>Dip</i> dan <i>Strike</i> Perlapisan Batuan Sedimen.....	95
<b>Gambar 5.2</b> Struktur Batuan <i>Sedimen</i> dengan Bentuklahannya.....	97
<b>Gambar 5.3</b> Berbagai Macam <i>Sesar</i> .....	98
<b>Gambar 5.4</b> <i>Graben</i> (Terban) dan <i>Horst</i> (Sembul) .....	99
<b>Gambar 5.5</b> Pola Aliran <i>Trelis</i> pada Dataran Pantai .....	100
<b>Gambar 5.6</b> Perkembangan Bentuk Lahan pada Kawasan yang di Kontrol .....	101
<b>Gambar 5.7</b> <i>Plato</i> , <i>Messa</i> , dan <i>Butte</i> .....	101
<b>Gambar 5.8</b> Pola Aliran <i>Anular</i> suatu Kubah Struktural ( <i>Dome</i> ).....	102
<b>Gambar 5.9</b> Bentuk <i>Dome</i> dan <i>Basin</i> .....	103
<b>Gambar 5.10</b> Bentuk <i>Dome</i> dan <i>Basin</i> .....	104
<b>Gambar 5.11</b> Model Klasik Evolusi Lereng .....	106
<b>Gambar 5.12</b> Model Evolusi Lereng, (A). Model Evolusi W. Penck.....	107
<b>Gambar 5.13</b> Stadium Perkembangan Bentanglahan (M.W. Davis) .....	108
<b>Gambar 5.14</b> Evolusi Bentuklahan pada Berbagai Stadium.....	109
<b>Gambar 5.15</b> Kerucut Talus dan Kipas Koluvial (Strahler, 1968) .....	112
<b>Gambar 5.16</b> Cara Pemotongan Alur Sungai menjadi Sungai Mati.....	116
<b>Gambar 5.17</b> Proses Pelebaran Alur Sungai dan Pemotongan <i>Meander</i> .....	116
<b>Gambar 5.18</b> <i>Point Bar</i> dan Tanggul Alam Sungai .....	117
<b>Gambar 5.19</b> Teras Sungai Berkembang pada Lembah Isian.....	118
<b>Gambar 5.20</b> Kipas <i>Aluvial</i> .....	119
<b>Gambar 5.21</b> <i>Crevasse Splays</i> .....	119
<b>Gambar 5.22</b> Berbagai Macam <i>Delta</i> .....	120
<b>Gambar 5.23</b> Perkembangan <i>Cuspate</i> dan <i>Tombolo</i> .....	124
<b>Gambar 5.24</b> Mekanisme Gerakan Pasir .....	126

<b>Gambar 5.25</b> Perkembangan Gumuk Pasir Melintang ( <i>Transversal</i> ).....	126
<b>Gambar 5.26</b> Gumuk Pasir Sabit ( <i>Barchan</i> ).....	127
<b>Gambar 5.27</b> Gumuk Pasir <i>Parabolik</i> .....	128
<b>Gambar 5.28</b> Gumuk Pasir <i>Longitudinal</i> dan <i>Intermediate</i> .....	129
<b>Gambar 5.29</b> Macam <i>Doline</i> berdasarkan Genesanya.....	132
<b>Gambar 5.30</b> Pertumbuhan Bentuklahan Glasial.....	134
<b>Gambar 5.31</b> Bentuklahan Asal Glasial :.....	135

## **BAB 6**

<b>Gambar 6.1</b> <i>Morfometri</i> Longsoran.....	143
--	-----

## DAFTAR TABEL

### BAB 2

Tabel 2.1 Sintesa Geomorfologi.....	16
Tabel 2.2 San Run.....	36
Tabel 2.3 Hubungan Pelaku Erosi dan Proses Erosi .....	46
Tabel 2.4 Jenis Tanah, Jenis Tumbuhan, Aliran Permukaan, dan Besar Erosi .....	48

### BAB 3

Tabel 3.1 Pendekatan Survei Geomorfologi ( <i>Verstappen, 1985</i> ) .....	57
Tabel 3.2 Dasar Pengelompokan Bentuklahan .....	59

### BAB 5

Tabel 5.1 Klasifikasi Terumbu Karang Terumbu .....	137
Tabel 5.2 Macam - Macam Unit Medan Terumbu Karang .....	138

### BAB 6

Tabel 6.1 Skala Tingkat Pelapukan .....	141
Tabel 6.2 Kriteria Penentuan Tingkat Erosi Lembar.....	142
Tabel 6.3 Kriteria Penentuan Tingkat Erosi Alur, Parit, dan <i>Ravine</i> .....	142
Tabel 6.4 Pengelompokan Tipe Longsoran berdasarkan Asal Proses .....	143
Tabel 6.5 Klasifikasi Jeluk Tanah.....	144
Tabel 6.6 Klasifikasi Struktur Tanah .....	146
Tabel 6.7 Bentuk Material Penutup Permukaan .....	150
Tabel 6.8 Kerapatan Material Permukaan .....	151
Tabel 6.9 Hubungan antara Unit <i>Relief</i> , Kemiringan Lereng, dan Beda Tinggi Relatif .....	153

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Pengertian Geologi dan Geomorfologi

#### 1.1.1. Geologi sebagai Pengetahuan Alam

Geologi sebagai Pengetahuan Alam adalah ilmu yang mempelajari sesuatu tentang benda - benda yang terdapat di alam. Pengetahuan alam mempunyai tugas utama ialah menggambarkan/melukiskan sesuatu sehingga sifatnya *deskriptif*. Penyelidikan dalam pengetahuan alam umumnya berlaku sebagai berikut: kita ikuti dengan seksama suatu gejala sambil mengumpulkan ketentuan - ketentuan *elementer* dari peristiwa tersebut. Kemudian diinduksi lalu dicoba untuk menetapkan hubungan fungsional mengenai gejala tersebut.

Geologi juga mempelajari segala gejala yang ada di bumi, akan tetapi tidak semua gejala geologi dapat dilakukan prosesnya dalam laboratorium seperti fisika, kimia, dan lainnya. Proses - proses geologi berlaku di alam itu sendiri, contohnya proses terjadinya minyak bumi. Meskipun di laboratorium dapat dilakukan tetapi tidak sempurna seperti di alam. Proses geologi biasanya memerlukan waktu yang sangat lama (sampai berjuta - juta tahun) sehingga pengetahuan geologi tidak semata - mata *eksak*.

#### 1.1.2. Geologi sebagai Pengetahuan Sejarah

Geologi sebagai pengetahuan sejarah adalah ilmu yang mempelajari proses yang terjadi di alam membutuhkan waktu yang lama sehingga untuk mempelajarinya berdasarkan sejarah, misalnya proses pembentukan bumi itu sendiri sampai berjuta - juta tahun. Dahulu ada teori malapetaka yang mengatakan bahwa gejala geologi itu melalui perubahan yang *revolutioner*, misalnya muncul dan tenggelamnya daratan secara tiba - tiba, juga punah dan munculnya *spesies - spesies* tertentu (menurut *cuvier*). Bahkan oleh *d'orbigny* telah menetapkan bahwa bumi telah mengalami 27 kali revolusi. Setelah itu muncul teori perkembangan evolusi misalnya menurut *Generelli*. Ahli lain *J. Hutton*, menyatakan dalam teori "*uniformitarisma*" nya bahwa waktu sekarang adalah kuncinya masa lalu. Dengan teori ini dapat mengetahui gejala proses yang terjadi pada masa - masa lalu (geologi) dengan hanya melihat atau mengamati keadaan sekarang.

#### 1.1.3. Geologi sebagai Ilmu Pengetahuan

Geologi sebagai ilmu pengetahuan adalah ilmu yang mempelajari segala sesuatu yang berkenaan dengan gejala - gejala yang ada di bumi baik asal, proses, dan hasil misalnya mempelajari bahan - bahan alam yang berguna. Geologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang bumi (kulit bumi), baik mengenai susunannya, komposisi, sejarah, dan proses terjadinya maupun bentuknya. Cabang geologi antara lain :

- a. *Geologi Ekonomi*, ilmu yang mempelajari tentang bahan - bahan alam yang ekonomis
- b. *Geologi Teknik*, ilmu yang mempelajari tentang penggunaan geologi dalam lapangan teknik sipil
- c. *Geomorfologi*, ilmu yang mempelajari tentang permukaan kulit bumi
- d. *Hidrogeologi*, ilmu yang mempelajari tentang air tanah
- e. *Mineralogi*, ilmu yang mempelajari tentang mineral - mineral
- f. *Petrologi*, ilmu yang mempelajari tentang batuan
- g. *Paleontologi*, ilmu yang mempelajari tentang fosil
- h. *Volkanologi*, ilmu yang mempelajari tentang gunung api

Geomorfologi merupakan studi tentang bentuk - bentuk permukaan bumi dan segala proses yang menghasilkan bentuk - bentuk tersebut. Proses - proses yang dominan adalah pelapukan dan erosi. Geomorfologi adalah suatu cabang ilmu dari geologi.

## **1.2. Batasan Geomorfologi menurut Para Ahli**

Kata geomorfologi (*Geomorphology*) berasal bahasa Yunani, yang terdiri dari tiga kata yaitu: *Geos* (*erath/bumi*), *morphos* (*shape/bentuk*), *logos* (*knowledge* atau ilmu pengetahuan). Berdasarkan dari kata - kata tersebut, maka pengertian gomorfologi merupakan pengetahuan tentang bentuk - bentuk permukaan bumi. Namun, geomorfologi bukan hanya mempelajari bentuk - bentuk muka bumi, tetapi lebih dari itu mempelajari material dan proses, seperti yang dikemukakan oleh *Hooke* (1988) dalam *Sukmantalya* (1995), bahwa: *geomorphologist are concerned with the form and processes of the earth's surface so any activity which modifies the shape of the land, induces movement of material or alters the quantity or quality of water and drainage, is interest to them*. Berdasarkan pada pengertian geomorfologi yang telah disitir, secara singkat dapat dijelaskan bahwa geomorfologi membicarakan tentang bentuklahan dan proses yang terjadi di permukaan bumi termasuk pergerakan materilal, air, dan *drainase* serta faktor lain yang memicu terjadinya proses *geomorfik*. Secara singkat berikut ini disajikan mengenai beberapa definisi geomorfologi yang dikemukakan oleh para ahli yaitu:

### *Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)*

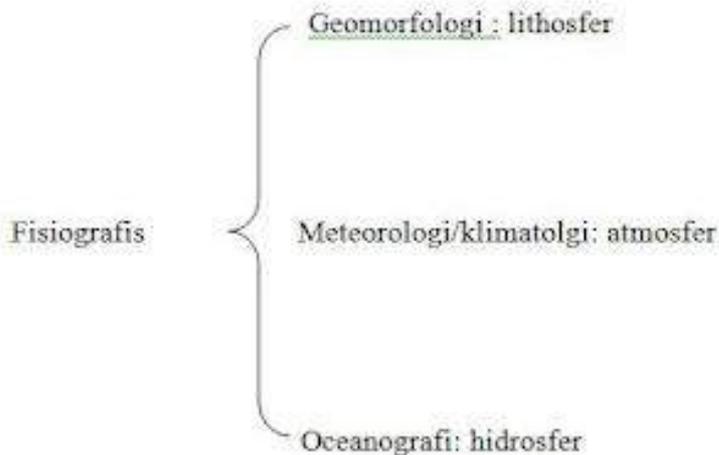
- 1) Lobeck (1939) menyatakan bahwa geomorfologi adalah studi tentang bentuklahan.
- 2) Cooke dan Doornkamp dalam Sutikno (1987) dinyatakan bahwa geomorfologi adalah studi mengenai bentuklahan dan terutama tentang sifat alami, asal mula, proses perkembangan, dan komposisi material penyusunnya.
- 3) Thornbury dalam Sutikno (1990) disebutkan bahwa geomorfologi adalah ilmu pengetahuan tentang bentuklahan.
- 4) Zuidam dan Concelado (1979) juga menyatakan bahwa geomorfologi adalah studi yang menguraikan bentuklahan dan proses yang mempengaruhi pembentukannya serta mengkaji hubungan timbal balik antara bentuklahan dengan proses dalam tatanan keruangnya.
- 5) Verstappen (1983:) bentuklahan adalah menjadi sasaran geomorfologi bukan hanya daratan tetapi juga yang terdapat di dasar laut (lautan).

Dengan demikian obyek kajian dari geomorfologi berdasarkan definisi - definisi tersebut adalah bentuklahan, bukan hanya sekedar mempelajari bentuk - bentuk yang tampak saja, tetapi juga mentafsirkan bagaimana bentuk - bentuk tersebut bisa terjadi, proses apa yang mengakibatkan pembentukan, dan perubahan muka bumi. Misalnya, dalam mempelajari pegunungan, lembah - lembah, atau bentukan - bentukan lain yang ada di permukaan bumi, bukan hanya mempelajari dalam arti mengamati serta mengukur bentukan - bentukan tersebut, tetapi juga mendeskripsikan dan menganalisa bagaimana bentukan itu terjadi. Dalam hal ini kita harus berhati - hati, karena pada bentukan yang tampak sama, ada kemungkinan latar belakang pembentukan dan kejadiannya tidak sama, bahkan sangat berbeda sekali. Umpamanya suatu deretan pegunungan, mungkin terjadi karena pelipatan kulit bumi, patahan, mungkin juga karena hasil pengerjaan erosi yang demikian hebat, sehingga menimbulkan *relief* permukaan bumi yang bervariasi dan penyebab lainnya.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan di atas, maka dapat dijelaskan bahwa geomorfologi adalah mempelajari bentuk lahan (*landform*), proses - proses yang menyebabkan pembentukan, dan perubahan yang dialami oleh setiap bentuklahan yang dijumpai di permukaan bumi termasuk yang terdapat di dasar laut/samudera serta mencari hubungan antara bentuklahan dengan proses - proses dalam tatanan keruangan dan kaitannya dengan lingkungan. Di samping itu, juga menelaah dan mengkaji bentuklahan secara deskriptif, mempelajari cara pembentukannya, proses alamiah, dan ulah manusia yang berlangsung, pengelasan dari bentuklahan, serta cara pemanfaatannya secara tepat sesuai dengan kondisi lingkungannya.

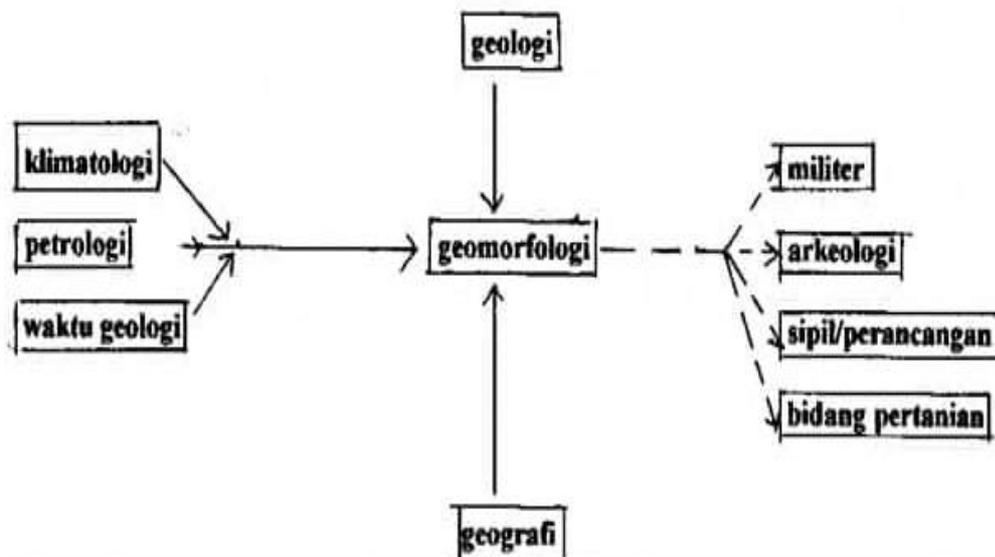
**1.3. Ruang Lingkup Geomorfologi dan Hubungannya dengan Ilmu - Ilmu lain**

Atas dasar definisi dan pengertian geomorfologi seperti yang telah dikemukakan pada bagian terdahulu, maka berikut ini disajikan tentang ruang lingkup geomorfologi serta hubungannya dengan ilmu - ilmu lain seperti dalam Gambar 1.1. dan Gambar 1.2.



**Gambar 1.1.** Kedudukan Geomorfologi di antara Fisografi dan Geologi (Lobeck, 1939)

Gambar 1.1. nampak jelas menunjukkan bahwa *fisiografi* merupakan studi tentang daratan, lautan, dan atmosfer. Lautan dipelajari dalam *oseanografi*, atmosfer menjadi studi *meteorologi*, sedangkan daratan merupakan obyek kajian *geomorfologi*. Dengan demikian jelaslah studi geomorfologi merupakan salah satu cabang dari *fisiografi* yaitu tentang daratan yang menitik beratkan pada bentuklahan penyusun konfigurasi permukaan bumi.

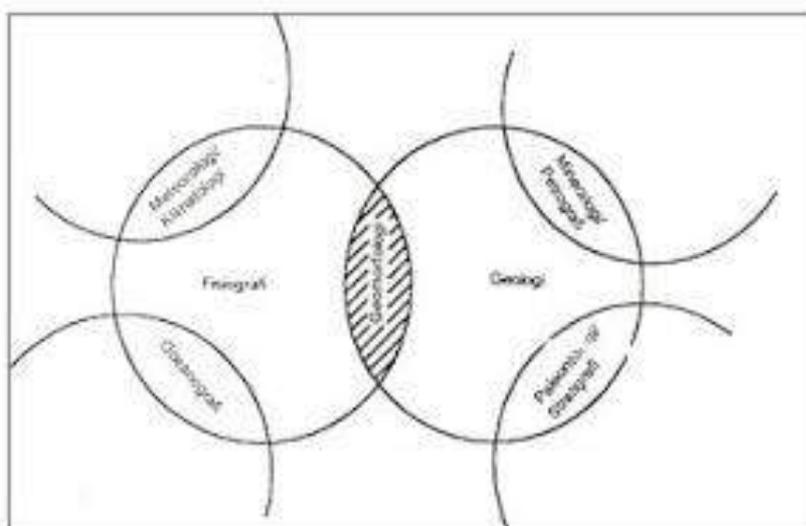


**Gambar 1.2.** Geomorfologi Hubungannya dengan Ilmu-Ilmu lain

Berbicara mengenai hubungan antara Geomorfologi dengan Geologi *W.M. Davis* dalam *Sudardja (1977)* menggunakan istilah *geomorphogeny* dan *geomorphography*, karena

adanya perbedaan penekanan dalam mempelajarinya. Dimana, *geomorphogeny* tekanan dalam mempelajarinya mengutamakan bentuk - bentuk muka bumi masa lampau, yang erat hubungannya dengan geologi, sedangkan *geomorphography* lebih menekankan mempelajari bentuk - bentuk muka bumi yada ada pada masa sekarang, sehingga hubungannya dengan geografi sangat erat.

Obyek kajian Geomorfologi seperti yang tersurat dalam definisi - definisi yang dikemukakan pada bagian terdahulu adalah bentuklahan. *Zakrezewska* dalam Sutikno (1990), mengatakan bahwa Geomorfologi itu mencakup aspek lingkungan dan aspek *spasial*/keruangan termasuk ke dalam aliran geomorfologi - geografis. Aliran geomorfologi yang lain adalah geomorfologi - geologis. Geomorfologi - geografis cakupannya terletak pada penerapan konsep trilogi proses, meterial, dan morfologi, sedangkan dalam aliran geomorfologi - geologis menggunakan cakupannya terletak pada penerapan konsep bahwa aspek dari semua bentuklahan ditentukan oleh struktur, proses, dan stadium (Sutikno, 1990). Dengan demikian aspek dari bentuklahan yang mendapat sorotan meliputi *morfografi*, *morfometri*, proses - proses geomorfologi, *morfogenesis*, *morfokronologi*, serta mempelajari ekologi bentang lahannya yang tersusun atas batuan, bentuklahan, tanah, vegetasi, penggunaan lahan, dan lain - lain. Dengan demikian bahwa dalam mempelajari geomorfologi terkait pada geologi, fisiografi, dan proses geomorfologi yang menjadi faktor yang tidak dapat diabaikan dalam perubahan bentuklahan. Atas dasar keterangan yang telah diuraikan di atas, maka berikut ini disajikan mengenai hubungan antara geologi, fisiografi, dan geomorfologi. Adapun hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3. Kedudukan Geomorfologi di antara Fisografi dan Geologi

#### 1.4. Konsep Dasar Geomorfologi

Thornbury, 1958, memberikan beberapa konsep dasar untuk mempelajari geomorfologi. Konsep dasar tersebut adalah sebagai berikut :

- **The same physical processes and laws that operate today operated throughought geologic time although not necessarily always with the same intensity as now.**

(Proses - proses dan hukum - hukum fisik yang sama yang bekerja sekarang pula pada waktu geologi, walaupun tidak harus selalu dengan *intensitas* yang sama seperti sekarang).

- **Geologic structures is a dominant control factor in the evolution of landforms and is reflected in them.**

(Struktur geologi merupakan faktor pengontrol yang dominan di dalam evolusi bentuklahan dan struktur geologi dicerminkan oleh bentuklahannya).

- **Geomorphic processes leave their distinctive imprint upon landforms, and each geomorphic process develops its own characteristic assemblage of landforms.**

(Proses - proses geomorfologi meninggalkan bekas - bekasnya yang nyata pada bentuklahan dan setiap proses geomorfologi akan membangun suatu karakteristik tertentu pada bentuklahannya).

- **As the different erosional agencies act upon the earth's surface there is produced a sequence of landforms having distinctive characteristic at the successive stage of their development.**

(Akibat perbedaan tenaga erosi yang bekerja pada permukaan bumi, maka dihasilkan suatu urutan bentuklahan yang mempunyai karakteristik tertentu pada masing - masing tahap perkembangannya).

- **Complexity of geomorphic evolution is more common than simplicity.**

(Evolusi *geomorfik* yang kompleks lebih umum dibanding dengan evolusi *geomorfik* yang sederhana).

Dari konsep dasar ini dikenal adanya berbagai bentuklahan atas dasar kekomplekan tenaga pembentuknya

- a. Bentuk sederhana (*Simple Forms*)
- b. Bentuk campuran (*Compound Forms*)
- c. Bentuk akibat satu daur erosi (*Mono Cyclic Forms*)
- d. Bentuk akibat erosi ganda (*Multi Cyclic Forms*)
- e. Munculnya kembali permukaan lahan terkubur ke permukaan sekarang (*Exhumed*)

- **Little of the earth's surface topography is older than Tertiary and most of it non older than Pleistocene.**

(Hanya sedikit saja dari topografi permukaan bumi adalah lebih tua dari jaman Tersier dan kebanyakan daripadanya tidak lebih dari jaman Pleistosen).

- **Proper interpretation of present-day landscape is impossible without a full appreciation of the manifold influence of geologic and climate changes during the Pleistocene.**

(Interpretasi secara tepat bentanglahan sekarang tidak akan mungkin dapat tanpa memperhatikan perubahan - perubahan iklim dan geologi selama masa Pleistosen).

- **An appreciation of world climates is necessary to a proper understanding of varying importance of different geomorphic processes.**

(Apresiasi iklim - iklim dunia amat perlu untuk mengetahui secara benar berbagai kepentingan di dalam proses - proses geomorfologi yang berbeda).

- **Geomorphology, although concerned primarily with present-day landscapes, attains its maximum usefulness by historical extension.**

(Walaupun geomorfologi menekankan terutama pada bentanglahan sekarang, namun untuk mempelajarinya secara maksimal perlu mempelajari sejarah perkembangannya).

## 1.5. Aspek - Aspek Geomorfologi

Ada 4 aspek utama geomorfologi, yaitu aspek *morfologi*, aspek *morfogenesis*, aspek *morfokronologi*, dan aspek *morfososiasi*

### 1.5.1. Aspek Morfologi

*Morfologi* mencakup *morfometri* dan *morfografi*. *Morfometri* yaitu ukuran dan bentuk secara teliti tentang obyek bentuklahan. Data kuantitatif didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan, peta topografi, dan dari berbagai *citra* foto ataupun *citra* non foto. *Morfologi* merupakan susunan dari obyek alami yang ada di permukaan bumi, sesuai dengan proses pembentukannya.

### 1.5.2. Aspek Morfogenesis'

*Morfogenesis* merupakan asal - usul pembentukan bentuklahan dan perkembangannya. Proses yang membentuk bentuklahan dapat dibedakan menjadi proses *fluvial*, proses *marin*, proses *eolin*, proses *glasial*, proses *solusional*, proses *volkanis*, dan proses *tektonis*. Proses tersebut

menghasilkan bentukan di permukaan bumi yang berbeda - beda. Perbedaannya dapat berupa umur, materi, *relief*, atau topografi, dan struktur. *Verstappen*, 1958, membedakan bentukan di permukaan bumi atas dasar genesa bentuklahan tersebut.

### **1.5.3. Aspek Morfokronologi**

*Morfokronologi* merupakan ukuran bentukan yang ada di permukaan bumi sebagai hasil dari proses geomorfologi. Adanya perbedaan urutan pembentukan secara alami, maka terdapat urutan umur dari bentukan yang paling awal, merupakan bentukan yang paling tua dan bentukan yang paling akhir merupakan bentukan yang paling muda. Di dalam pembicaraan tentang umur dapat berupa umur secara *absolut* dan umur secara *relatif*. Dalam kaitannya dengan umur tersebut, maka terjadi proses perkembangan bentuk lahan lebih lanjut, misalnya : pelapukan, pembentukan tanah, erosi, dan sedimentasi sehingga menentukan potensi lahan yang selanjutnya akan mempengaruhi pemanfaatan lahan tersebut.

### **1.5.4. Aspek Morfoasosiasi**

*Morfoasosiasi* adalah kaitan antara bentuklahan yang satu dengan yang lain dalam susunan keruangan atau agihannya di permukaan bumi. *Morfoasosiasi* sangat penting dalam geomorfologi karena bentukan yang ada di permukaan bumi pembentukannya sangat ditentukan oleh berbagai faktor, antara lain : topografi, batuan, iklim, vegetasi, *organisme*, dan waktu. Adanya berbagai faktor penentu pembentukan bentuk lahan, maka sering ditemukan kaitan antara bentuklahan yang satu dengan bentuklahan yang lain.

## **1.6. Arti Penting Geomorfologi**

Pada dasawarsa terakhir ini sudah dimulai tampak arti penting geomorfologi sebagai pendukung ilmu kebumihan lainnya dan ilmu yang terkait dalam arti praktisnya. Geomorfologi sebagai ilmu mempunyai arti yang penting, seperti peranannya dalam geografi fisik dan terapannya dalam penelitian. Geomorfologi sudah mulai dimasukkan dalam ke dalam kurikulum pada Fakultas - Fakultas seperti Fakultas Pertanian, Geografi, Teknik, Arkeologi, dan sebagainya serta banyak penelitian - penelitian yang menggunakan pendekatan geomorfologi. Sebagai contohnya adalah penggunaan pendekatan geomorfologi untuk studi bencana alam, kerekayasaan, lingkungan, pemetaan tanah, pemetaan air tanah, dan sebagainya. Namun demikian, geomorfologi dalam pengajaran serta penelitian - penelitian yang bertema fisik yang

non *geomorfologik*, uraian geomorfologi hanya sekedar ilustrasi yang tradisional dan belum dimanfaatkan untuk dasar pengambilan sampel daerah ataupun analisisnya. Hal ini disebabkan oleh berbagai hal di antaranya adalah kurangnya atau langkanya buku - buku geomorfologi. Kajian *geomorfologikal* akan menghasilkan data/informasi yang utama dan pertama dari bentanglahan *fisikal* yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu maupun terapan praktisnya.

Dalam penerapan geomorfologi pada dasarnya banyak diwarnai oleh *Verstappen* (1983) dalam bukunya yang berjudul "*Applied Geomorphology (Geomorphological Surveys for Environmental Development)*" tahun 1983. Dalam buku tersebut memuat berbagai terapan geomorfologi. Adapun terapan geomorfologi yang dikemukakan oleh *Verstappen* (1983) tersebut adalah meliputi. peran dan terapan geomorfologi dalam survei dan pemetaan, survei geologi, hidrologi, vegetasi, penggunaan lahan pedesaan, keteknikan, eksplorasi mineral, pengembangan dan perencanaan, analisis medan, banjir, serta bahaya alam disebabkan oleh gaya endogen. Dari apa yang telah dikemukakan di atas, maka geomorfologi mempunyai peran dan arti yang cukup penting. Karena dalam suatu perencanaan pengembangan wilayah misalnya, memerlukan informasi dasar yang menyeluruh baik aspek fisik maupun aspek sosial. Pada aspek fisik geomorfologi dapat memberikan informasi melalui kajian dengan pendekatan geomorfologi.

Pendekatan geomorfologi digunakan dalam melakukan analisis dan klasifikasi medan (*terrain analysis and classification*) dengan beberapa parameter seperti yang dikemukakan oleh *Zuidam, et al* (1978), dimana pada intinya dalam analisis dan klasifikasi medan dapat dikemukakan sebagai berikut

- a. *Relief* / morfologi meliputi bagian lereng, ketinggian, kemiringan lereng, panjang lereng, bentuk lereng, bentuk lembah, dan aspek *relief* yang lain.
- b. Proses geomorfologi meliputi erosi dan tipe erosi, kecepatan, dan daerah yang terpengaruh, banjir yang meliputi tipe, frekuensi, durasi, kedalaman, dan daerah yang terpengaruh; gerakan massa yang meliputi tipe, kecepatan, dan daerah yang terpengaruh.
- c. Tipe material batuan meliputi batuan induk, material permukaan, dan kedalaman pelapukan.
- d. Vegetasi dan penggunaan lahan meliputi tipe vegetasi, kepadatan, tipe penggunaan lahan, periode, durasi, dan konservasi.
- e. Air tanah mencakup kelembapan permukaan, kedalaman air tanah, fluktuasi air tanah, dan kualitas air tanah.
- f. Tanah mencakup kedalaman, kandungan humus, tekstur, *drainase*, dan daerah berbatu.

Berdasarkan apa yang telah dikemukakan di atas, maka geomorfologi memegang peranan yang cukup penting, sebab hasil analisis dan klasifikasi medan ataupun lahan dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan. Seperti dalam bidang keteknikan, ekonomi, hidrologi, dan lain sebagainya.

Berbagai bentuklahan yang ada di permukaan bumi, merupakan bagian kajian dari geomorfologi terutama tentang sifat alami, asal mula, proses perkembangan, dan komposisi material penyusunnya. Kaitannya dengan hal tersebut *Thornbury* (1954) dalam Sutikno (1987) menyatakan bahwa ada lima kelompok terapan geomorfologi, yaitu :

- a. Terapan geomorfologi dalam hidrologi, yang membahas hidrologi di daerah *karst* dan air tanah daerah *glasial*. Masalah hidrologi di daerah *karst* dapat diketahui dengan baik apabila geomorfologinya diketahui secara mendalam. Air tanah di daerah *glasial* tergantung pada tipe endapannya dan tipe endapan ini dapat lebih mudah didekati dengan ilmu geomorfologi.
- b. Terapan geomorfologi dalam geologi ekonomi, yaitu membahas pendekatan geomorfologi untuk menentukan tubuh bijih, jebakan residu, mineral *epigenetik*, dan endapan bijih.
- c. Terapan geomorfologi dalam keteknikan, aspek keteknikan yang dibahas meliputi : jalan raya, penentuan pasir, dan kerakal, pemilihan situs bendungan, dan geologi militer. Terapan geomorfologi dalam keteknikan ini semua aspek geomorfologi dipertimbangkan.
- d. Terapan geomorfologi dalam eksplorasi minyak, banyak unsur - unsur minyak di AS yang ditentukan dengan pendekatan geomorfologi terutama bentuklahan termasuk *topografi*, untuk mengenal struktur geologi dalam penentuan terdapatnya kandungan minyak.
- e. Terapan geomorfologi dalam bidang lain, yaitu : menyangkut pemetaan tanah, kajian pantai, dan erosi.

**Evaluasi**

1. Mengapa geomorfologi bukan hanya sekedar ilmu yang mempelajari bentuklahan? Jelaskan!
2. Jelaskan bagaimana kaitannya geomorfologi dengan ilmu - ilmu lain seperti fisiografi dan geologi?
3. Apakah sama antara *fisiografi* dengan geografi fisik? Jelaskan!
4. Jelaskan mengapa struktur geologi merupakan faktor pengontrol yang dominan dalam evolusi bentuklahan dan struktur geologi dicerminkan oleh bentuklahannya ?
5. Jelaskan dengan contoh mengenai istilah *empiris (empirical terms)* istilah *deskriptif (descriptive terms)* dalam menyebutkan dan menjelaskan suatu bentuklahan ?
6. Mengapa dalam mempelajari bentanglahan yang ada sekarang, perlu mempelajari sejarah perkembangannya. Jelaskan!
7. Jelaskan perbedaan dan penekanan antara aliran geomorfologi - geografis dan geomorfologi - geologis!
8. Jelaskan apakah semua kajian yang bertema fisik bersifat *geomorfik*?

**Daftar Pustaka**

- Lobeck, AK. (1939), *Geomorphology, an Introduction to The Study of Landscape*, New York and London: Mc Graw-Hill Book Company. Inc.
- Sudarja Adiwikarta dan Akub Tinasomantri, (1977), *Geomorfologi Jilid I*, Bandung: Jurusan Pendidikan Geografi IKIP Bandung.
- Sukmantalya, I Nyoman K, Drs. M.Sc. (1995), *Pengenalan secara Tinjau Geomorfologi dan Terapannya melalui PJ untuk Inventarisasi Sumberdaya Lahan*, Cibinong: Bakosurtanal.
- Suprpto Dibyosaputro, Drs. M.Sc., (1997), *Geomorfologi Dasar*, Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.
- Sutikno (1987), *Geomorfologi Konsep dan Terapannya "Makalah"*, Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.
- Suwijanto, Ir., (tanpa tahun), *Geomorfologi "Makalah", Kursus Pendalaman Meteri Ilmu Kebumian bagi Guru SMU Tingkat Regiaonal Jawa Tengah*, Kebumen: LIPI UPT Lab. Alam Geologi Karangsembung.
- Van Zuidam, R.A, dan F.I. van Zuidam Cancelado, 1979. *Terrain Analysis and Classification using Aerial Photographs*, International Institute for Aerial Survey and Earth Science (ITC) 350, Boulevard Al Enschede, The Netherlands.
- Verstappen, M.Th., 1983. *Applied Geomorfology (Geomorphological Surveys for Environmental Development)*, Amsterdam: Elsevier Science Publishing Company Inc.

## BAB II LINGKUP PROSES DAN HASIL PROSES GEOMORFOLOGI

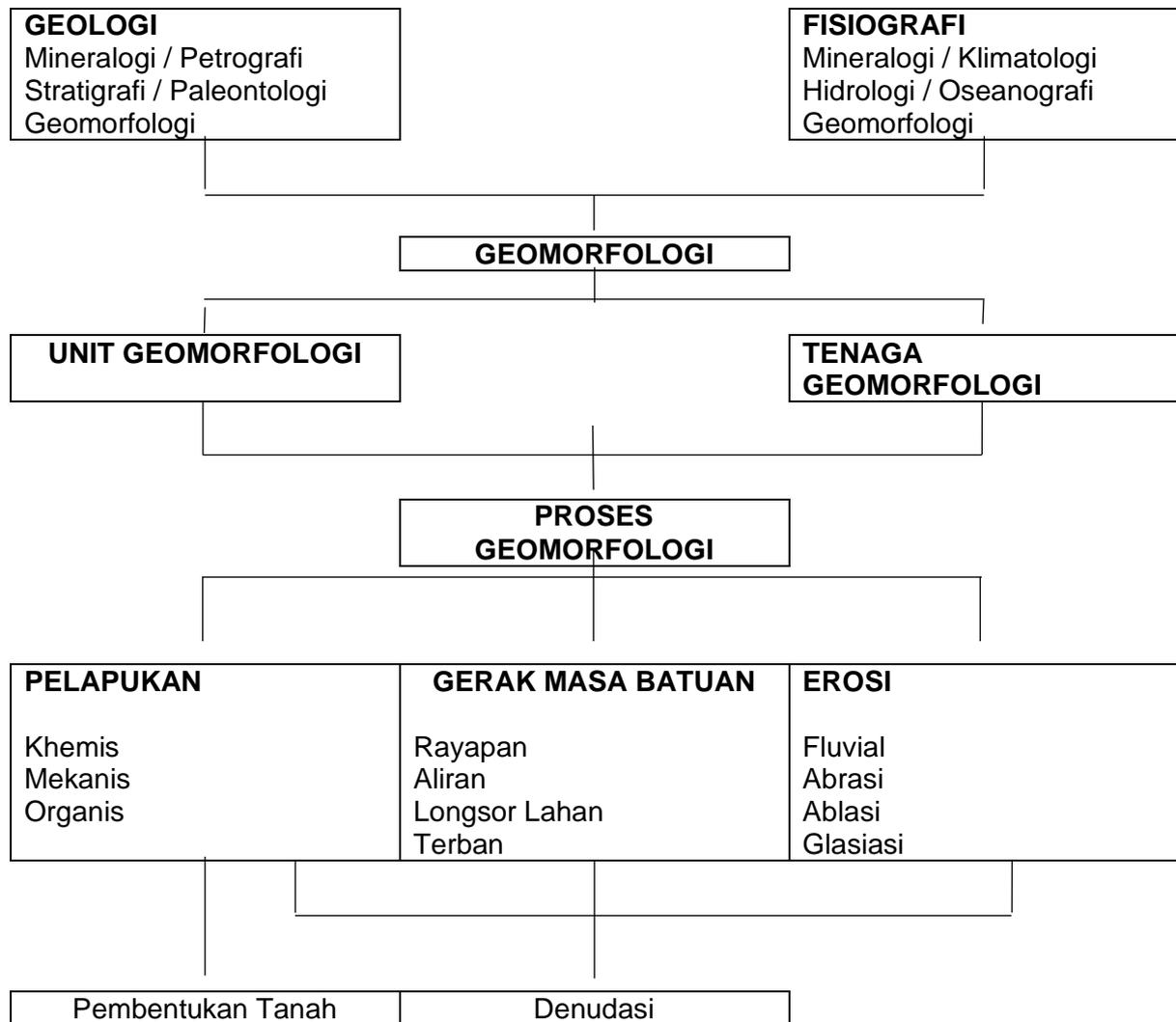
### 2.1. Proses Endogenetik dan Eksogenetik

Permukaan bumi selalu mengalami perubahan bentuk dari waktu ke waktu sebagai akibat proses geomorfologi, baik yang berasal dari dalam bumi (*endogen*) maupun proses yang berasal dari luar bumi (*eksogen*). Proses yang berasal dari dalam bumi dapat dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu : (a). diastrofisme dan (b). volkanisme. *Diastrofisme* terdiri atas tenaga epirogenesa dan tenaga orogenesis. Tenaga epirogenesa merupakan proses pengangkatan kerak bumi dalam wilayah yang sangat luas dengan kecepatan relatif lambat, misalnya pengangkatan benua. Sedangkan tenaga orogenesis merupakan pengangkatan pada daerah yang relatif sempit dalam waktu singkat, misalnya pembentukan pegunungan lipatan. Proses endogen tersebut sangat berpengaruh terhadap pembentukan struktur geologi antara lain berupa: struktur horisontal, lipatan, sesar atau blok, struktur volkan, dan pegunungan kompleks. Proses endogen termasuk kegiatan kegunungapian dan proses-proses pembentukan perbukitan dan pegunungan (*diastrofisme*) akan mengakibatkan perubahan bentuk permukaan bumi karena aktivitas gunung api, tektonik, maupun gempa bumi. Aktivitas tersebut menghasilkan struktur geologi maupun geomorfologi permukaan bumi. Berdasarkan struktur geologisnya kita kenal struktur horisontal (dataran dan plato), dan struktur miring (dome, lipatan, sesar, serta gunung api). (Lihat Gambar 2.1.)

Proses eksogen berlangsung pada permukaan bumi dan tenaganya berasal dari luar kulit bumi. Tenaga yang bekerja disebut tenaga geomorfologi, yaitu semua medium alami yang mampu mengikis dan mengangkut material di permukaan bumi. Tenaga ini dapat berupa : air mengalir, gletser, air tanah, gelombang dan arus laut, tsunami dan angin. Berdasarkan proses yang bekerja pada permukaan bumi dikenal proses: *fluvial*, *marin*, *eolin*, dan proses *glasial*. Akibat bekerjanya proses tersebut maka terjadilah proses gradasi, yang dapat dibedakan menjadi degradasi dan agradasi (Diagram 2.2. dan Tabel 2.1.). Proses degradasi cenderung menyebabkan penurunan permukaan bumi, sedangkan proses agradasi menyebabkan kenaikan permukaan bumi menuju level umum (*common level*). Pada proses degradasi di dalamnya tercakup proses yang diawali oleh proses pelapukan, kemudian proses gerak massa batuan dan erosi. Berlangsungnya proses eksogen tersebut dipengaruhi oleh faktor geologis (mencakup jenis batuan, sikap perlapisan, dan kedudukan batuan atau struktur geologi), iklim, topografi, vegetasi, dan tanah.

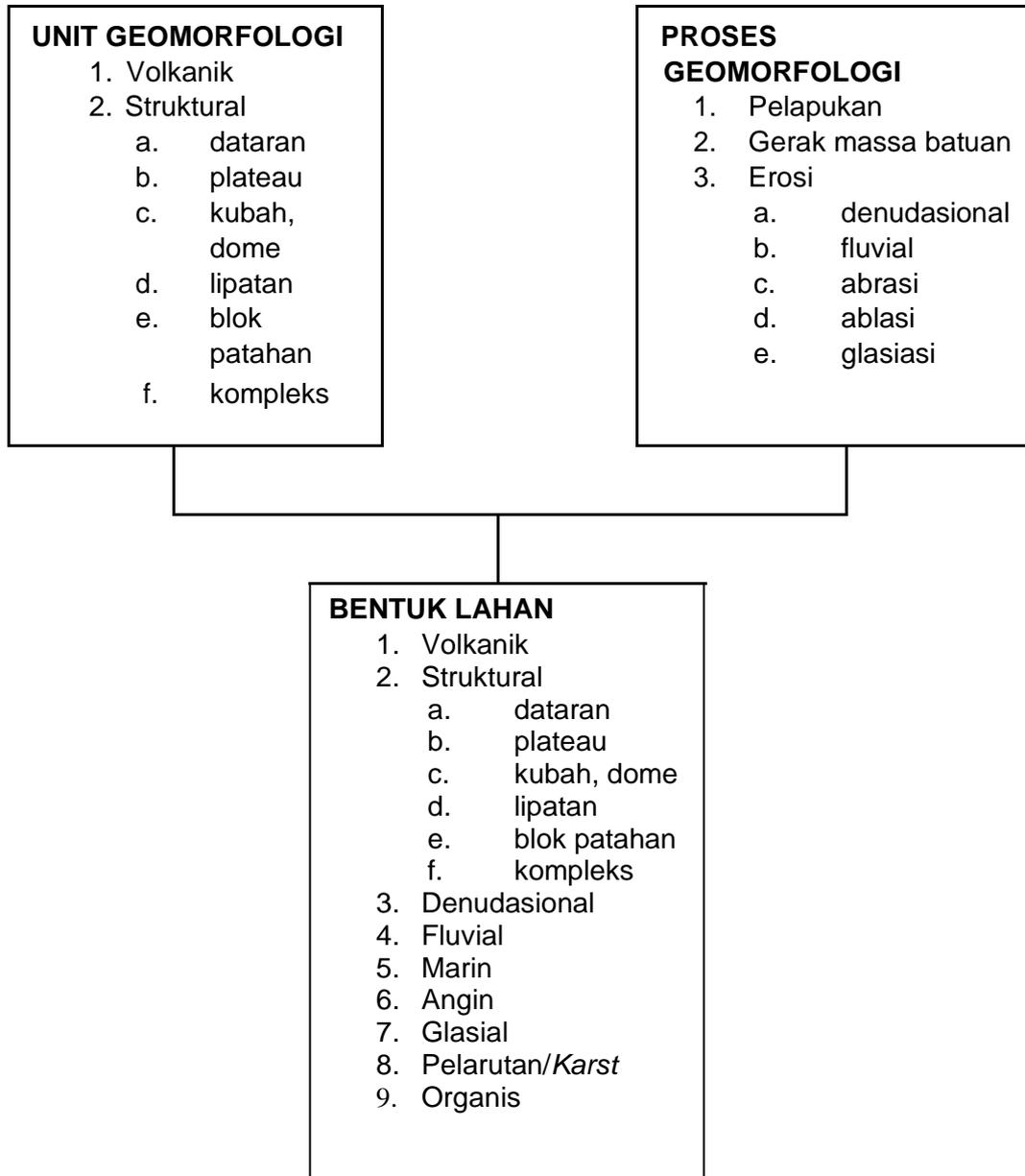
**Gambar 2.1.**

Hubungan Geologi, Fisiografi, dan Proses Geomorfologi



Gambar 2.2.

Hubungan antara Geologi, Fisiografi, Geomorfologi,  
dan Proses Geomorfologi

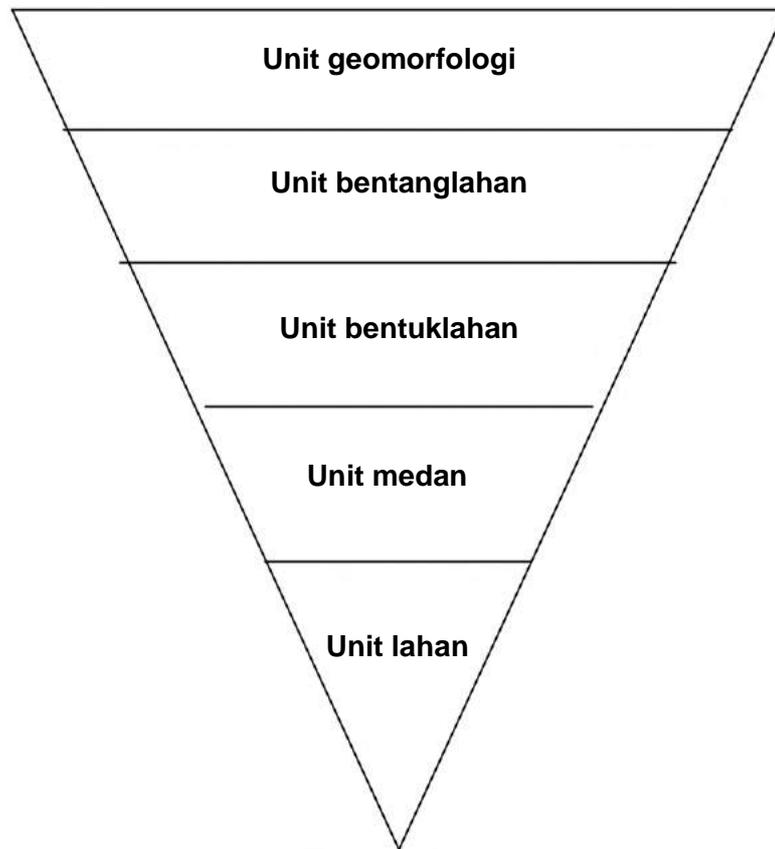


**Tabel 2.1.**  
Sintesa Geomorfologi

<b>PROSES GEOMORFOLOGI</b>	<b>BENTUK LAHAN</b>
1. Volkanisme 2. Diastropisme	1. Volkanik 2. Struktural <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Dataran</li> <li>b. Plato</li> <li>c. Kubah/<i>dome</i></li> <li>d. Lipatan</li> <li>e. Blok sesar</li> <li>f. Kompleks</li> </ul>
3. Degradasi <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Pelarutan</li> <li>3.2. Gerak Massa Batuan</li> <li>3.3. Erosi</li> <li>:</li> <li>a. Air (<i>Fluvia</i>)</li> <li>b. Gelombang/Arus (<i>Abrasi</i>)</li> <li>c. Gletser (<i>Glasial</i>)</li> <li>d. Angin (<i>Ablasi</i>)</li> </ul> 3.4. Organisme	3.1. <i>Karst/Pelarutan</i> 3.2. <i>Denudasional</i> 3.3. <i>Fluvial</i> 3.4. <i>Marin</i> 3.5. <i>Glasial</i> 3.6. <i>Aeolian</i> 3.7. <i>Organik</i>
4. Agradasi <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Air (<i>Fluvia</i>)</li> <li>b. Gelombang/Arus (<i>Abrasi</i>)</li> <li>c. Gletser (<i>Glasial</i>)</li> <li>d. Angin (<i>Ablasi</i>)</li> </ul>	4.1. <i>Fluvial</i> 4.2. <i>Marin</i> 4.3. <i>Glasial</i> 4.4. <i>Aeolian</i>
5. <i>Ekstra Terrestrial</i>	5. <i>Krater meteor</i>

Studi geomorfologi merupakan studi yang menitikberatkan pada bentuklahan penyusun konfigurasi permukaan bumi. Telah disebutkan sebelumnya bahwa konfigurasi permukaan bumi adalah merupakan pencerminan dari interaksi proses *endogen* dan *eksogen*. Konfigurasi permukaan bumi yang dibentuk oleh proses - proses endogen merupakan unit geomorfologi yang bersifat konstruksional yang dipengaruhi oleh faktor - faktor geologi dan topografi. Unit geomorfologi tersebut dapat dirinci menjadi unit bentang lahan. Unit bentang lahan dapat dirinci menjadi unit bentuk lahan dan unit bentuklahan

dapat dirinci menjadi unit medan. Unit medan tersebut selanjutnya dapat dirinci lagi menjadi unit terkecil yang dinamakan unit lahan. Adapun gambaran secara skematis disajikan pada **Gambar 2.3**.



**Gambar 2.3.** Skema Kerincian dalam Studi Geomorfologi

Bentanglahan merupakan suatu wilayah yang mempunyai karakteristik tertentu, dalam hal : bentuklahan, tanah, vegetasi, dan pengaruh manusia (*Vink, 1983*). Bentang lahan mencakup bentukan alami dan non alami, atau budaya. Bentuklahan merupakan bagian dari permukaan bumi yang mempunyai bentuk khas sebagai akibat dari proses dan struktur batuan selama periode tertentu. Oleh karena itu keberadaannya ditentukan oleh faktor : *topografi*, struktur geologi / batuan, dan proses *eksogenetik*, sehingga termasuk bentukan hasil proses *destruktif*. Bentuklahan merupakan salah satu sumberdata yang dapat digunakan untuk mengkaji potensi wilayah, khususnya terhadap sumberdaya alami. Istilah medan merupakan padanan dari *terrain*, yang menurut para ahli didefinisikan sebagai berikut :

**Terrain** adalah sebidang lahan yang didefinisikan sebagai suatu kompleks permukaan fisik dan dekat permukaan (Zuidam, 1979).

**Terrain** adalah suatu daerah yang dipertimbangkan terhadap kenampakan - kenampakan alami dan konfigurasi (Mitchel, 1977).

**Terrain** adalah karakteristik fisik kenampakan - kenampakan alami suatu daerah termasuk didalamnya bentuklahan, vegetasi, dan tanah (Whittow, 1984).

Dari pengertian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa *terrain* adalah komponen lingkungan fisik, baik pada dekat, dan di bawah permukaan bumi. Lahan merupakan unit terkecil dalam kajian geomorfologi yang menurut beberapa ahli didefinisikan sebagai berikut :

**Lahan** merupakan sebidang permukaan bumi yang meliputi parameter - parameter geologi, endapan permukaan, topografi, hidrologi, tanah, flora, dan fauna, yang secara bersama - sama dengan hasil kegiatan manusia baik masa lampau maupun masa sekarang, yang akan mempengaruhi terhadap penggunaan saat ini maupun yang akan datang (Whittow, 1984).

**Lahan** adalah suatu daerah di permukaan bumi yang dicirikan oleh parameter - parameter biosfer secara vertikal di satu fihak, serta parameter - parameter atmosfer, tanah, geologi, hidrologi, populasi tumbuhan, dan binatang, serta hasil dari aktivitas manusia masa lampau maupun sekarang yang akan mempengaruhi terhadap penggunaan lahan oleh manusia, baik masa sekarang maupun yang akan datang (Vink, 1983).

**Lahan** dapat diartikan sebagai lingkungan fisik yang terdiri atas iklim, relief, tanah, air, dan vegetasi, serta benda yang ada di atasnya, sepanjang ada pengaruhnya terhadap penggunaan lahan. Termasuk didalamnya juga hasil kegiatan manusia di masa lampau dan sekarang, seperti hasil reklamasi laut, pembersihan vegetasi, dan juga hasil yang merugikan seperti tanah yang tersalinasi. Dalam hal ini lahan juga mengandung pengertian ruang dan tempat (Sitnala Arsyad, 1989).

Informasi *geomorfologis* tersebut merupakan salah satu sumber data yang dapat digunakan untuk mengkaji potensi sumber daya lahan, baik yang bersifat *kuantitatif* maupun *kualitatif*, yang dicerminkan oleh kemampuan lahan sesuai dengan peruntukannya.

## 2.2. Proses Pelapukan

Faktor yang mempengaruhi proses pelapukan dan pembentukan tanah yaitu iklim, topografi, batuan, vegetasi, dan khusus untuk tanah ditambah faktor waktu.

### 2.2.1. Proses Pelapukan

Pada dasarnya dikenal 2 macam tipe pelapukan, yaitu :

- a) Pelapukan mekanis atau fisis, yaitu pecahnya batu - batuan menjadi fragmen-fragmen yang lebih kecil (*desintegrasi*) sebagai akibat dari :
  - 1) Kelebihan beban
  - 2) Perbedaan panas
  - 3) Pembentukan kristal air atau garam
  - 4) Desakan perakaran tumbuhan
- b) Pelapukan kimiawi, yaitu berubahnya susunan kimiawi batuan (*dekomposisi*) sebagai akibat dari :
  - 1) *Hydrolisa*
  - 2) Pembentukan hidroksil
  - 3) Hidratasi
  - 4) Karbonisasi
  - 5) Pembentukan oksidasi
  - 6) "*Colloid plucking*"

### 2.2.2. Pelapukan Fisis

Pelapukan fisis juga disebut dengan pelapukan mekanis adalah merupakan proses pelapukan batuan yang menyebabkan suatu batuan mengalami penghancuran menjadi butir - butir atau pecahan - pecahan yang lebih kecil tanpa mengalami perubahan sifat - sifat kimianya. Proses pelapukan mekanis dipengaruhi oleh berbagai faktor, faktor - faktor yang memegang peranan penting adalah sebagai berikut:

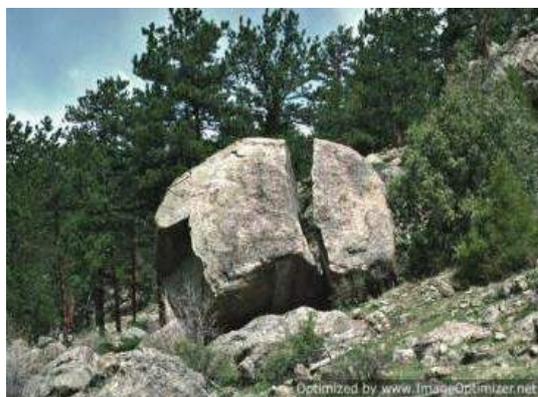
- a) Perubahan suhu
- b) Kegiatan organisme
- c) *Koloid - koloid* batuan/tanah yang saling tarik menarik
- d) Pembentukan kristal - kristal es dalam celah batuan
- e) Pemuaian akibat berkurangnya beban.

Perubahan suhu mempunyai hubungan dengan pembentukan kristal, hanya dalam hal ini tidak perlu mencapai angka di bawah dan di atas titik beku air. Berlangsungnya perubahan suhu tersebut menyebabkan terjadinya pemuaian dan pengkerutan kristal yang ada dalam batuan, karena dalam batuan terdapat berbagai

jenis *kristal* yang berlainan *koefisien* pemuaiannya. Apabila suhu naik, kristal - kristal tidak mengalami pemuaian secara bersamaan, demikian pula pada saat penurunan suhu, kristal yang menyusun batuan mengalami pengkerutan tidak secara bersamaan. Adanya pemuaian dan pengkerutan secara bergantian dalam waktu yang relatif lama, maka bagian permukaan batuan menjadi longgar, akhirnya retak-retak dan mengelupas. Pengelupasan permukaan batuan seperti tersebut dinamakan *exfoliasi massa*. Dengan adanya peristiwa *exfoliasi* kristal - kristal pembentuk batuan lepas satu sama lainnya, maka peristiwa ini disebut dengan *exfoliasi butir* atau disintegrasi butir yang sering dikenal dengan nama penghancuran. Demikianlah faktor perubahan suhu berpengaruh terhadap proses pelapukan.

Faktor organisme memberikan andil terhadap proses pelapukan fisis, walaupun tidak sebesar faktor yang lain. Seperti adanya pertumbuhan akar yang bertambah besar dan panjang pada celah - celah batuan dan mendesak celah, sehingga celah menjadi bertambah besar / lebar yang akhirnya batuan mengalami pecah-pecah atau retak- retak. Peristiwa tersebut termasuk kedalam pelapukan mekanik. Sedangkan pengerjaan pelapukan yang dipicu oleh adanya sisa-sisa tumbuhan, organisme lain yang mengeluarkan enzim atau zat kimia lain yang dapat menyebabkan reaksi kimia dalam batuan dan mengakibatkan hancurnya batuan termasuk ke dalam pelapukan kimia.

Banyak lagi kegiatan organisme lain yang menyebabkan percepatan pelapukan batuan seperti cacing tanah, semut, kepiting, rayap, dan sebagainya. Manusia sebagai *organisme* juga menjadi faktor yang tidak dapat diabaikan, bahkan dalam waktu yang relatif singkat dapat merubah permukaan bumi dengan menghancurkan batuan - batuannya dengan menggunakan teknologi yang terkadang tidak ramah lingkungan. Khusus mengenai pelapukan/penghancuran batuan karena ulah manusia disebut dengan penghancuran secara *antropogenis*. Contoh pelapukan fisik terhadap batuan, dapat dilihat dalam **Gambar 2 .4.** berikut ini.



**Gambar 2. 4.** Pelapukan Fisik Batuan Granit di Colorado's Forest Canyon

*Koloid - koloid* batuan / tanah adalah merupakan butiran yang sangat halus dan keadaannya tidak *homogen*, terletak dan tergabung pada zat cair yang terletak di antara butir yang lebih besar. *Koloid - koloid* yang tidak *homogen* ini melakukan saling tarik menarik pada bagian - bagian kecil dari batuan yang berdampingan dengan *koloid* tersebut, hingga bagian - bagian kecil itu terlepas dari induknya.

Pembentukan kristal - kristal es dalam celah batuan adalah terjadi di daerah dengan iklim *kontinen* (iklim darat), dimana suhu pada malam hari jauh di bawah titik beku dan pada siang hari berada di atas titik beku. Pada saat suhu di bawah titik beku terjadi pembentukan kristal air (air membeku) dan pada saat suhu berada di atas titik beku terjadi pencairan kembali demikian seterusnya, akibatnya terdapat tekanan yang berubah - ubah, pada saat terjadi pembekuan tekanan lebih besar jika dibandingkan tekanan pada saat pencairan. Dalam hal ini kristal - kristal es berlaku sebagai '*pasak*' atau '*baji*' yang membelah/menekan batuan serta berlangsung berulang kali, sehingga batuan akan menjadi retak/pecah. Di samping terjadi pembentukan kristal es juga terjadi kristal garam yang dapat menimbulkan pelapukan fisis. Dalam cekungan - cekungan *oasis* di gurun - gurun, penguapan berlangsung dengan kuat. Garam - garam yang larut ditinggalkan, sehingga terjadilah konsentasi garam - garaman yang menyebabkan terjadinya danau - danau yang berkadar garam tinggi. Pada saat air mengering, tinggalah kristal - kristal garam itu pada dasar danau. Setelah itu kristal - kristal tertimbun oleh lapisan - lapisan batuan, pasir, dan tanah terkadang lapisannya cukup tebal. Garam - garaman mempunyai beberapa sifat yaitu :

- a. Berat jenisnya lebih kecil dari batuan disekilingnya.
- b. Kalau mendapat tekanan yang kuat bersifat lentur/*plastis*.
- c. Menyerap air yang menyebabkan volumenya bertambah

Karena adanya sifat seperti tersebut, lapisan garam - garaman naik ke atas dengan mendorong lapisan yang ada di atasnya, sehingga lapisan yang ada di atasnya menjadi cembung ke atas dan oleh desakan ini batuan tadi mengalami retak - retak yang besar kemungkinannya untuk menjadi lapuk. Di samping garam - garaman tersebut membantu dalam proses pelapukan fisis juga membantu proses pelapukan kimia, karena air yang mengandung garam menyebabkan batuan lain menjadi lapuk secara kimiawi. Secara rinci mengenai pelapukan kimia diuraikan pada bagian tersendiri. Pemuaian akibat berkurangnya beban terjadi pada batuan yang semula tertimbun di dalam lapisan kulit bumi oleh batuan lain. Batuan yang menimbun sedikit demi sedikit berkurang sebagai akibat dari erosi dan sebagainya, sehingga beban atau tekanan yang menimpa batuan juga berkurang.

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

Dengan berkurangnya tekan terjadi pemuaihan, pemuaihan batuan menimbulkan retakan - retakan yang makin lama makin melebar sehingga memungkinkan pecah - pecah. Sebagai contoh *granit* (sejenis batuan beku dalam) yang mempunyai struktur berlapis.

### 2.2.3. Pelapukan Kimia

Pelapukan kimia menghasilkan perubahan zat dari mineral - mineral pembentuk batuan. Adanya zat - zat kimia yang terdapat dalam batuan tersebut nampaknya memegang peranan penting dari pada pelapukan *fisis*. *Karbon-dioksida* dan air adalah faktor yang penting dan aktif untuk menghancurkan atau melapukkan suatu batuan atau pelikan yang banyak mengandung besi, *magnesium*, *kalsium*, *natrium* ataupun *kalium*. Unsur - unsur tersebut dapat dilarutkan atau diuraikan menjadi *pelikan* sekunder. Berbicara mengenai pelapukan kimia, perlu mengetahui beberapa proses yang termasuk ke dalam pelapukan kimia. Adapun proses tersebut adalah :

- a. Hidrasi.
- b. Hidrolisa.
- c. Oksidasi.
- d. Karbonasi.

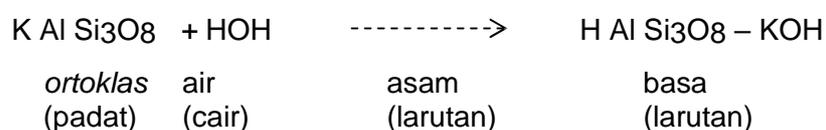
#### **Hidrasi**

*Hidrasi* berarti *adsorpsi* air, *adsorpsi* air adalah proses penarikan air oleh sesuatu zat, tetapi tidak terus masuk ke dalam zat tersebut, melainkan hanya di permukaan saja. Berbeda dengan *absorpsi* dimana meresapkan zat yang tertangkap itu ke dalam seluruh zat penangkap. Proses ini dapat terjadi terjadi misalnya pada perubahan *gips* ke dalam *anhidrit* akibat *adsorpsi* air yang dilukiskan dengan persenyawaan kimia berikut :



#### **Hidrolisa**

*Hidrolisa* adalah reaksi senyawa air dengan senyawa lain yang menyebabkan senyawa bersangkutan terurai menjadi *basa* dan *asam* serta terlepas dari struktur mineral. Contoh *hidrolisa* adalah seperti berikut :



$K Al Si_3O_8 = \text{ortoklas}$        $KOH = \text{hidroksil}$

$H Al Si_3O_8$ , ini mengalami perubahan lebih lanjut sampai membentuk *mineral liat*

### **Oksidasi**

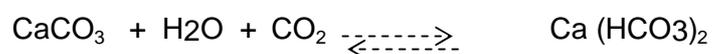
*Oksidasi* merupakan persenyawaan dengan *oksigen*, peningkatan martabat kimia atau penyingkiran *hidrogen*. Unsur tereduksi dioksidasikan oleh  $O_2$  atmosfer yang memerlukan kehadiran  $H_2O$ . Pengaruh *oksidasi* tampak jelas pada batuan yang mengandung besi. Perubahan warna akibat *oksidasi* dapat mudah diamati. Salah satu reaksinya dapat digambarkan dalam persamaan berikut :



Warna coklat pada batuan itu menunjukkan hasil *oksidasi* batuan yang mengandung besi

### **Karbonasi**

Gas asam arang ( $CO_2$ ) bekerja sebagai faktor pelapuk yang terpenting, air yang mengandung asam arang mempunyai daya melapukkan yang kuat. Gas asam arang dalam air itu diperoleh dari udara atau dari sisa tumbuh - tumbuhan. Batuan yang paling mudah lapuk oleh proses *karbonasi* adalah batu gamping seperti dalam persamaan berikut :



$CaCO_3$  : *Calsite*

$CaCO_2$  : *Cacium Bicarbonate*

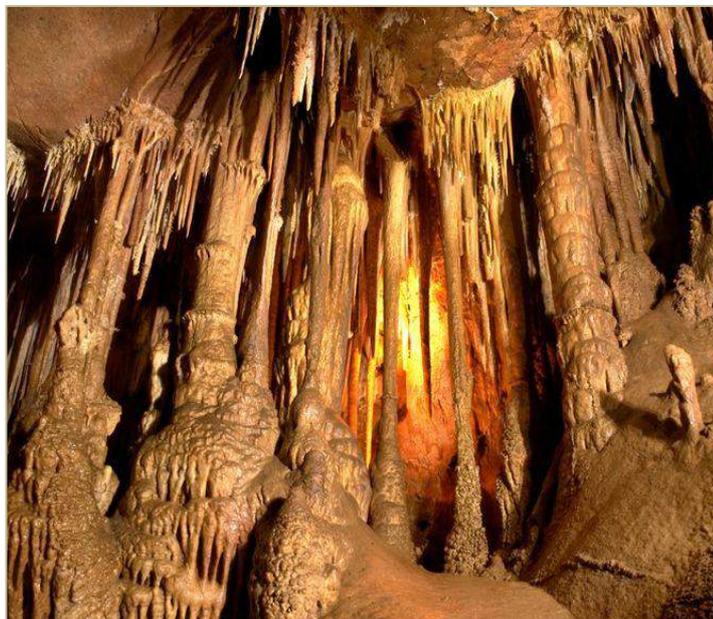
*Cacium bicarbonate* itu mudah larut dalam air, dengan demikian air yang mengandung  $CO_2$  lebih mudah melarutkan *Cacium bicarbonate* ( $CaCO_3$ ) dari pada yang tidak mengandung  $CO_2$ . Berdasarkan pada keterangan yang telah diuraikan di atas dan contoh - contoh yang disajikan, dapat disimpulkan bahwa pelapukan mekanis tidak dapat terlepas dari pelapukan kimia. Tumbuh - tumbuhan dan hewan dalam kedua pelapukan tersebut. Dilihat dari segi *morfologi*, peranan pelapukan batuan itu dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Sebagai suatu proses dalam pembentukan tanah, yang lebih jauh membawa perubahan - perubahan bentuk permukaan bumi.
- 2) Sebagai titik tolak untuk terjadinya erosi dan gerakan *massa* batuan disatu pihak dan sedimentasi dipihak lain. Semua proses itu meninggalkan atau menghasilkan bentukan - bentukan yang khas di permukaan bumi.

- 3) Sebagai salah satu faktor dalam perendahan umum dari permukaan bumi. Hal ini jelas bahwa dalam pelapukan serta perendahan daerah yang terdiri dari batu gamping (*limestone*), *dolomit*, atau *gips*. Hasil pelapukan terutama hasil pelarutan, langsung diangkut secara berangsur - angsur sehingga daerah tersebut mengalami perendahan.

Dalam proses pelapukan dan pembentukan serta perubahan tanah, ada lima faktor yang memegang peranan penting, yaitu :

- 1) Iklim, terutama suhu dan jumlah curah hujan.
- 2) Topografi yang mempengaruhi pengaliran.
- 3) *Organisme* yaitu berupa organisme dalam tanah ataupun tumbuh - tumbuhan yang ada di atasnya.
- 4) Batuan induk, mempunyai peran yang penting, karena batuan induk mempunyai susunan kimia dan sifat - sifat fisis yang berlainan. Keadaan seperti itu menentukan *resisten* tidaknya terhadap pelapukan.
- 5) Waktu, menentukan lama atau tidaknya proses pelapukan. Pelapukan yang terjadi pada waktu yang lebih lama. Pelapukan yang telah terjadi dalam waktu yang lebih lama menunjukkan pelapukan semakin sempurna dan *intensif*.



**Gambar 2.5.** Pelapukan Kimiawi Batuan Kapur di Goa Batu Cermin

Pada garis besarnya, dilihat dari segi tempat batuan asalnya, ada tanah yang dilapukkan dari batuan induk setempat (*residual soil*) dengan profil tanahnya tampak lebih jelas yang ditandai oleh adanya lapisan - lapisan yang berbeda derajat pelapukannya. Sedangkan tanah yang dihasilkan dari batuan di tempat lain yang telah

mengalami pengangkutan (*transported soil*) biasanya per lapisannya dibedakan bukan karena perbedaan pelapukan, tetapi mungkin material yang berbeda, sebagai akibat dari hasil pengendapan terhadap material yang berasal dari tempat yang berbeda dengan batuan induk yang berbeda pula.

### **2.3. Pembentukan Tanah**

#### **2.3.1. Proses Pembentukan Tanah**

Proses pembentukan tanah dimulai dari proses pelapukan batuan induk menjadi bahan induk tanah, diikuti oleh proses pencampuran bahan organik dengan bahan mineral di permukaan tanah, pembentukan struktur tanah, pemindahan bahan - bahan tanah dari bagian atas tanah ke bagian bawah, dan berbagai proses lain yang dapat menghasilkan horison - horison tanah. Horison tanah adalah lapisan - lapisan tanah yang terbentuk karena hasil proses pembentukan tanah. Proses pembentukan horison - horison tanah tersebut akan menghasilkan tanah. Penampang tegak dari tanah tersebut menunjukkan susunan horison tanah yang disebut profil tanah. Horison - horison tanah yang menyusun profil tanah berturut - turut dari atas ke bawah adalah horison O, A, B, dan C. Adapun horison tanah yang menyusun solum tanah adalah hanya horison A dan B. Horison O ditemukan terutama pada tanah - tanah hutan yang belum terganggu oleh aktivitas manusia dan merupakan horison organik yang terbentuk di atas lapisan/horison tanah mineral. Horison tanah di tanah permukaan yang terdiri dari campuran bahan organik dan bahan mineral disebut horison A. horison tanah ini merupakan horison eluviasi, yaitu horison - horison tanah yang mengalami pelindian. Horison tanah sebagai iluviasi atau penimbunan dari bahan - bahan yang *terlindi* di atasnya, yakni berupa lempung, Fe, Al dan bahan organik disebut horison B.

Adapun horison tanah yang berujud bahan induk dan sedikit terlapuk dinamakan horison C dan lapisan keras yang belum terlapuk disebut horison D atau R. Perlu diketahui bahwa tanah tidak selalu mempunyai susunan horison tanah yang lengkap seperti tersebut di atas. Horison O, misalnya hanya terdapat pada tanah hutan yang belum dipergunakan untuk pertanian. Banyak pula tanah tidak mempunyai horison *eluviasi* karena tidak terjadi *pelindian* dalam pembentukan tanah tersebut. Di samping itu, ada pula tanah yang hanya mempunyai horison A dan C saja karena proses pembentukan tanahnya baru pada tingkat permulaan.

#### **2.3.2. Faktor - Faktor Pembentukan Tanah**

Cabang ilmu tanah yang mempelajari proses - proses pembentukan tanah mulai dari bahan induk disebut genesa tanah. Banyak faktor yang mempengaruhi proses pembentukan tanah, akan tetapi hanya lima faktor yang dianggap paling penting, yakni : iklim, topografi, bahan induk, *organisme*, dan waktu.

**a. Iklim**

Iklim merupakan faktor yang sangat penting dalam proses pembentukan tanah. Setiap suhu naik 10°C maka kecepatan reaksi menjadi dua kali lipat. Demikian halnya reaksi - reaksi *mikroorganisme* dalam tanah juga sangat dipengaruhi oleh suhu tanah. Curah hujan dan suhu yang relatif tinggi di daerah tropik menyebabkan reaksi kimia berlangsung cepat, sehingga proses pelapukan dan *pelindian* berjalan cepat. Sebagai akibatnya banyak tanah - tanah di Indonesia telah mengalami pelapukan lanjut, kadar unsur hara rendah, dan bereaksi asam. Untuk daerah - daerah yang beriklim relatif kering *pelindian* tidak berlangsung intensif sehingga tanahnya bersifat agak basis dengan kadar hara relatif tinggi.

**b. Topografi**

Topografi suatu daerah dapat menghambat atau mempercepat pengaruh iklim. Di daerah yang datar atau cekung, air tidak mudah hilang dari tanah, dan bahkan menggenang, sehingga pengaruh faktor iklim tidak jelas dan terbentuklah tanah dengan warna kelabu atau banyak mengandung karatan. Daerah bergelombang biasanya *drainase* tanah relatif baik, sehingga pengaruh iklim (curah hujan dan suhu) menjadi cukup jelas dan pelapukan serta *pelindian* berlangsung lebih cepat. Di daerah berlereng curam kadang - kadang terjadi erosi permukaan secara terus - menerus, sehingga tanah yang terbentuk relatif dangkal, sebaliknya pada kaki lereng tersebut seringkali ditemukan tanah dengan solum tanah dalam akibat penimbunan bahan - bahan dihanyutkan aliran air dari lereng atas.

**c. Bahan Induk**

Sifat - sifat bahan induk tanah kadang - kadang masih tetap terlihat, bahkan pada tanah daerah *humid* yang telah mengalami pelapukan sangat lanjut masih tetap dapat diketahui. Suatu contoh pada tanah - tanah bertekstur pasir adalah akibat kandungan pasir yang tinggi dari bahan induknya. Susunan kimia dan mineral bahan induk tanah tidak hanya mempengaruhi intensitas tingkat pelapukan, melainkan kadang - kadang menentukan jenis vegetasi alami yang tumbuh di atasnya. Terdapatnya batu gamping di daerah tanah yang berasal dari batu gamping biasanya banyak mengandung basa - basa. Adanya pengembalian basa ke lapisan tanah atas melalui seresah dari vegetasi tersebut, maka proses pengasaman tanah menjadi terhambat. Batuan induk pada dasarnya dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu batuan beku, batuan sedimen, batuan *metamorf*, dan bahan *organik*.

Berdasarkan atas kandungan SiO<sub>2</sub>, batuan beku dibedakan lagi menjadi batuan beku yang bersifat asam, *intermedier*, dan *alkalis*. Batuan induk yang bersifat asam menghasilkan tanah yang bersifat asam pula, sedangkan batuan induk *alkalis* pada umumnya menghasilkan tanah - tanah *alkalis*. Meskipun apabila *pelindian* lanjut karena curah hujan tinggi dapat pula

membentuk tanah asam. Batuan induk tanah yang berasal dari batuan sedimen dapat dibedakan lagi menjadi batuan sedimen tua, misalnya: batu gamping, batu pasir, dan batu lempung, serta batuan sedimen baru, misalnya: endapan di dataran banjir dan pasir pantai. Bahan induk tanah yang berupa batuan *metamorf* pada dasarnya berasal dari batuan beku atau batuan sedimen yang karena tekanan atau suhu yang tinggi batuan tersebut berubah sifat - sifatnya. Bahan *organik* sebagai bahan induk tanah biasanya terbentuk di daerah hutan rawa yang selalu tergenang air, sehingga proses perombakan bahan *organik* berlangsung lebih lambat daripada proses penimbunan, akibatnya terjadilah akumulasi bahan *organik* dan selanjutnya terbentuklah tanah - tanah *organik*.

#### **d. Organisme**

Pengaruh organisme dalam pembentukan tanah tidaklah kecil. Akumulasi bahan organik, daur unsur hara, dan pembentukan struktur tanah yang stabil sangat dipengaruhi oleh kegiatan organisme dalam tanah. Di samping itu, unsur N dapat diikat ke dalam tanah dari udara oleh *mikro - organisme*, baik yang hidup sendiri di dalam tanah ataupun yang bersimbiose dengan tanaman. Demikian juga vegetasi yang tumbuh pada tanah tersebut dapat merupakan penghalang untuk terjadinya erosi tanah, sehingga mengurangi jumlah tanah permukaan yang hilang. Vegetasi hutan pada umumnya membentuk tanah - tanah hutan berwarna merah, sedangkan vegetasi rumput pada umumnya membentuk tanah berwarna hitam karena banyaknya sisa - sisa bahan organik yang tertinggal dari akar dan sisa rumput. Kandungan unsur - unsur kimia yang terdapat pada tanaman juga sangat berpengaruh terhadap sifat - sifat tanah. Jenis - jenis cemara akan *memberikan kation - kation logam* seperti *Ca, Mg, dan K* yang relatif rendah. Daur unsur hara di bawah tanaman tersebut adalah rendah dibandingkan dengan tanaman berdaun lebar yang serasahnya lebih banyak mengandung basa - basa. Sebagai akibatnya keasaman tanah di bawah tanaman pinus biasanya lebih tinggi daripada tanah di bawah pohon jati. Disamping itu, pelindian basa - basa juga lebih intensif pada tanah di bawah tanaman pinus.

#### **e. Waktu**

Tanah merupakan benda alam yang terus - menerus berubah, sehingga sebagai akibat pelapukan dan *pelindian* yang terus - menerus tanah semakin tua dan semakin miskin unsur hara. Mineral yang banyak mengandung unsur hara telah habis mengalami pelapukan, sehingga tinggal mineral yang sukar lapuk seperti *kuarsa*. Profil tanah juga semakin berkembang dengan meningkatnya umur. Adanya proses pembentukan tanah yang terus berlangsung maka bahan induk tanah berubah berturut - turut dari tanah muda, tanah dewasa, dan tanah tua. Tanah muda ditandai oleh proses pembentukan tanah terutama pelapukan

bahan organik dan bahan mineral, percampuran bahan organik dan bahan mineral di tanah permukaan dan pembentukan struktur tanah karena pengaruh bahan organik tersebut. Hasil proses pelapukan tersebut adalah pembentukan horison A dari horison C. Sifat tanah masih didominasi oleh sifat - sifat bahan induknya, misalnya Ordo *Entisol* (*Aluvial, Regosol, dan Litosol*).

Tanah dewasa merupakan proses yang lebih lanjut dari tanah - tanah muda, yakni karena adanya proses pembentukan horison B. Pada tingkat ini tanah mempunyai kemampuan berproduksi paling tinggi, karena unsur - unsur hara di dalam tanah cukup tersedia akibat pelapukan mineral dan pelindian unsur hara belum lanjut. Tanah yang masuk tingkat ini misalnya Ordo *Inceptisols* (*Latosol, Andosol, Kambisol, dll*), *Vertisol* (*Grumusol*), *Mollisol, dsb*. Tanah tua terutama ditandai oleh proses pembentukan tanah yang berjalan lebih lanjut, sehingga terjadi perubahan yang lebih nyata pada horison A dan B, dan terbentuklah horison - horison tanah seperti A1, A2, A3, B1, B2, B3, dsb. Disamping itu pelapukan mineral dan pelindian unsur basa semakin meningkat, sehingga tinggal mineral - mineral yang sukar lapuk di dalam tanah, akibatnya tanah menjadi miskin dan asam. Tanah yang termasuk tingkat ini misalnya Ordo *Oxisols* (*Laterit*) dan *Ultisol* (*Podsolik*). Banyaknya waktu yang diperlukan untuk berkembang tanah berbeda - beda. Tanah yang berkembang dari batuan yang keras memerlukan waktu pembentukan tanah yang lebih lama daripada batuan induk yang lunak dan lepas. Bahan induk abu vulkanik misalnya dalam waktu kurang dari 100 tahun telah membentuk tanah muda. Adapun tanah dewasa dapat terbentuk dalam waktu antara 1000 – 10.000 tahun.

#### **2.4. Proses Gerakan Massa Batuan**

Proses gerakan massa batuan yaitu proses bergeraknya puing - puing batuan (termasuk di dalamnya tanah) secara besar - besaran menuruni lereng secara lambat hingga sangat cepat oleh pengaruh langsung tenaga gravitasi. Banyak klasifikasi gerakan massa batuan tetapi semuanya itu dapat diklasifikasikan berdasarkan tipe gerakannya (lambat, cepat, dan sangat cepat) dan tipe batuan yang bergerak (batu - batu lepas, puing batuan, dan tanah, dsb).

Atas dasar tipe gerakan dan tipe batuan, *Sharpe* (1956) membagi gerak massa batuan menjadi :

a. Gerakannya lambat :

Tipe ini disebut tipe rayapan, termasuk tipe ini adalah rayapan tanah, rayapan batuan *gletsyer*, dan "*solifluction*".

b. Gerakannya cepat :

Tipe ini disebut tipe alir, termasuk tipe ini adalah aliran lumpur (lahar), aliran tanah (*earthflow*).

c. Gerakannya sangat cepat :

Termasuk tipe ini disebut longsorlahan (*landslides*) yang terdiri dari :

- 1) Jatuh bebas : *rockfall, earthfall*
- 2) Melongsor : *rockslide, earthslide, dan debris slide*
- 3) Longsor terputar : *slump*

## **2.5. Terban**

Terban adalah jatuhnya material batuan secara vertikal tanpa adanya gerakan horizontal (runtuh - *terban*). Gerakan tanah merupakan perpindahan massa tanah atau batuan pada arah tegak, datar, atau miring dari kedudukannya semula, yang terjadi bila ada gangguan kesetimbangan pada saat itu. Macam - macam gerakan tanah berdasarkan atas :

- a. Macam/tipe gerakan
- b. Macam material yang bergerak
- c. Kecepatan gerakan
- d. *Sharpe*
- e. *Highway Research Board Landslide Committee* (1958)

Dasar klasifikasi tersebut sama seperti di atas yaitu macam/tipe gerakan, macam material yang bergerak dan kecepatan gerakan. Klasifikasi yang dikemukakan oleh "*Highway Research Board Landslide Committee* " lebih lengkap. Di sini akan dijelaskan klasifikasi tersebut (Diagram 2.6.).

KLASIFIKASI GERAKAN TANAH OLEH  
HIGHWAY RESEARCH BOARD LANDSLIDE COMMITTEE

TIPE GERAKAN		MACAM MATERIAL ( SEBELUM GERAKAN )				
		BATUAN			TANAH	
FALIS (RUNTUHAN)		Rockfall ( runtuhan batuan ) - gerakan sangat cepat ( ekstrim cepat )			Soilfall (runtuhan tanah) - gerakan sangat cepat ( ekstrim cepat : debris fall )	
SLIDES (LONGSORAN )		Gerakan rotasi ( putar )	Gerakan planar		Gerakan planar	Gerakan rotasi ( putar )
		Slump	Block glide Rock slide	Blok glide debris		Slump earth flow
FLOWS (ALIRAN)		MATERIAL LEPAS				
		Fragmen batuan	Pasir	lumpur	Campuran	Tanah Lumpur
		Pejal non plastis			Sangat plastis	
		Rock fragment flow  (Rock fall Avalanche)	Sand run	Loessflow  Rapid Earth flow  mudflow	Debris Avalanche  ↓ Debris flow	Slow Earth Flow  ↓ Mud flow
KOMPLEKS		Gabungan dari bermacam gerakan tanah biasanya satu macam gerakan tanah lalu diikuti oleh macam gerakan tanah yang lain.				

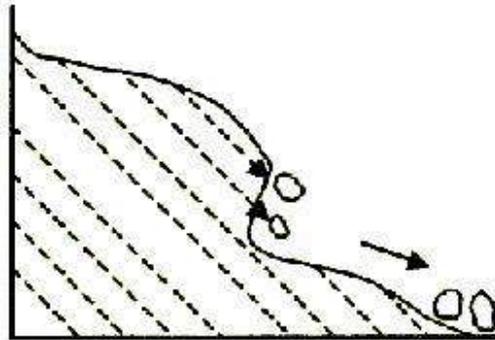
Gambar 2. 6. Highway Research Board Landslide Committee " lebih lengkap.

Di sini akan dijelaskan Klasifikasi tersebut

### 2.5.1. Runtuhan Batuan (Rockfall)

Suatu massa batuan yang jatuh ke bawah karena terlepas dari batuan induknya, terjadi pada tebing - tebing yang terjal, gerakannya ekstrim cepat, dapat terjadi karena:

- a. Tarikan gaya berat, kekar dan rekahan.
- b. Pemotongan kaki tebing oleh alam maupun manusia.



Gambar 2.7. Runtuhan Batuan (Rockfall)

### 2.5.2. Runtuhan Tanah (Soilfall)

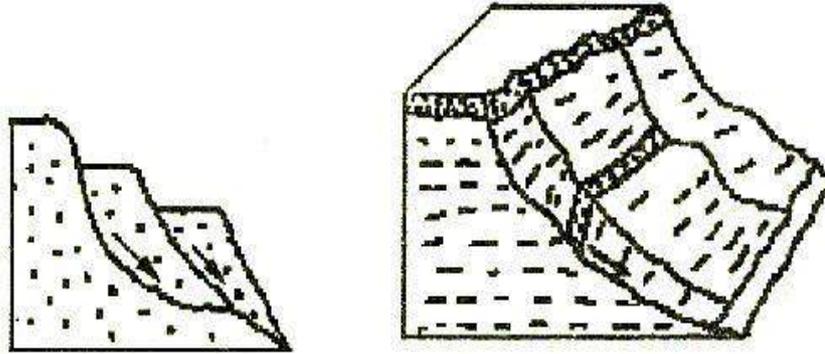
Seperti di atas, hanya yang jatuh ke bawah berupa massa tanah. Gerakannya sangat cepat.

### 2.5.3. Runtuhan Bahan Rombakan (Debris Fall)

Seperti diatas hanya yang jatuh ke bawah berupa massa bahan rombakan. Gerakannya sangat cepat (ekstrim cepat).

### 2.5.4. Nendatan (Slump)

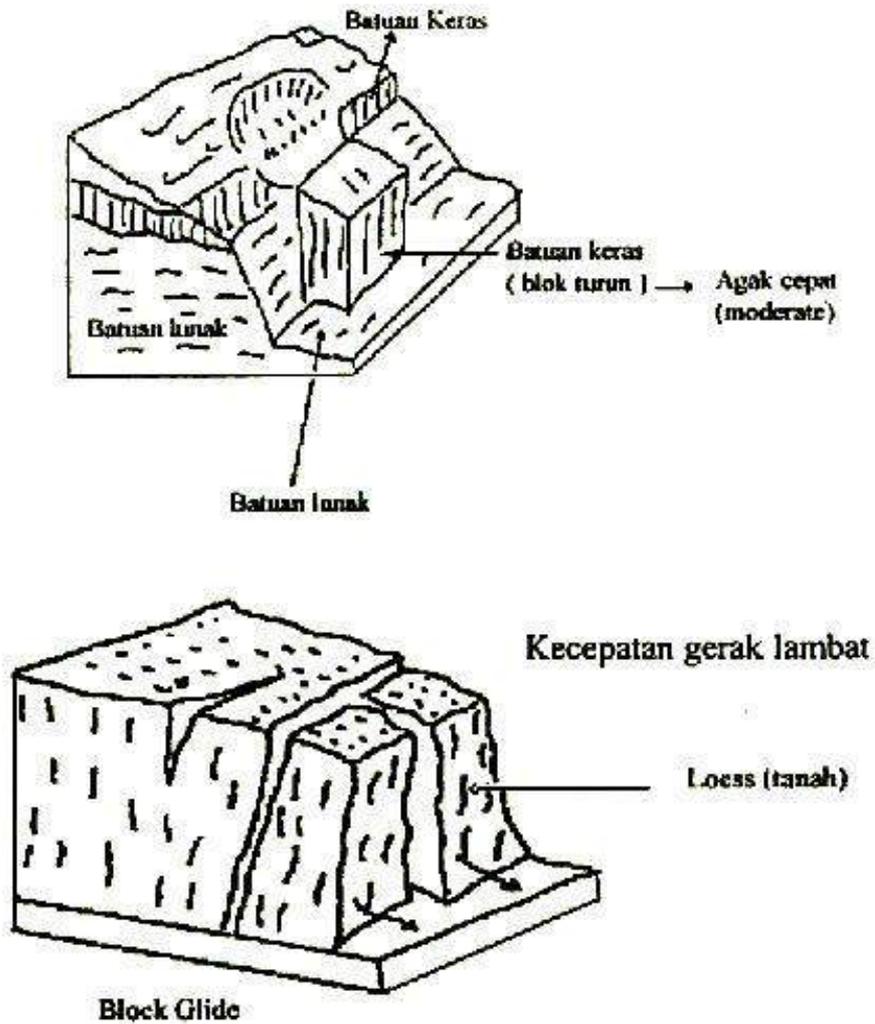
Gerakan yang terputus - putus atau tersendat-sendat dari massa tanah atau batuan ke arah bawah dalam jarak yang relatif pendek, melalui bidang lengkung dengan kecepatan ekstrim lambat sampai agak cepat (*moderate*). Pada umumnya sesuai dengan prosesnya yang terputus - putus sehingga mempunyai lebih dari satu bidang longsor yang kurang lebih sejajar atau searah satu sama lain.



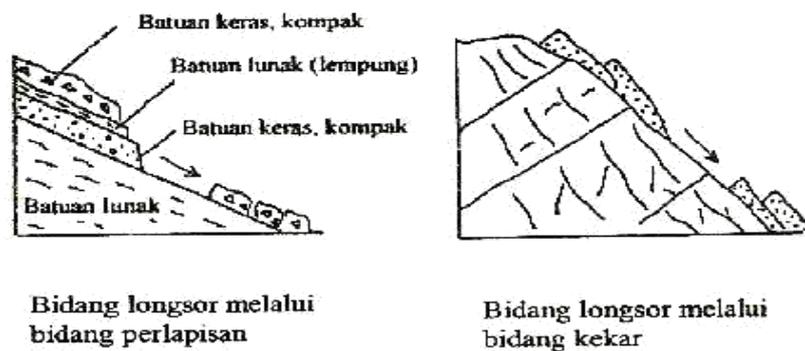
Gambar 2.8. Nendatan (Slump)

### 2.5.5. Blok Glide

Gerakan turun ke bawah dari massa tanah atau batuan yang berupa blok dengan kecepatan lambat sampai agak cepat (*moderate*). Blok yang turun dapat disebabkan atau dibatasi oleh sesar, kekar.



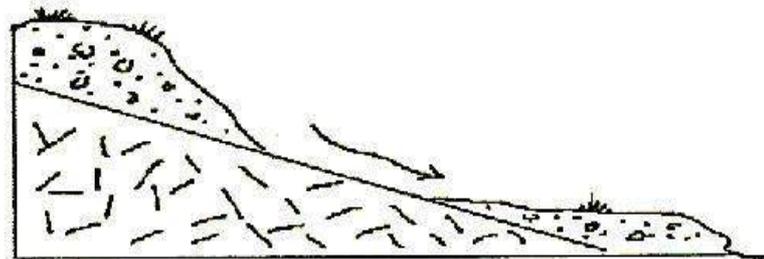
Gambar 2.9. Blok Glide



Gambar 2.10. Longsoran Batuan (Rockslide)

### 2.5.6. Longsoran Batuan (Rockslide)

Gerakan massa batuan ke arah bawah yang biasanya melalui bidang perlapisan, rekahan - rekahan, bidang sesar. Dalam hal ini kemiringan lereng searah dengan kemiringan perlapisan batuan. Lapisan batuan yang dapat bertindak sebagai bidang longsor adalah batuan yang berukuran sangat halus (lempung, tuf-halus, napal dan sebagainya). Kecepatan gerakan amat lambat sampai cepat.



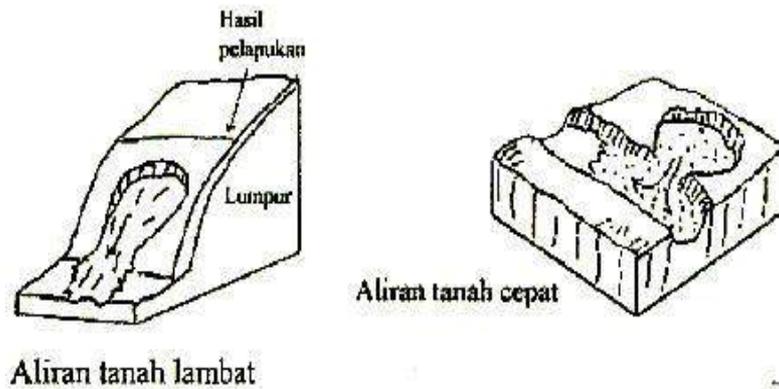
Gambar 2.11. Bidang Longsor merupakan Bidang Batas antara Tanah

### 2.5.7. Longsoran Bahan Rombakan (Debris Slide)

Gerakan massa tanah atau hasil pelapukan batuan melalui bidang longsor yang relatif turun secara meluncur atau menggelinding. Bidang longsor merupakan bidang batas antara tanah dengan batuan induknya.

### 2.5.8. Aliran Tanah (Earthflow)

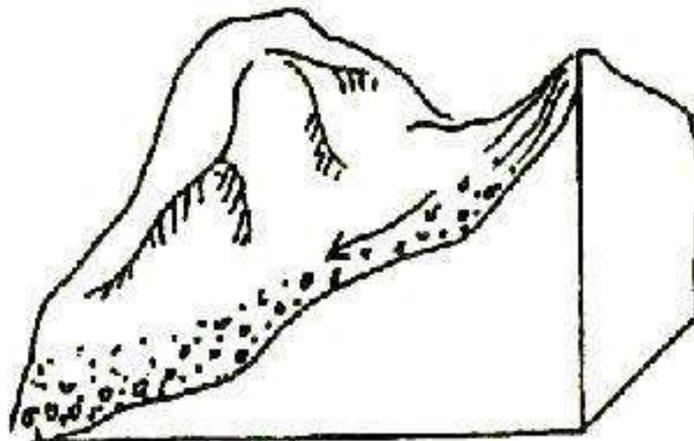
Gerakan dan massa tanah secara mengalir dengan kecepatan lambat sampai cepat. Material (massa) tanah yang sangat plastis biasanya dengan kecepatan lambat - cepat dan lumpur dengan kecepatan sangat cepat. Sehingga ada yang disebut aliran tanah lambat dan aliran tanah cepat. Di sini faktor kandungan air sangat penting.



Gambar 2.12. Aliran Tanah (Earthflow)

### 2.5.9. Aliran Fragmen Batuan

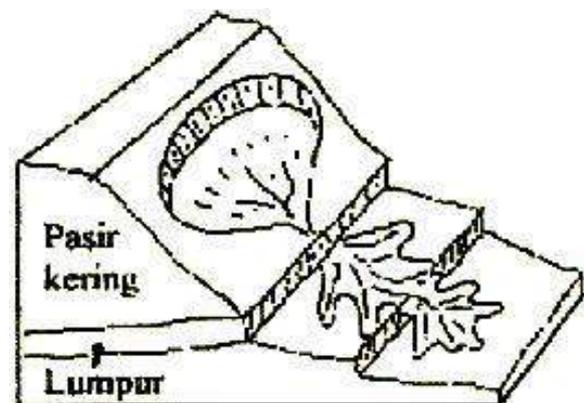
Gerakan secara mengalir dari massa batuan yang berupa fragmen-fragmen dengan kecepatan ekstrim cepat dan kering. Macam aliran fragmen batuan, misalnya : rockfall avalanche. Kalau massa yang bergerak sangat luas baik berupa runtuhuan batuan atau longsoran batuan dengan kecepatan ekstrim cepat.



Gambar 2.13. Aliran Fragmen Batuan

### 2.5.10. Sand Run

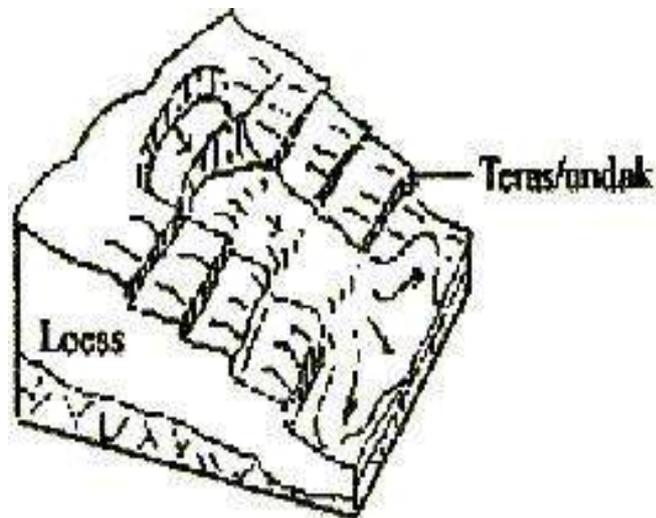
Gerakan dari massa pasir secara mengalir dengan kecepatan cepat sampai sangat cepat dalam keadaan kering.



Gambar 2.14. Sand Run

**2.5.11. Loess Flow (Dry)**

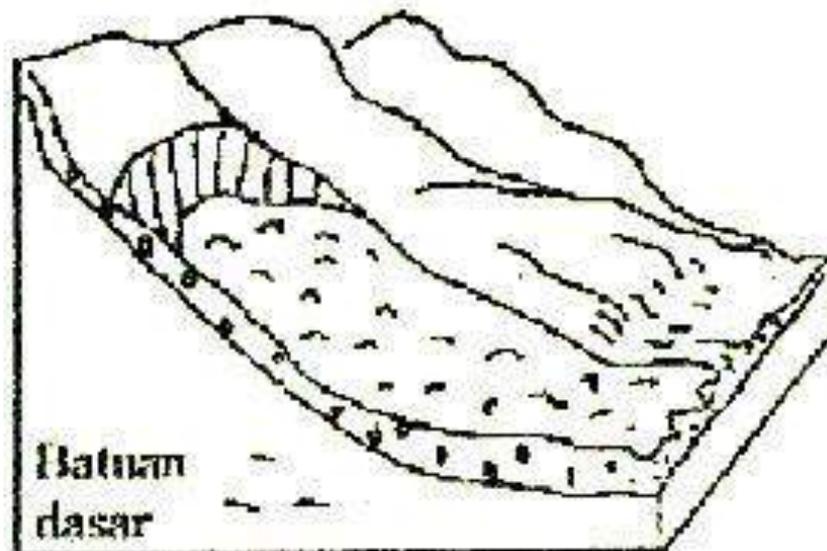
Aliran *loess* kering, massa yang mengalir berupa *loess* yang sangat kering biasanya disebabkan oleh gempa bumi. Kecepatan aliran ekstrim cepat.



Gambar 2.15. *Loess Flow (Dry)*

**2.5.12. Debris Avalanche**

Gerakan bahan rombakan dalam keadaan agak basah dengan kecepatan sangat cepat sampai ekstrim cepat. Kalau keadaanya basah disebut *debris flow* (aliran basah rombakan).

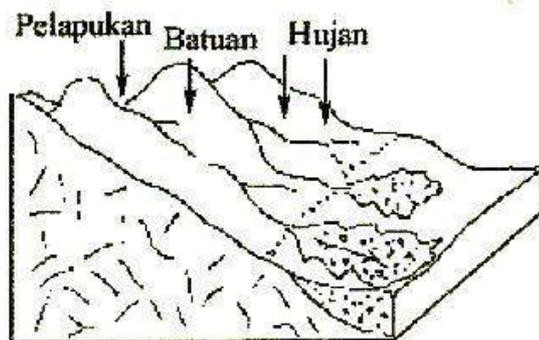


Gambar 2.16. *Debris Avalanche*

### 2.5.13. Sandflow (Aliran Pasir)

Seperti *sand run*, hanya di sini dalam keadaan basah. Kalau materialnya yang mengalir berupa pasir disebut aliran pasir, sedangkan kalau berupa lumpur disebut aliran batu lumpur. Kecepatan alir cepat sampai sangat cepat. Aliran dari material lumpur yang basah. Perbedaan dengan aliran tanah hanya pada tingkat kebasahan dari materialnya. Perkiraan kecepatan gerak (alir) material yang bergerak (mengalir).

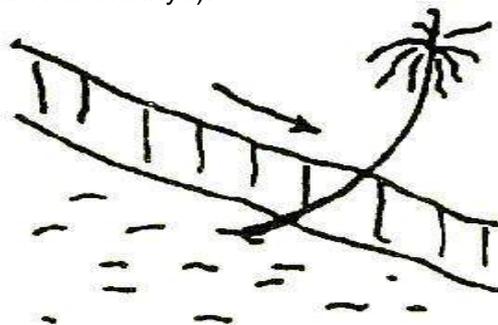
- Ekstrim cepat	>10 ft/detik
- Amat (sangat) cepat	antara 1 ft/mnt –10 ft/mnt
- Cepat	antara 5 ft/day - 1 ft /mnt
- Moderate (agak cepat)	antara 5 ft/bln - 5 ft /day
- Lambat	antara 1 ft /5 bln - 5 ft/thn
- Sangat lambat	antara 1 ft / 5 thn - 5 ft/thn
- Ekstrim lambat	<1 ft/5 thn



Gambar 2.17. Sandflow (Aliran Pasir), Silt Flow (Aliran Batu Lumpur)

### 2.5.14. Creep

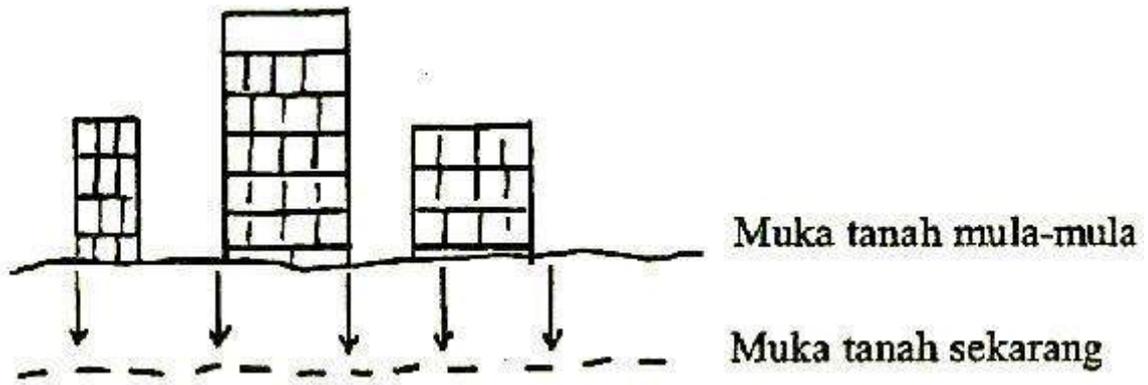
Aliran masa tanah (batuan) yang ekstrim lambat, tidak dapat dilihat, hanya akibatnya akan tampak seperti tiang listrik miring, pohon bengkok. Contoh : *rock creep*, *soil creep*, *talus creep* (tergantung macam materialnya).



Gambar 2.18. Creep ditandai dengan Pohon Bengkok

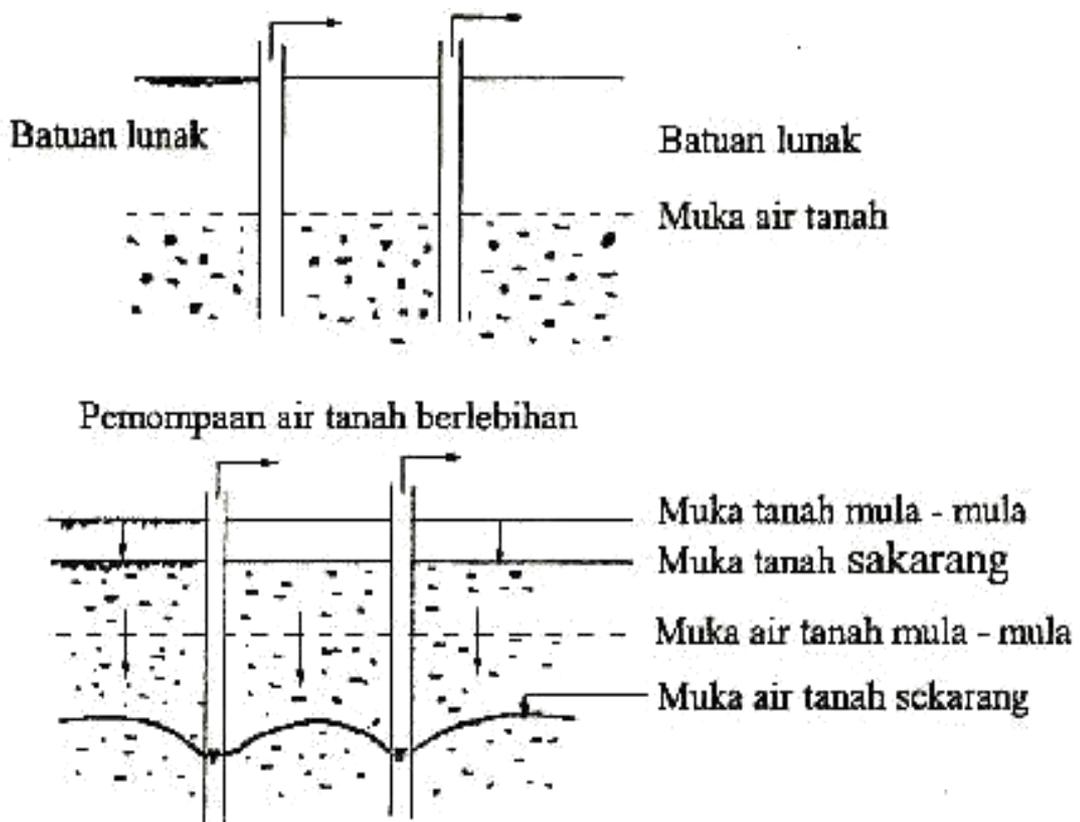
**2.5.15. Amblesan (Subsidence)**

Gerakan ke arah bawah yang relatif tegak lurus, yang menyangkut material permukaan tanah atau batuan tanpa gerakan ke arah mendatar dan tidak ada sisi yang bebas.



**Gambar 2.19.** Perbedaan Muka Tanah setelah mengalami *Subsidence*

Dapat disebabkan karena terlampau berat beban dan daya dukung tanah kecil. Juga bisa karena pemompaan air tanah jauh melampaui batas, sehingga pori - pori yang tadinya terisi oleh air tanah akan mampat.

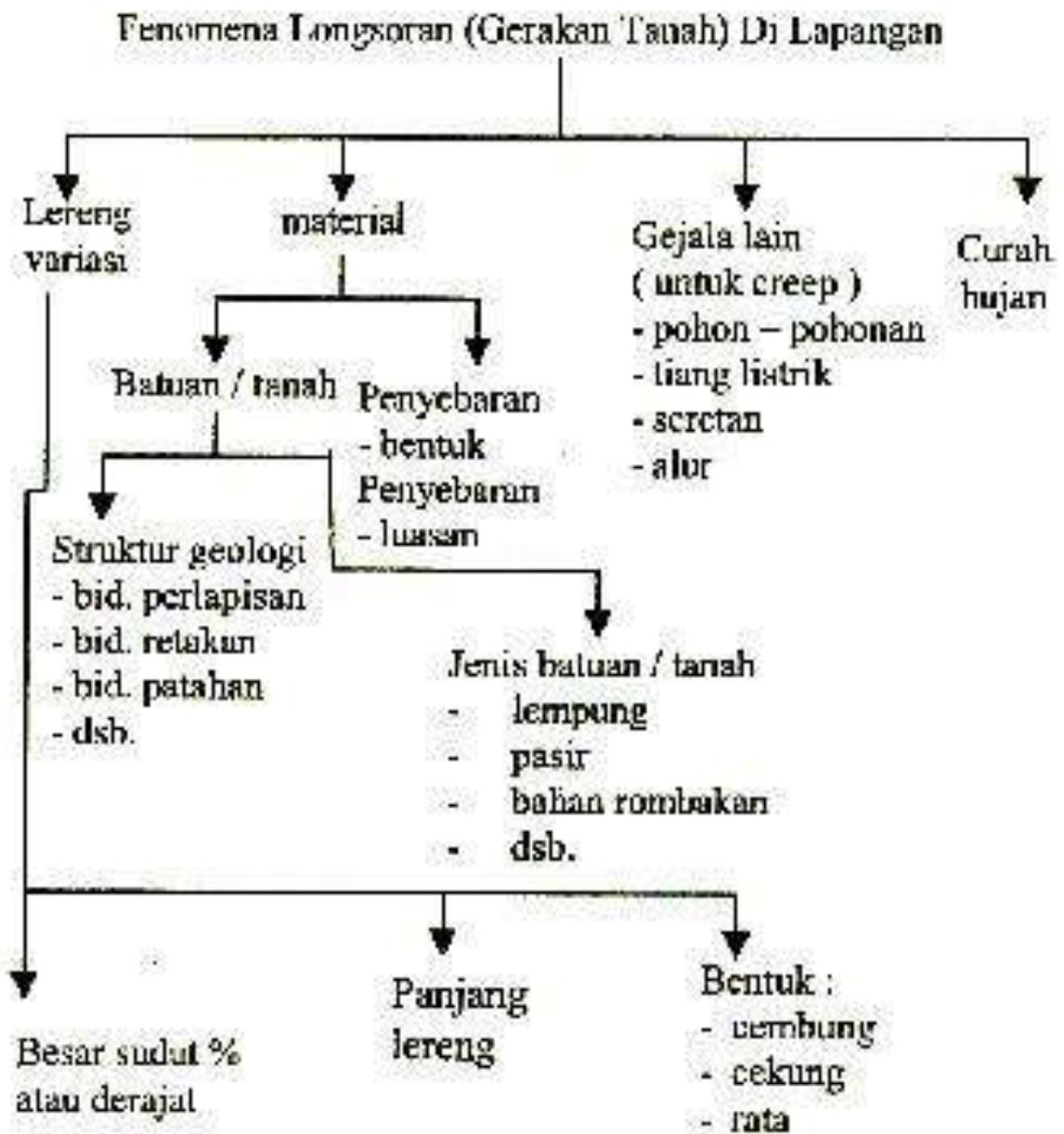


**Gambar 2.20.** Pemompaan Air Tanah Berlebihan Menyebabkan Penurunan

Dengan demikian penyebab terjadinya gerakan tanah adalah :

1. Kemiringan lereng
2. Jenis batuan / tanah
3. Struktur geologi
4. Curah hujan
5. Penggunaan tanah dan pembebanan massa
6. Getaran : Gempa bumi dan lalu lintas

### 2.6. Penanggulangan Longsoran (Gerakan Tanah)

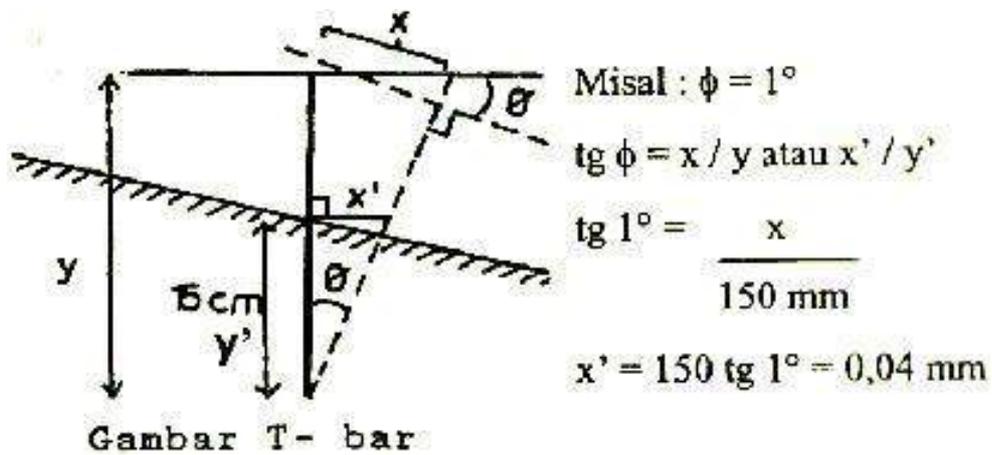


## 2.7. Peralatan untuk Pengamatan Gerakan Tanah

### 2.7.1. T - Bar

- Alat sederhana berbentuk huruf T
- Pemantauan terus - menerus  
Misalnya : setiap minggu selama 1 tahun

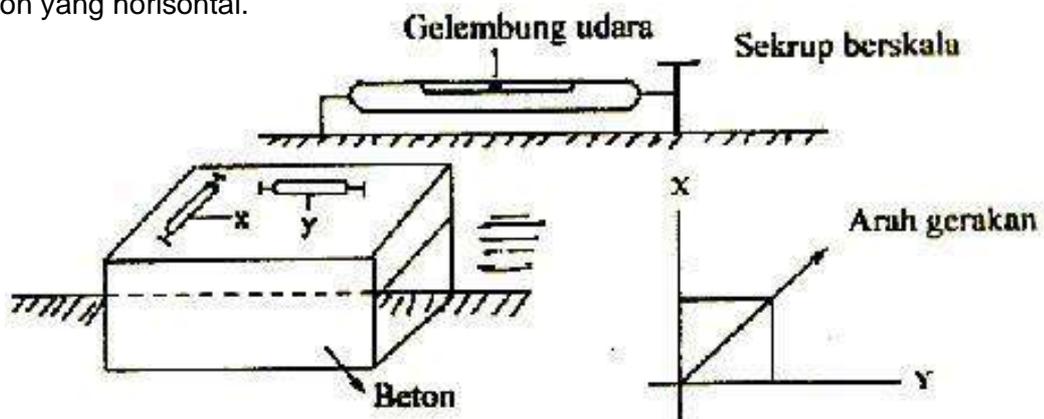
Digunakan di daerah bervegetasi, untuk gerakan tanah yang sangat lambat. *T-Bar* dipasang di beberapa tempat, lalu hasilnya dibuat dalam bentuk grafik. Diukur pula curah hujan, kemiringan lereng, dan jenis tanah lalu dicari hubungannya, misalnya antara musim (curah hujan) dengan gerakan tanah.



Gambar 2.21. T-Bar

### 2.7.2. Bubble Tiltmeter

Untuk mengetahui arah gerakan saja. Pengukuran secara periodik. Alat ini dilengkapi dengan skrup mikro pada *bubble levelnya*. Pemasangan pada landasan beton yang horisontal.

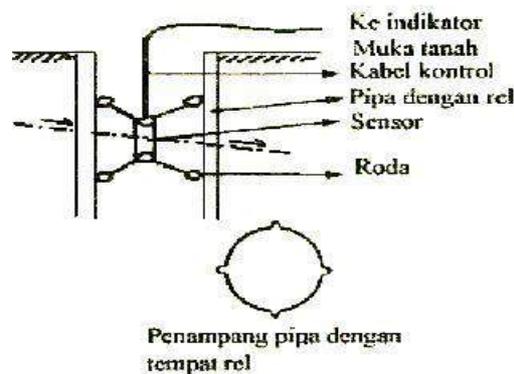


Gambar 2.22. Bubble Tiltmeter

### 2.7.3. Inklinometer

Untuk mengetahui tekanan dari samping sehingga vektor horisontal dari gerakan diketahui dan menentukan tempat lokasi gerakan.

- Pipa / harus vertikal
- Rel untuk jalannya pipa sensor
- Roda dapat mengembang dan menyusut
- Perubahan mengembang dan menyusutnya roda tercatat dalam indikator
- Pencatatan dapat manual dari *display* pada indikator, dengan pipa perekam atau dengan printer misal: 50368 *digital eep* tipe *eia rs -232c, sinco*.

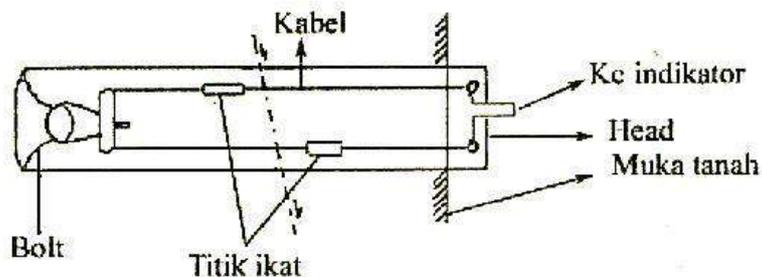


Gambar 2.23. Inklinometer

### 2.7.4. Ekstensometer

Untuk mengetahui adanya tekanan dari atas sehingga vektor vertikal dari gerakan dapat diketahui.

- Pipa harus horisontal
- Dipasang kabel pada ujung di luar diikat pada head kalau terjadi gerakan, maka kabel pada head akan tertarik dan ini diteruskan ke indikator
- Kabel yang tertarik diukur dengan panjang kabel mula - mula atau dihubungkan ke recorder.



Gambar 2.24. Ekstensometer

Alat tambahan:

*Pisometer* : Sumur bor untuk pengamatan fluktuasi muka air tanah dan tekanan airnya.

## 2.8. Penanggulangan Gerakan Tanah

Dilakukan dengan tiga cara :

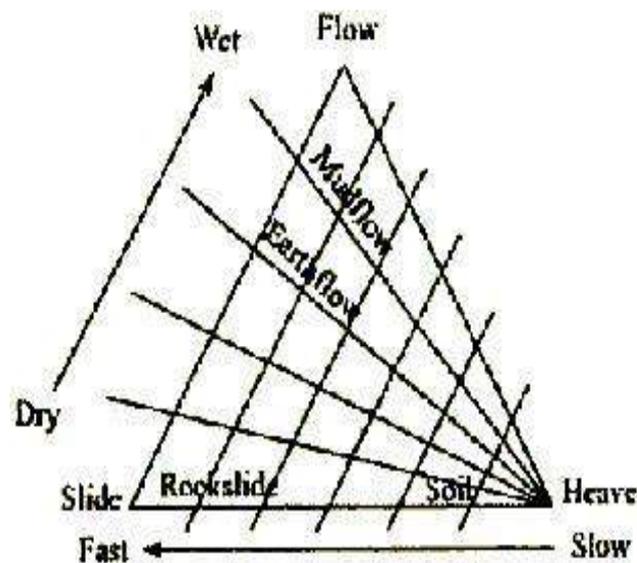
- a. Cara vegetatif
- b. Cara mekanis (teknis)
- c. Cara gabungan teknis dan vegetatif

### 2.8.1. Cara Vegetatif

Apabila faktor penyebab gerakan tanah adalah faktor kandungan air dalam tanah akibat curah hujan.

Macam gerakan tanah :

- a. *Mudflow*
- b. *Earthflow*



Gambar 2.25. Cara Vegetatif

Fungsi vegetasi :

- a. Mengurangi energi butir hujan
- b. Mengurangi energi aliran permukaan
- c. Mengurangi jumlah air hujan yang sampai ke permukaan tanah (*intersepsi*)
- d. Akar tumbuh - tumbuhan dapat memperkuat tanah

Harus dipilih vegetasi yang cocok/sesuai, karena beberapa vegetasi justru memperbesar *infiltrasi* (sawah). Vegetasi yang besar dapat memperbesar pembebanan.

### 2.8.2. Cara Mekanis (Teknis)

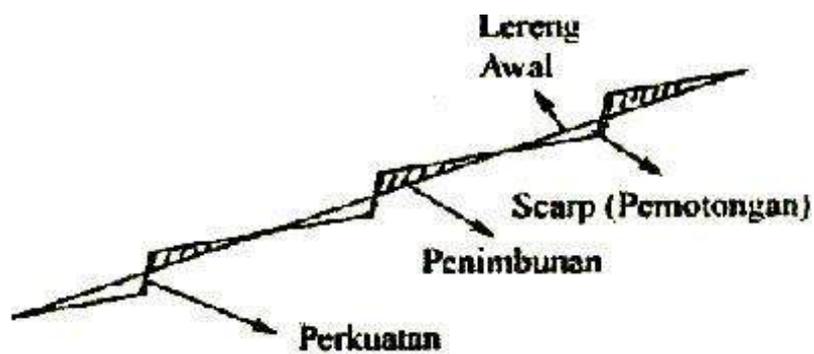
Ada dua prinsip : Pengurangan tekanan dan Memperbesar kekuatan.

- a. Pengurangan tekanan, dilakukan dengan cara :
  - Melandaikan lereng, *terasering*

- Mengalirkan air permukaan (*drain surface*)
  - Mengalirkan air bawah permukaan (*drain sub surface*)
  - Mengurangi beban
- b. Memperbesar kekuatan, dilakukan dengan cara :
- Menggunakan "*buttress*" atau "*counterweight*"
  - Pemasangan *anchor* dan *bolt*
  - Injeksi semen ("*grouting*")
  - dsb.

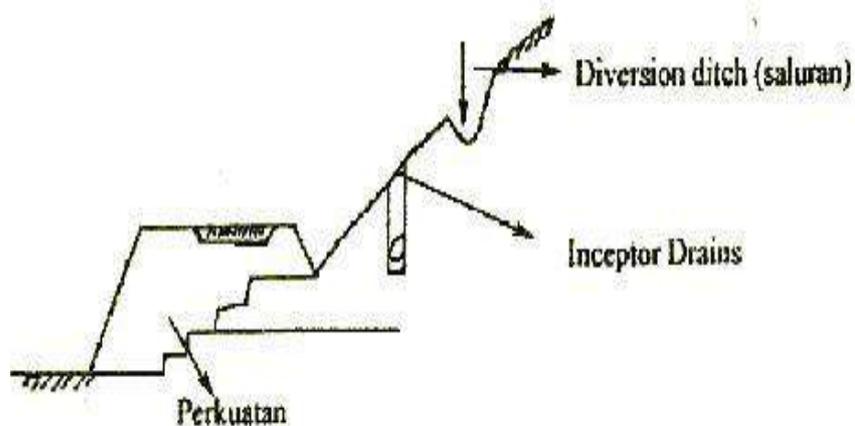
### 2.8.3. Pengurangan Tekanan

- a. Pelandaian lereng, *terasering*



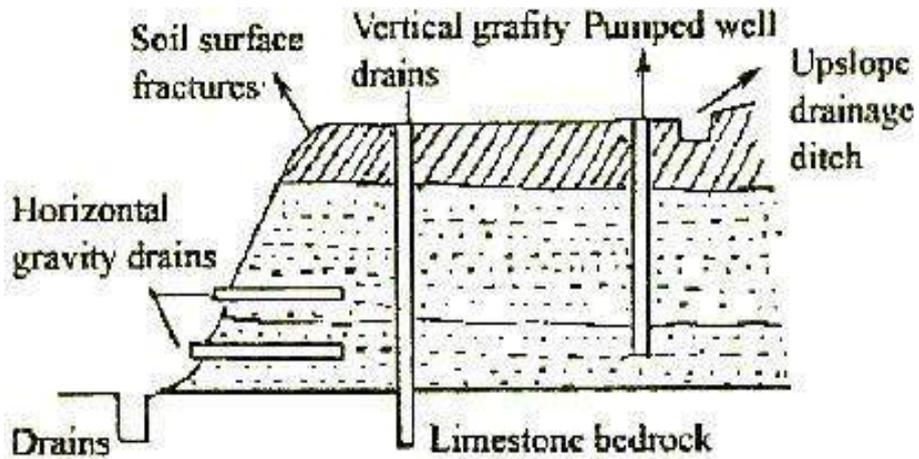
Gambar 2.26. Pelandaian Lereng, *Terasering*

- b. *Drain surface*



Gambar 2.27. *Drain Surface*

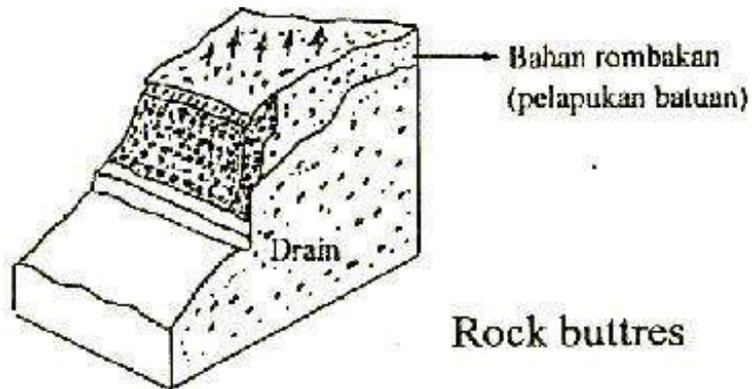
c. Drain Sub Surface



Gambar 2.28. Drain Sub Surface

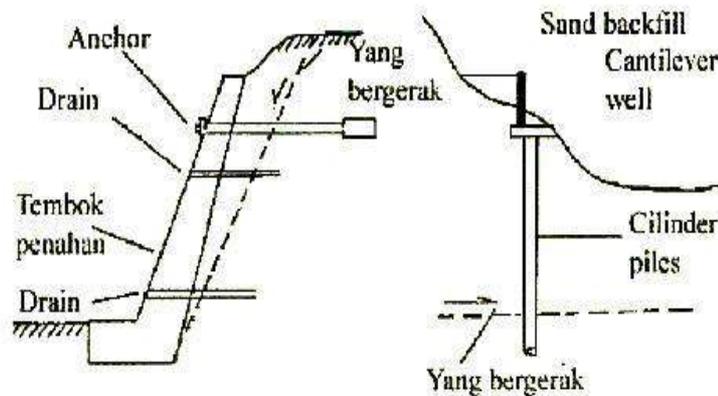
2.8.4. Memperbesar Kekuatan

- a. Pembuatan dinding penahan



Gambar 2.29. Pembuatan Dinding Penahan

- b. Anchor



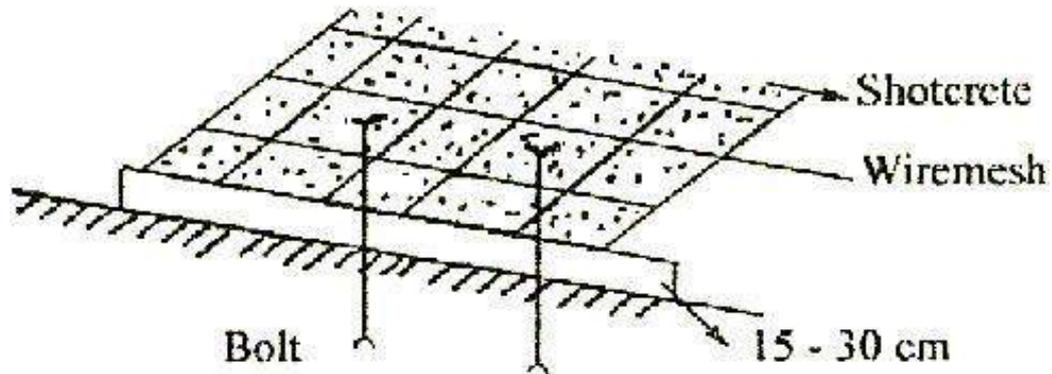
Gambar 2.30. Anchor

Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)

c. *Grouting* : yaitu penyemenan permukaan (*shotcrete*).

Misalnya *wiremesh shotcrete*.

*Grouting* dibuat di daerah yang banyak rekahan (*retakan*)



Gambar 2.31. *Grouting*

## 2.9. Erosi

Erosi adalah proses terlepas dan terangkutnya material bumi oleh tenaga geomorfologis yaitu air yang mengalir, gelombang – arus - tsunami, *gletsyer* dan angin. Erosi oleh tenaga air yang mengalir disebut *erosi* (dalam arti sempit); oleh tenaga gelombang arus tsunami disebut *abrasi*; oleh *gletsyer* di sebut *glasiasi*; dan oleh angin disebut *ablasi*. Erosi merupakan istilah yang digunakan untuk menyebutkan setiap pelepasan dan pemindahan butir - butir batuan secara alami dari satu tempat ke tempat lain oleh tenaga pengangkut di atas permukaan bumi. Oleh karena itu tenaga pengangkut pada suatu ketika memperlambat gerakannya atau berhenti sama sekali, sehingga proses pengangkutan terhadap butir - butir batuan tidak lagi terjadi yang kemudian diendapkan. Untuk dapat terjadinya pemindahan, terlebih dahulu batuan harus mengalami pelapukan.

Pelapukan, erosi, dan sedimentasi merupakan rangkaian yang tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya. Ada lima pelaku utama untuk terjadinya proses erosi, yaitu:

- a. Air mengalir
- b. Gelombang dan arus laut
- c. Air tanah
- d. *Gletsyer*, merupakan massa es yang bergerak secara perlahan - lahan di daerah yang beriklim dingin (dekat kutub atau daerah-daerah dengan puncak - puncak yang tinggi di daerah tropik)
- e. Angin

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

Proses - proses yang dipengaruhi dominan oleh tenaga *geomorfologis* tertentu disebut :

- a. Proses *fluvial*, bila tenaga yang dominan adalah air yang mengalir.
- b. Proses *marine*, bila tenaga yang dominan adalah gelombang, arus, atau *tsunami*.
- c. Proses *glasial*, bila tenaga yang dominan adalah *gletsyer*; dan.
- d. Proses *aeolis*, bila tenaga yang dominan adalah angin.

Erosi oleh air akan mengakibatkan terlepas dan terangkatnya material bumi oleh tenaga air. Hujan yang jatuh dapat langsung ke permukaan bumi, tetapi sebagian akan terhalang oleh *mahkota* pepohonan sebelum jatuh ke permukaan bumi. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi akan mengalami rangkaian proses yang akan berpengaruh pada bentuk erosi, yaitu tetes hujan yang langsung jatuh ke permukaan bumi akan mengakibatkan terlepas/terbongkarnya material bumi dan ini yang disebut erosi percik hujan (*splash erosion*); air hujan yang langsung jatuh ke permukaan bumi akan meresap ke dalam tanah dan sebagian lagi akan langsung mengalir sebagai *limpasan*.

Air *limpasan* yang tipis mengalir hampir di seluruh permukaan terbuka dan ini disebut erosi lembar (*sheet erosion*); air limpasan akan terkonsentrasi membentuk aliran *linier* hingga dapat menghasilkan bentuk erosi alur (*rill erosion*), dan erosi parit (*gully erosion*). Air hujan yang terhalang oleh dedaunan *mahkota* pohon sebagian akan berbentuk tetesan air dari daun yang merupakan tenaga erosi tetes (*drip*) yang lebih besar dari tetes hujan langsung; melalui daun, ranting, dan cabang pohon air hujan tersebut akan mengalir melalui batang pohon (*stemflow*) dan ini juga sebagai tenaga erosi yang tidak dapat diabaikan. Oleh karena itulah, banyak dijumpai erosi alur dan erosi parit yang berasal dari aliran air dari berbagai batang pohon tersebut. Disamping itu ada satu proses yang tidak saja dipengaruhi oleh erosi dan gerakan massa batuan yang disebut sebagai proses *denudasional*.

Setiap proses erosi merupakan gabungan dari beberapa sub proses, yaitu dimulai dengan pengambilan hasil pelapukan yang terangkut juga sebagai alat pengikis. Butir - butiran batuan secara bersama - sama dalam pengangkutan, saling bersinggungan, dan saling bergesekan satu sama lain. Cara pengangkutan terhadap bahan terjadi berbeda - beda : ada yang terapung di permukaan, digulingkan, digeser, dan sebagainya. Untuk itu, dalam memperjelas bagaimana hubungan dari antar proses disajikan dalam **Tabel 2.2** berikut. Penjelasan terhadap isitilah - istilah yang ada dalam **Tabel 2.2.** dapat jelaskan sebagai berikut :

Tabel 2.2. Hubungan Pelaku Erosi dan Proses Erosi

Pelaku erosi	Proses pengambilan bahan-bahan lepas	Proses pengikisan oleh bahan yang diangkut	Proses saling mengikis antara bahan yang diangkut	Cara pengangkutan
Air mengalir	<i>Hydrolic action atau fluviraption</i>	<i>Corrasion atau abrasi dan corrosion</i>	<i>Attrition</i>	<i>Flotation, Solution Suspension, Saltation, Traction</i>
Gelombang dan arus laut / danau	<i>Hydrolic action</i>	<i>Corrasion atau abrasi dan corrosion</i>	<i>Attrition</i>	<i>Flotation, Soluti on Suspension Saltation, Traction</i>
Air tanah	-	<i>Corrosion</i>	--	<i>Solution</i>
Angin	<i>Deflation</i>	<i>Corrasion dan abrasi</i>	<i>Attrition</i>	<i>Suspension Saltation, Traction</i>
<i>Gletser</i>	<i>Souring Plucking</i>	<i>Corrasion/ abrasi dan gouging</i>	<i>Attrition</i>	<i>Suspension Traction</i>

Sumber: Adiwikarta & Akub, 1977

*Hydraulic action* atau *fluviraption* adalah pengambilan bahan lepas oleh air mengalir, oleh gelombang, dan arus laut. Kalau pengambilan itu dilakukan oleh angin dinamakan *deflation (deflasi)*, sedangkan kalau dilakukan oleh *gletser* dinamakan *scouring*. Dengan sendirinya air tanah tidak mengambil bahan lepas.

*Plucking* adalah lepasnya batuan oleh *gletser* akibat dari pembekuan pada celah - celah batuan yang dilampaui *gletser*, sedangkan *sapping* sama dengan *plucking*, tetapi ditujukan kepada dasar lembah.

*Corrasion* (korasi) atau *abrasion (abrasi)* adalah lepasnya butiran - butiran batuan dari batuan induknya disebabkan oleh tumbukan atau gesekan batuan lain yang sedang dalam pengangkutan.

*Corrosion* (korosi) adalah lepasnya butiran - butiran batuan oleh proses pelarutan. Mudah di bawa angin tidak dapat melarutkan.

*Gouging* adalah pembuatan cekungan pada permukaan batuan oleh pengerjaan *gletser*.

*Attrition* (atrasi) adalah peristiwa saling bergesekan dan saling bertumbukan antara butiran - butiran batuan yang bersama - sama dalam pengangkutan, sehingga butiran - butiran itu makin lama makin kecil.

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

*Flotation* adalah cara pengangkutan di atas permukaan tenaga pengangkutnya (terapung). Dari kelima pelaku erosi hanya air mengalir (sungai) dan air laut / danau lah yang dapat mengangkut dengan cara ini.

*Solution* (larutan) berarti benda yang diangkut itu merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari tenaga / zat pengangkut. Cara ini berlaku untuk butiran - butiran yang halus ringan, seperti *abu* di dalam udara, atau *lanau* dalam air. Cara ini disebabkan oleh *turbulensi* dari tenaga pengangkut.

*Saltation* berarti cara pengangkutan yang menyebabkan bahan yang pengangkut itu melompat - lompat pada dasar tempat tenaga pengangkut bergerak.

*Traction* adalah cara pengangkutan dengan jalan digulingkan / digelundungkan atau digeser - geser pada dasar tempat tenaga pengangkut bergerak.

Kecepatan erosi di suatu daerah dapat berlain - lainan, tergantung kepada iklim, *relief*, vegetasi penutup, jenis, dan sifat batuan / tanah, aliran permukaan dan tindakan manusia. Biasanya orang yang mengukur tebal lapisan yang hilang (erosi) dalam suatu satuan waktu dan berat batuan yang hilang persatuan luas persatuan waktu. Berikut ini disajikan bagaimana kaitannya jenis tumbuhan, aliran permukaan, dan jumlah erosi seperti dalam **Tabel 2.3**. Erosi yang berjalan dengan cepat menimbulkan berbagai masalah dan kerugian, antara lain berupa tertimbunnya lahan pertanian dan banjir sebagai akibat dari saluran - saluran sungai terisi oleh *sedimentasi*, hilangnya lapisan tanah yang subur pada bagian atas. Dilain pihak, di muara - muara sungai terbentuk *delta - delta* yang menambah luasnya daratan.

**Tabel 2.3.** Jenis Tanah, Jenis Tumbuhan, Aliran Permukaan, dan Besar Erosi

No.	Jenis tanah	Jenis tumbuhan	Aliran permukaan (%) terhadap CH)	Erosi (ton/ha/th)
1.	<i>Podsolik</i> merah kuning (lereng 15%)	Alang - alang	3,3	0,7
		Alang - alang + semak	0,5	0,7
		<i>Albazia</i> + semak campuran	5,8	0,7
		<i>Albazia</i> tanpa semak (umur 3 th)	71,4	79,8
2.	<i>Latosol</i> (lereng 35%)	Rumput utuh	4,4	0,2
		Rumput diinjak - injak	17,2	1,0
		<i>Fiscus allastica</i>	21,2	43,1
		<i>Fiscus allastica</i> + semak-semak	2,0	0
3.	<i>Regosol</i> (lereng 30%, 19%, 30%, dan 21%)	Alang - alang, jagung, kacang tanah	11,9	345,0
		Alag - alang + gelagah	5,0	3,5
		Semak lantana	2,1	5,1
		Alang - alang dibakar 1 x	5,0	7,3

Sumber: Arsyad (1989)

Dengan terbentuknya bahan galian sekunder, akibat yang merugikan lebih banyak dibandingkan dengan dan keuntungan yang ditimbulkan erosi. Kerugian yang ditimbulkan berdampak langsung sedangkan keuntungannya baru dapat dirasakan manfaatnya setelah beberapa generasi. Oleh karena itu usaha pencegahan terhadap erosi selalu dilakukan dimana - mana, terutama pada daerah - daerah yang mempunyai potensi untuk terjadi erosi. Erosi dikenal bermacam - macam seperti :

1. Erosi lembar (*Sheet erosion*) erosi permukaan adalah perendahan lapisan tanah teratas yang tipis dan merata.
2. Erosi parit (*Gully erosion*) erosi yang menyebabkan terbentuknya parit - parit, sehingga lebih hebat dari erosi lembar.
3. Erosi mudik (*Headward erosion*) yaitu erosi yang menyebabkan suatu lembah sungai diperpanjang ke arah hulu.
4. Erosi vertikal (*Vertical erosion*) adalah erosi yang mengarah ke bawah (tegak), menyebabkan lembah bertambah dalam.
5. Erosi lateral (*Lateral erosion*) adalah erosi yang sifatnya mendatar menyebabkan suatu lembah bertambah lebar atau suatu sungai bergeser ke arah samping.



Sheet erosion – the most common and less damaging erosion



Rill erosion – this type of erosion can be classified as moderate type of erosion and range between sheet and gully. The soil erodes downward and may extend into the subsoil and leading to gully in a short time



Gully erosion – is the most erosive process compared to sheet and rill. Gully mostly causes a great amount of soil loss and then contributes to shape the earth surface

**Gambar 2.32.** Macam - Macam Erosi Permukaan  
Sumber: <https://www.sciencedirect.com>

**Evaluasi**

1. Apa yang dimaksud dengan tenaga dan proses geomorfologi, mana yang bersifat *konstruktif* dan *destruktif* ? Jelaskan !
2. Faktor - faktor apa yang mempengaruhi proses pelapukan batuan di permukaan bumi ? Jelaskan mengapa mengapa faktor - faktor tersebut itu berpengaruh ! Dan faktor apa yang paling berpengaruh? jelaskan jawaban saudara.
3. *Indonesia* sebagai daerah *tropis* basah, proses *geomorfik* apa yang dominan terjadi? Jelaskan jawaban anda mengapa demikian?
4. Jelaskan bilamana terjadi erosi *vertikal*, *lateral*, mundur, lembar, dan erosi parit. Bentuklah apa yang dihasilkan oleh masing - masing erosi tersebut, jelaskan pula secara singkat !
5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan tanah nedat (*slumping*), longsornya bahan rombakan (*debris slide*), jatuhnya bahan rombakan (*debris fall*), longsornya massa batuan berbongkah (*rock slide*), jatuhnya massa batuan berbongkah (*rock fall?*). Bila perlu jelaskan dengan gambar!

**Daftar Pustaka**

- Alan H Strahler & Arthur N Strahler, 1992, *Modern Physical Geography*, New York-Chechester-Birsbane- Toronto-Singapore: John Wiley & Sons. Inc.
- Allan Ludman & Nicholas K Coch, 1982, *Physical Geology*, New York: McGraw-Hill.Inc.
- Arsyad. Sitanal, (1989). *Konservasi Tanah dan Air*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Huggett, Richard J. (2011). *Fundamentals of Geomorphology*, New York: Routledge.
- Lobeck, AK. (1939), *Geomorphology, An Introduction to the study of Lanscape*, New York and London: Mc Graw- Hill Book Company. Inc.
- Sudarja Adiwikarta dan Akub Tisnasomantri, (1977), *Geomorfologi Jilid I*, Bandung: Jurusan Pend. Geografi IKIP Bandung.
- Suprpto Dibyosaputro, Drs. M.Sc., (1997), *Geomorfologi Dasar*, Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Nagle dan Spencer, 1997, *Edvanced Geography*, New York: Oxford University Press.

## BAB III BENTANG LAHAN

### 3.1. *Pengertian Bentanglahan*

Istilah bentanglahan berasal dari kata *landscape* (Inggris) atau *landscap* (Belanda) atau *landschaft* (Jerman), yang secara umum berarti pemandangan. Arti pemandangan mengandung dua aspek, yaitu aspek *visual* dan aspek *estetika* pada suatu lingkungan tertentu (Zonneveld, 1979 dalam Tim Fakultas Geografi UGM, 1996). Ada beberapa penulis yang memberikan pengertian tentang bentanglahan seperti berikut ini:

#### 3.1.1. Bentanglahan

Merupakan suatu gabungan bentuklahan (*landform*). Bentuklahan merupakan kenampakan tunggal, seperti sebuah bukit atau sebuah lembah sungai. Kombinasi dari kenampakan - kenampakan tersebut membentuk suatu bentanglahan seperti suatu daerah perbukitan yang bervariasi bentuk dan ukurannya dengan aliran air sungai disela - selanya (Tuttle, 1975 dalam Tim Fakultas Geografi UGM, 1996).

#### 3.1.2. Bentanglahan

alah sebagian ruang permukaan bumi yang terdiri atas sistem - sistem, yang dibentuk oleh interaksi dan interdependensi antara bentuklahan, batuan, bahan pelapukan batuan, tanah, air, udara, tumbuhan, hewan, laut tepi - pantai, energi, manusia yang secara keseluruhan membentuk satu kesatuan (Surastopo Hadisumarno, 1982 dalam Tim Fakultas Geografi UGM, 1996).

#### 3.1.3. Lanskap

Merupakan permukaan bumi dengan seluruh fenomenanya, yang mencakup : bentuklahan, tanah, vegetasi, dan atribut - atribut yang dipengaruhi oleh manusia (Vink, 1983 dalam Tim Fakultas Geografi UGM, 1996). Bentanglahan ini berhubungan dengan bentuk menyeluruh dari suatu daerah, desa, atau kota, serta mencakup kenampakan alami dan kenampakan binaan, sehingga muncul istilah bentanglahan alami dan bentanglahan budaya.

### 3.2. *Anasir dan Faktor Bentanglahan*

Berdasarkan pengertian bentanglahan seperti di atas, maka dapat diketahui, bahwa ada delapan anasir bentanglahan. Kedelapan anasir bentanglahan itu adalah udara, tanah, air, batuan, bentuklahan, flora, fauna, dan manusia. Berdasarkan kedelapan anasir bentanglahan tersebut dapat diketahui, bahwa faktor - faktor penentu terbentuknya bentanglahan terdiri atas:

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

1. Faktor geomorfik (G)
2. Faktor litologik (L)
3. Faktor edafik (E)
4. Faktor klimatik (K)
5. Faktor hidrologik (H)
6. Faktor oseanik (O)
7. Faktor biotik (B), dan
8. Faktor antropogenik (A)

dengan demikian, berdasarkan faktor - faktor pembentuknya, bentanglahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Ls = f (G, L, E, K, H, O, B, A) \dots\dots\dots(1)$$

### **3.3. Pendekatan Survei Geomorfologi**

Ada tiga pendekatan dalam survei geomorfologi, yaitu pendekatan analitis, sintetis, dan pendekatan pragmatis.

#### **3.3.1. Pendekatan Analitis**

Pendekatan analitis menyajikan satuan - satuan pemetaan dan informasi geomorfologis yang meliputi aspek - aspek utama yaitu : *morfometri, morfografi, morfogenesis (morfo struktur dan morfodinamik), morfokronologi, dan material* di tempat bentuklahan terbentuk. Di dalam pemetaan geomorfologi perhatian terhadap agihan keruangan dan temporal adalah sangat penting, terutama dalam kaitannya dengan aspek proses yang bersifat statis maupun dinamis. Sebelum membahas tentang bentuklahan dan klasifikasinya maka terlebih dahulu akan diuraikan secara garis besar “survei geomorfologi”.

Telah kita ketahui bahwa : *Geomorfologi adalah ilmu yang mendiskripsi secara genetik bentuk lahan dan proses - proses yang mengakibatkan terbentuknya bentuk lahan tersebut serta mencari hubungan antara bentuk lahan dengan proses - proses dalam susunan keruangan.* Dengan demikian maka survei geomorfologi mencakup tindakan analisis, klasifikasi, dan pemetaan bentuklahan terhadap *morfologi, genesis, kronologi dan litologi.* Secara skematis dapat digambarkan sebagai berikut (Diagram 3.1.)

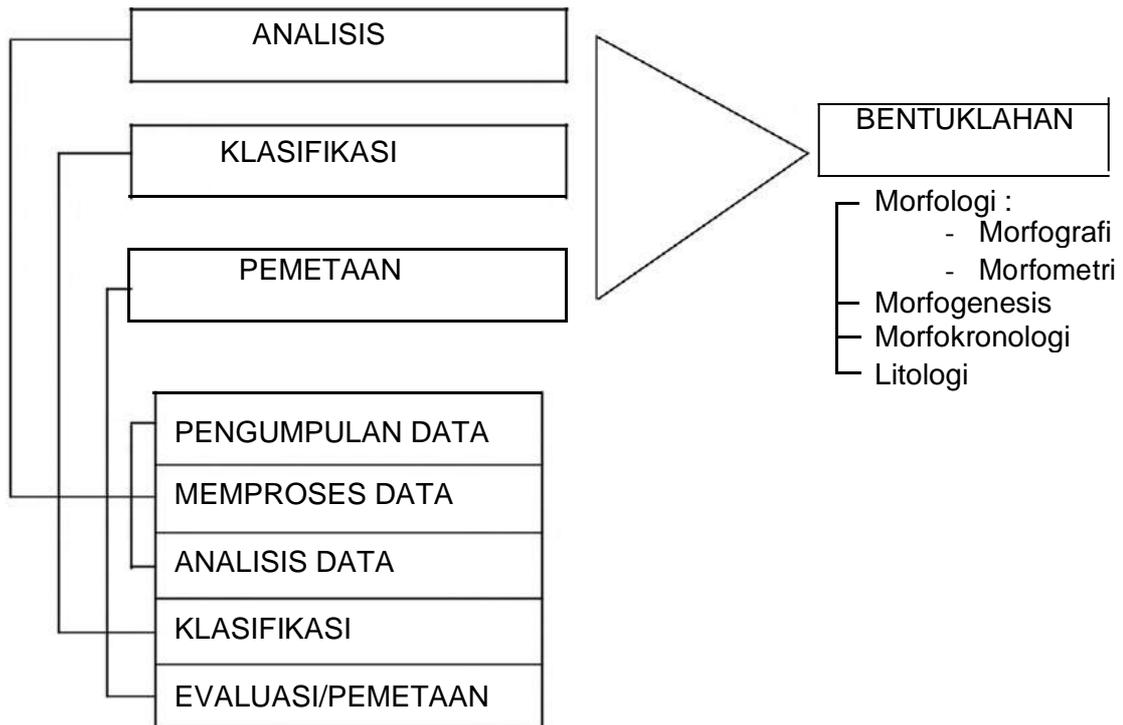


Diagram 3.1. Tahapan Survei Geomorfologi

Diagram 3.1. tersebut dapat dijelaskan bahwa survei geomorfologi meliputi 5 tahapan yang masing - masing mempunyai tindakan tertentu yang harus dilakukan, seperti diuraikan sebagai berikut :

### **Tahap 1. Pengumpulan Data**

Di dalam pengumpulan data geomorfologis harus diperhatikan hal - hal sebagai berikut:

- a. Ingat : tujuan dan hampiran *survei*
- b. Buat : diagram alir yang sesuai dengan
  - Kerangka teoritikal
  - Kerangka pemikiran
- c. Pilihlah data yang tepat dalam
  - Kategori faktor / unsur
  - Kategori *variabel*
- d. Pikirkan
  - Bagaimana data diperoleh
  - Bagaimana data dapat diukur
- e. Catatan : Analisis laboratorium termasuk dalam tahap ini.

### **Tahap 2. Pemrosesan Data**

Di dalam pemrosesan data yang telah dikumpulkan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. Menyusun tabel data
- b. Tabel analisis
- c. Kerja laboratorium
- d. Pengelompokan dan pengorganisasian data
- e. Komputerisasi data

### **Tahap 3. Analisis Data**

Di dalam analisis data kita harus memperhatikan hal - hal sebagai berikut :

- a. Ingat akan macam, banyak, penyebaran, dan validitas data
- b. Analisis dapat dilakukan secara :
  - 1) Tabulasi
  - 2) Kualitatif
  - 3) Kuantitatif/numerik
  - 4) Statistik
  - 5) Komputerisasi
- c. Pilihlah teknik analisis yang sesuai dengan data yang tersedia.

### **Tahap 4. Klasifikasi Data**

Klasifikasi adalah tindakan menggolong - golongkan atau mengelompokkan sesuatu atas dasar kriteria/kategori tertentu. Klasifikasi bentuklahan dimaksudkan untuk mengelompokkan bentang lahan yang kompleks menjadi bentuk lahan - bentuk lahan yang sederhana berdasarkan kesamaan karakteristik sifat dan perwatakan, sehingga akan mempermudah dalam penelitian geomorfologis. Dengan pendekatan analitis tersebut maka bentang lahan dapat diklasifikasikan menjadi 9 kelompok bentuklahan atas dasar genetisnya, yaitu bentuk lahan bentukan asal:

- a. Struktural
- b. Vulkanis
- c. Denudasional
- d. Proses *fluvial*
- e. Proses *marine*
- f. Proses angin
- g. Proses pelarutan
- h. Proses *glasial*
- i. Aktivitas organisme

### 3.3.2. Pendekatan Sintetis

Pendekatan sintetis atau pendekatan holistik, merupakan suatu survei multidisiplin yang menyajikan informasi terrain dalam konteks lingkungan dan hubungannya dengan ekologi bentanglahan. Pendekatan sintetis ini melibatkan parameter - parameter lingkungan seperti: geologi, tanah, hidrologi, sedimen, air permukaan, airtanah, vegetasi alami, dan budidaya, serta iklim.

Dengan pendekatan sintetis ini maka dapat diperoleh 4 tingkat klasifikasi terrain atas dasar hirarkinya, yaitu :

- a. Komponen *terrain*
- b. Unit *terrain*
- c. Sistem *terrain*, dan
- d. Provinsi *terrain*

### 3.3.3. Pendekatan pragmatis

Pendekatan pragmatis yaitu merupakan gabungan dari pendekatan analitis dan pendekatan sintetis. Pendekatan pragmatis dapat menggunakan hasil dari survei dan pemetaan yang menggunakan pendekatan sintetis dan analitis. Berbagai contoh pendekatan pragmatis untuk tujuan - tujuan tertentu, antara lain: pemetaan kemiringan lereng, survei keterlintasan, survei visibilitas atau penutup lahan, pemetaan morfo-konversi, pemetaan hidromorfologi, pemetaan bahaya banjir, kekeringan dan pemintakatan daerah bahaya alami lainnya. Atau dengan kalimat lain pendekatan pragmatis dimaksudkan pendekatan survei geomorfologi terapan dengan memanfaatkan hasil survei analitik (peta geomorfologi) dan/atau survei sintetis (peta medan dan lahan).

Apabila seseorang ingin membuat peta lereng suatu daerah cukup hanya menggunakan hasil survei analitis, yakni pada aspek morfologi. Hal ini kemiringan lereng tidak memerlukan data bantu lain kecuali morfologi/morfometri suatu daerah. Lain halnya apabila kita ingin mengadakan survei geomorfologi untuk pemetaan kerentanan banjir, maka beberapa data sintesis kita perlukan seperti material endapan (sedimen, kelembaban tanah, fluktuasi muka air tanah, kedalaman muka air tanah, vegetasi penutup (alami maupun budaya), iklim, topografi, dan lainnya. Oleh karena itu penelitian kerentanan banjir akan tepat kalau menggunakan hasil survei sintetis karena parameter yang diperlukan dapat terpenuhi pada peta hasil pendekatan sintetis (peta medan/lahan) tersebut.

Demikian pula halnya apabila mengadakan survei geomorfologi untuk evaluasi lahan (kemampuan dan kesesuaian lahan) akan tepat kalau menggunakan hasil survei sintetik karena parameter-parameter medan/lahan tercakup pada peta medan/lahan.



Tabel 3.1. Pendekatan Survei Geomorfologi (Verstappen, 1985)

### 3.3.4. Klasifikasi bentuklahan

Klasifikasi bentuklahan telah banyak dilakukan oleh para pakar geomorfologi, walaupun dasarnya berbeda - beda, namun mempunyai tujuan yang sama, yaitu untuk mempermudah dalam penelitian geomorfologis. Kemudahan tersebut didasarkan pengelompokan bentuklahan yang ada di permukaan bumi. Dengan adanya pengelompokan, maka pada kelompok yang sama harus mempunyai kesamaan sifat dan perwatakan yang sama, yaitu kesamaan struktur geologis / geomorfologis, proses geomorfologis, kesan topografi dan ekspresi topografi. Dasar pengelompokan bentuklahan yang telah dilakukan oleh berbagai pakar geomorfologi di sajikan pada Tabel 3.1. Dari berbagai dasar klasifikasi bentuklahan dapat disimpulkan bahwa paling sedikit harus mencakup 3 sifat dan perwatakan yang sama, yaitu :

- a. Struktur geologi/geomorfologi
- b. Proses, dan
- c. Kesan / ekspresi topografi.

Dari banyak klasifikasi tersebut, sebagai tujuan utama dari klasifikasi ini adalah menyederhanakan bentanglahan permukaan bumi yang kompleks menjadi unit - unit sederhana (bentuklahan) yang mempunyai kesamaan sifat dan perwatakannya. Adapun kesamaan sifat dan perwatakan tersebut adalah :

- a. Struktur geologis / geomorfologis, dari sifat ini dapat dimengerti tentang asal mula pembentukan bentuk lahan.
- b. Proses geomorfologis yakni sebagai informasi bagaimana bentuk lahan terbentuk.
- c. Kesan topografi, yakni konfigurasi permukaan bumi yang dapat menyatakan apakah daratan, perbukitan atau pegunungan.
- d. Ekspresi topografi, seperti halnya pertanyaan tentang kemiringan lereng, bentuk lereng, panjang lereng maupun hadap matahari.

Dengan memperhatikan keempat persamaan sifat dan perwatakan yang ada dalam bentuk lahan tersebut, maka dapatlah bentang lahan yang kompleks di permukaan bumi ini dikelompokkan ke dalam bentuk lahan - bentuk lahan yang lebih sederhana.

**Tabel 3. 2.** Dasar Pengelompokan Bentuk lahan

Peneliti/Penulis	Dasar Pengelompokan
Dana, 1863	Topografi yang mengarah untuk deskripsi <i>fisiologi</i>
W.M. Davis, 1884	Struktur dan tingkat erosi
J.W. Powel, 1895	Genesis, yang terdiri atas : - <i>volkanisme</i> - <i>diastrofisme</i> - <i>gradasi</i>
W.M. Davis, 1899 -1900	Genesis, yang terdiri atas : - struktur horisontal - struktur terganggu
D.W. Johnson, 1904	Genesis, yang terdiri atas : - <i>konstruksional</i> - <i>destruksional</i>
A.J. Herbertson, 1911	Penutup permukaan : - struktur - bentuk permukaan - genesis
A.K. Lobeck, 1939	Genesis : - <i>konstruksional</i> - <i>destruksional</i>
A.K. Lobeck, 1948	Struktur geomorfologi Proses geomorfologi
Dessaunets, 1977	Sistem pembentukan lahan Proses <i>topografi</i>
H.Th. Verstappen, 1985	Asal mula terbentuknya bentuklahan mengkaitkan antara struktur dan proses secara bersama. Pada setiap bentuklahan diusahakan dapat memberikan keterangan tentang : morfometri, morfografi, morfogenetik, dan morfokronologi.

### 3.3.5. Analisis dan Klasifikasi Bentuklahan

Kembali ke definisi bentanglahan dari Tuttle (1957 dalam Tim Fakultas Geografi UGM, 1996) di muka, bahwa *lanskap* merupakan kombinasi atau gabungan dari bentuk lahan. Untuk mengadakan analisis bentanglahan diperlukan suatu unit analisis yang lebih rinci. Dengan mengacu pada definisi bentang lahan tersebut, maka dapat dimengerti, bahwa unit analisis yang sesuai adalah unit bentuklahan. Oleh karena itu, untuk menganalisis dan mengklasifikasi bentanglahan selalu mendasarkan pada kerangka kerja bentuklahan.

Bentuklahan adalah bagian dari permukaan bumi yang memiliki bentuk topografis khas, akibat pengaruh kuat dari proses alam dan struktur geologis pada material batuan dalam ruang dan waktu kronologis tertentu. Dari pengertian ini, faktor - faktor penentu bentuklahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$B = f (T, P, S, M, K).....(2)$$

Notasi dalam rumus (2) tersebut adalah : B = bentuklahan, T = topografi, P = proses alam, S = struktur geologis, M = material batuan, dan K = ruang dan waktu kronologis. Oleh karena itu untuk menganalisis bentanglahan lebih sesuai dengan berdasarkan unit bentuklahan, maka klasifikasi bentanglahan juga akan lebih sesuai jika didasarkan pada unit - unit bentuklahan yang menyusunnya.

*Verstappen* (1983) telah mengklasifikasi bentuklahan berdasarkan genesisnya menjadi sepuluh klas utama. Kesepuluh klas bentuklahan utama itu adalah sebagai berikut ini : (1) Bentuklahan asal *struktural*, (2) Bentuklahan asal *vulkanik*, (3) Bentuklahan asal *denudasional*, (4) Bentuklahan asal *fluvial*, (5) Bentuklahan asal *marine*, (6) Bentuklahan asal *glasial*, (7) Bentuklahan asal *aeolian*, (8) Bentuklahan asal *solusional*, (9) Bentuklahan asal *organik*, dan (10) Bentuklahan asal *antropogenik*.

**Evaluasi**

1. Jelaskan bagaimana bisa bentanglahan di permukaan bumi itu beragam, mengapa demikian, serta bagaimana pengaruhnya terhadap kehidupan di muka bumi ?
2. Apa yang dimaksud dengan tujuan utama dari klasifikasi bentuklahan adalah menyederhanakan bentanglahan permukaan bumi yang *komplek* menjadi unit - unit jelaskan!
3. Gambar dan uraikan tahapan survei geomorfologi? Jelaskan jawaban saudara!
4. Ada beragam dasar pengelompokan bentuklahan menurut para ahli. Coba jelaskan kelebihan dan kekurangan yang menjadi dasar pengelompokan bentuklahan tersebut secara singkat !
5. Jelaskan faktor - faktor apa saja penentu analisis bentanglahan ? Bila perlu jelaskan dengan rumus matematikannya.

**Daftar Pustaka**

- Alan H Strahler & Arthur N Strahler, 1992, *Modern Physical Geography*, New York-Chechester-Birsbane-Toronto-Singapore: John Wiley & Sons. Inc.
- Allan Ludman & Nicholas K Coch, 1982, *Physical Geology*, New York: McGraw-Hill.Inc.  
Arsyad. Sitanal, (1989). *Konservasi Tanah dan Air*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Lobeck, AK. (1939), *Geomorphology, an Introduction to The Study of Lanscape*, New York and London: Mc Graw- Hill Book Company. Inc.
- Sudarja Adiwikarta dan Akub Tisnasomantri, (1977), *Geomorfologi Jilid I*, Bandung: Jurusan Pend. Geografi IKIP Bandung.
- Suprpto Dibyosaputro, Drs. M.Sc., (1997), *Geomorfologi Dasar*, Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.  
Nagle dan Spencer, 1997, *Edvanced Geography*, New York: Oxford University Press.
- Van Zuidam, R.A, dan F.I. van Zuidam Cancelado, 1979. *Terrain Analysis and Classification using Aerial Photographs*, International Institute for Aerial Survey and Earth Science (ITC) 350, Boulevard Al Enschede, The Netherlands.

## BAB IV BENTUK LAHAN DAN PROSES PEMBENTUKANNYA

Ilmu yang mempelajari tentang bentuk - bentuk muka bumi yang terjadi baik oleh kekuatan alam di bawah permukaan bumi (tektonik) maupun yang di permukaan bumi (angin, es, air, ombak, dan sebagainya) disebut GEOMORFOLOGI. Kenampakan di bumi dapat dibagi menjadi tiga:

1. Kenampakan Orde I, contoh : benua, samudra
2. Kenampakan Orde II, yang bersifat pembentukan bentang alam, misalnya: dataran, perbukitan, pegunungan, gunung
3. Kenampakan Orde III, yang bersifat merusak walaupun perusakan tersebut juga bersifat membangun (pembentukan bentang alam)

### 4.1. Kenampakan Orde I

Merupakan kenampakan muka bumi yang sangat luas dan terdiri dari benua dan samudra. Yang termasuk benua tidak terdiri dari pulau - pulau dan daratan saja tetapi juga paparan benua (*continental shelves*), seperti pada lempeng - lempeng bumi.

### 4.2. Kenampakan Orde II

Merupakan orde pembentukan bentang alam yang disebabkan oleh gaya/kekuatan di bawah permukaan bumi. Kekuatan tersebut disebut *epirogenesa*, (pembentukan pegunungan).

Contoh kenampakan orde II :

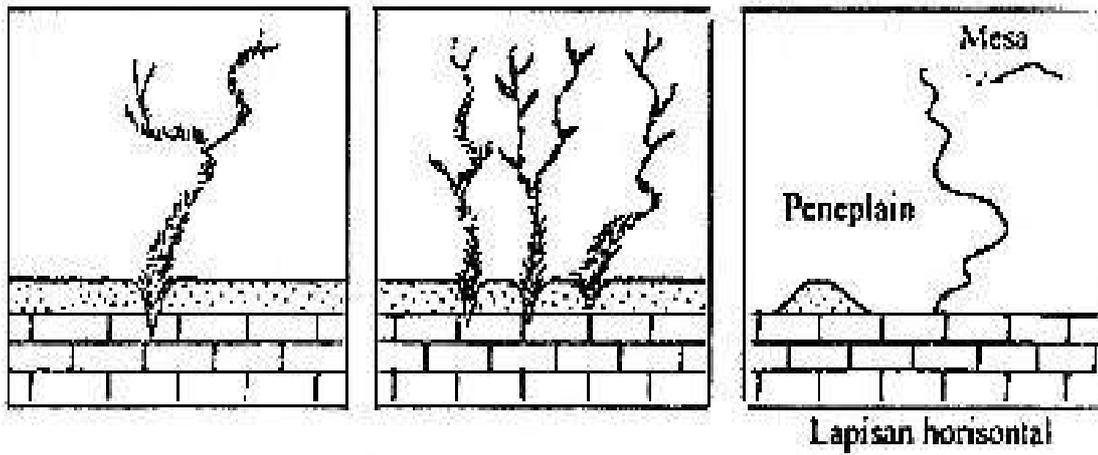
- a. *Plain* dan *Plateau*
- b. Pegunungan, dan
- c. Gunung api

#### 4.2.1. *Plain dan Plateau*

Adalah suatu daerah yang rata dan mempunyai struktur horisontal (perlapisannya horisontal).

*Plateau* : merupakan daerah yang berelief tinggi dengan lembah yang dalam

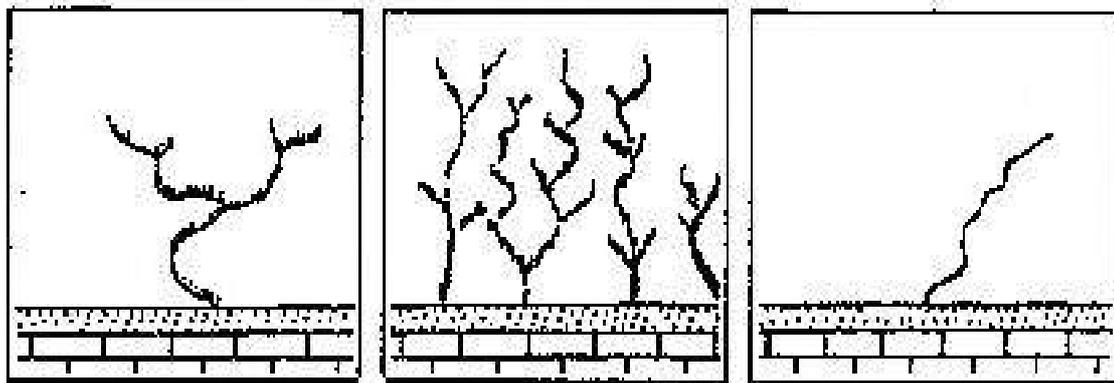
*Plain* : merupakan daerah yang berelief rendah dengan lembah yang dangkal



*plateau muda*  
*lembah curam*

*plateau dewasa*  
*lembah curam dan*  
*bercabang - cabang*

*plateau tua tedapat*  
*sisir - sisir bukit kecil*  
*(mesa)*



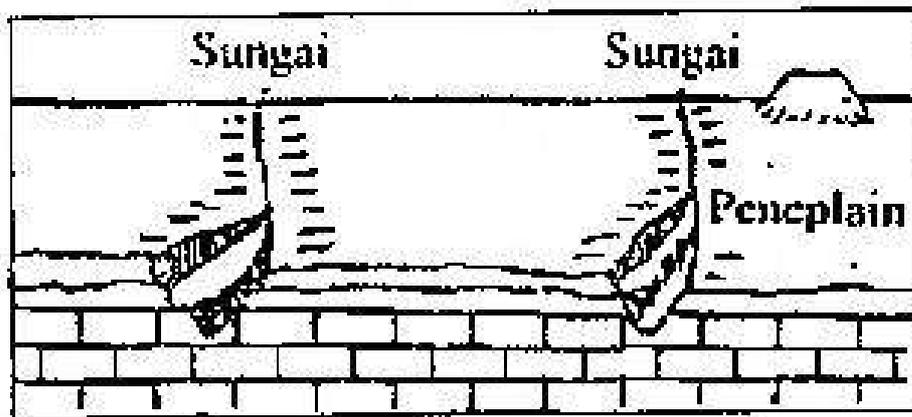
*plain muda*  
*lembah dangkal*

*plain dewasa*  
*sungai bercabang - cabang,*  
*lembah dangkal*

*plain tua*

**Gambar 4.1.** Dasar Pengelompokan Bentuk lahan

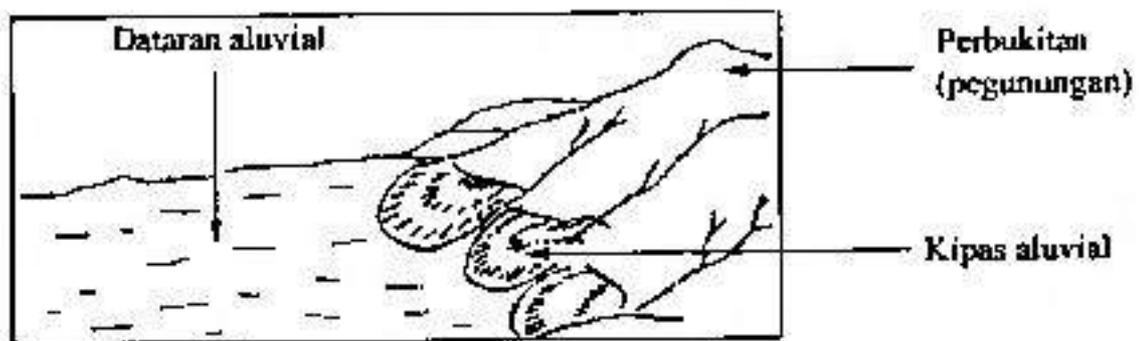
Pada *plateau* tua dapat terjadi *peremajaan* yang disebut "*REJUVANATED PLATEAU*"



Gambar 4.1. *Rejuvenated Plateau*, Lembah Sungaiya Curam kembali tetapi masih terdapat Sisa *Plateau*.

Beberapa contoh *plain* :

1. Dataran pantai, terletak di garis pantai karena garis pantai mundur.
2. "*Interior Plain* ", bekas dataran pantai tapi sekarang letaknya jauh dari pantai
3. Dataran danau (rawa) adalah bekas danau (rawa) yang sekarang tetap menjadi daratan.
4. Dataran *alluvial*, terbentuk di muka perbukitan (pegunungan), endapannya berupa *alluvial* (endapan sungai sekarang = *holosen*).
5. Dataran *delta*.
6. Dataran banjir.



Gambar 4.2. *Kipas Aluvial*, Bentuknya menyerupai Kipas terdiri dari *Alluvial* terletak di depan Mulut Bukit (Pegunungan) terbentuk oleh Sungai

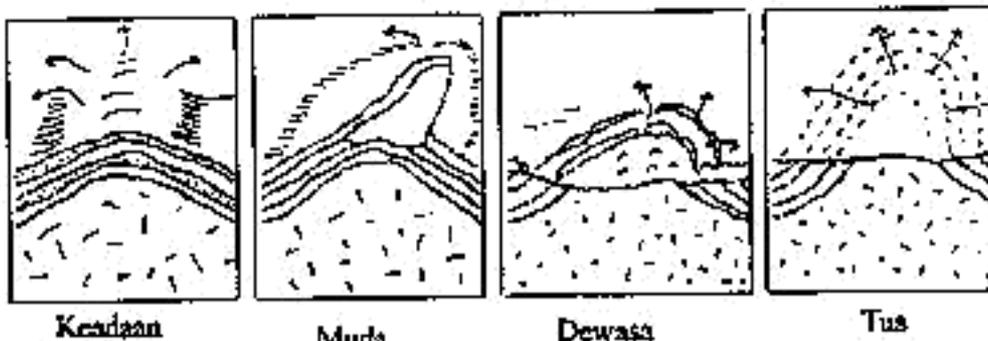
#### 4.2.2. *Pegunungan*

Pegunungan dapat di bagi menjadi:

- 1) *Dome mountains* (pegunungan kubah)
- 2) *Folded mountains* (pegunungan lipatan)
- 3) *Block mountains* (pegunungan blok)
- 4) *Complex mountains* (pegunungan kompleks)

1). **Dome Mountains (Pegunungan Kubah)**

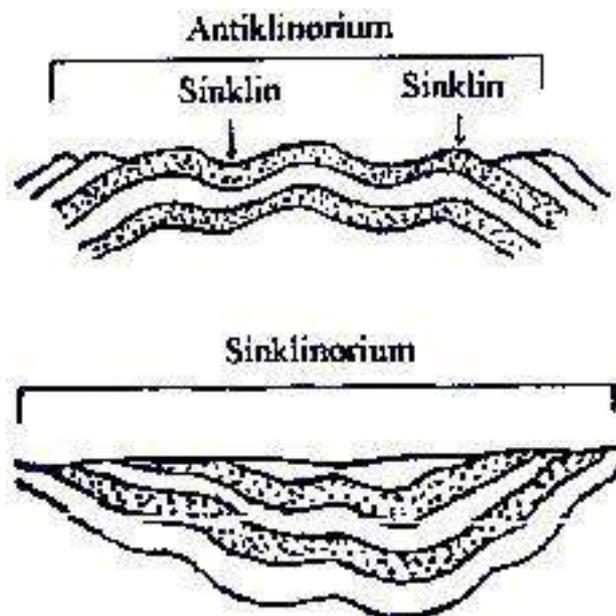
Pegunungan yang mempunyai struktur geologi berupa *dome* (kubah) = *antiklin* yang mempunyai lebar = panjang (bulat) aliran sungai ke segala arah. *Dome* dapat disebabkan karena pengangkatan misalnya : naiknya magma yang cukup besar (batolit) atau karena adanya endapan garam yang naik akibat tekanan (*salt - dome*). *Dome* yang terkenal di Indonesia adalah *dome* di Sangiran (utara Solo). Yang kebetulan di daerah tersebut ditemukan Fosil *Pithecanthropus* (manusia purba). Kebalikan dari *dome* disebut *basin* (*sinklin* yang bulat).



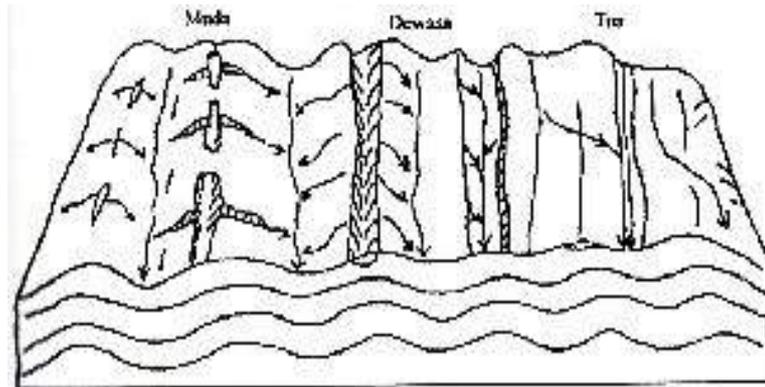
Gambar 4.3. Perkembangan *Dome Mountains*

2). **Pegunungan Lipatan (Folded Mountains)**

Pegunungan yang mempunyai struktur lipatan baik *antiklin* dan *sinklin*. Antiklinorium adalah suatu *antiklin* yang sangat besar dan terdiri dari *antiklin* dan *sinklin* yang kecil. *Antiklin* yang sangat besar, contohnya : *antiklinorium* Kendeng. *Sinklinorium*><*Antiklinorium*.



Gambar 4.4. *Antiklinorium* dan *Sinklinorium*



**Gambar 4.5.** Perkembangan Pegunungan Lipatan

- Pada pegunungan lipatan muda : permukaan tanah / topografi sesuai dengan struktur geologinya. Sungai mengalir menjauhi sumbu *antiklin* dan pada *sinklin* alirannya searah dengan sumbu lipatan.
- Pada pegunungan lipatan dewasa : pada puncak antiklin telah mengalami erosi sehingga sungainya mengalir lewat sumbu sinklin dan lewat sumbu *antiklin*.
- Pada pegunungan lipatan tua : permukaan tanah (topografi) *antiklin* sudah sama dengan yang *sinklin*. Aliran sungainya dapat memotong sumbu antiklin dan mengalir searah dengan sumbu lipatan, walaupun tidak tepat pada sumbu lipatannya.
- Pada pegunungan lipatan yang mengalami peremajaan (*Rejuvenated*) : masih tampak sebagian (sisa - sisa) dan pegunungan lipatan tua tetapi sebagian mulai terlihat akan muda kembali. Pada lapisan - lapisan yang keras akan tampak menonjol (pada *antiklin*).

### 3). **Pegunungan Blok**

Pegunungan yang terdiri dari struktur sesar. Bentuk pegunungan bertingkat - tingkat seperti blok - blok.

#### **Perkembangan Pegunungan Blok**

##### **a. Pegunungan Blok Muda**

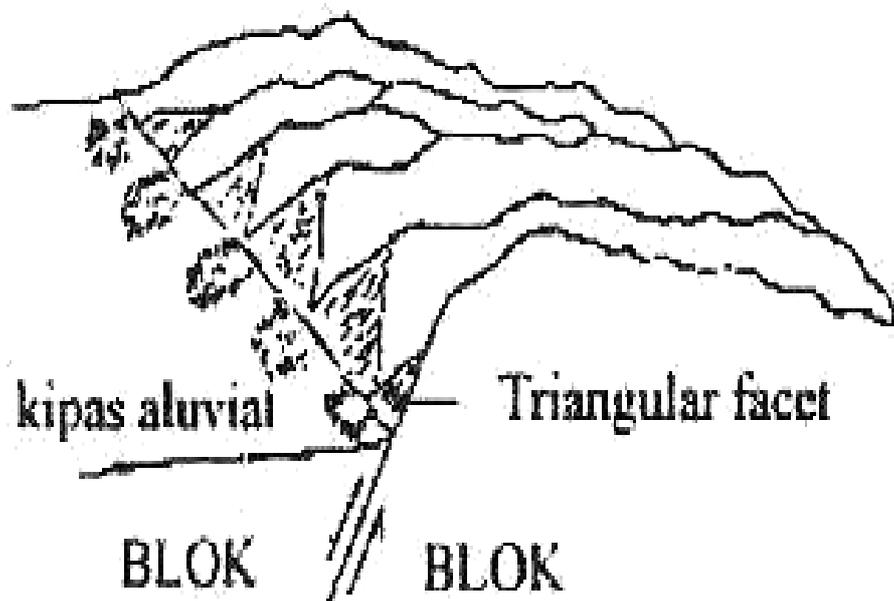
Setiap blok dibatasi oleh sesar. Bidang sesar masih jelas merupakan lereng muka yang curam.



Gambar 4.6. Pegunungan Blok Muda

**b. Pegunungan Blok Dewasa**

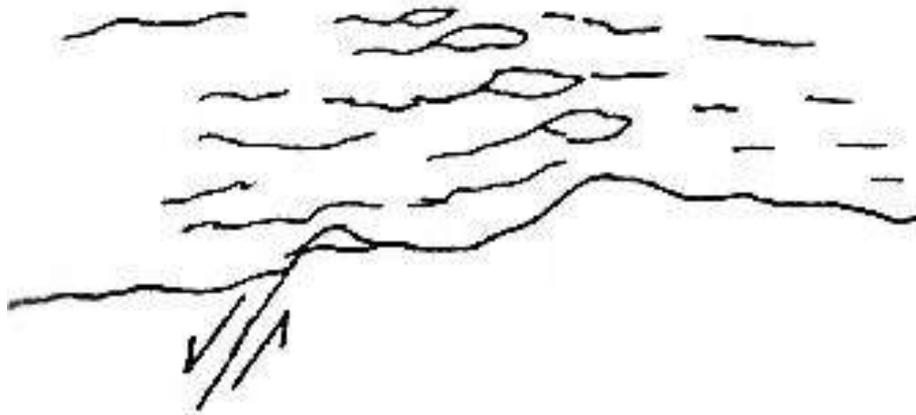
Pada bidang geser masih tampak dengan adanya *triangular facet*



Gambar 4.7. Pegunungan Blok Dewasa

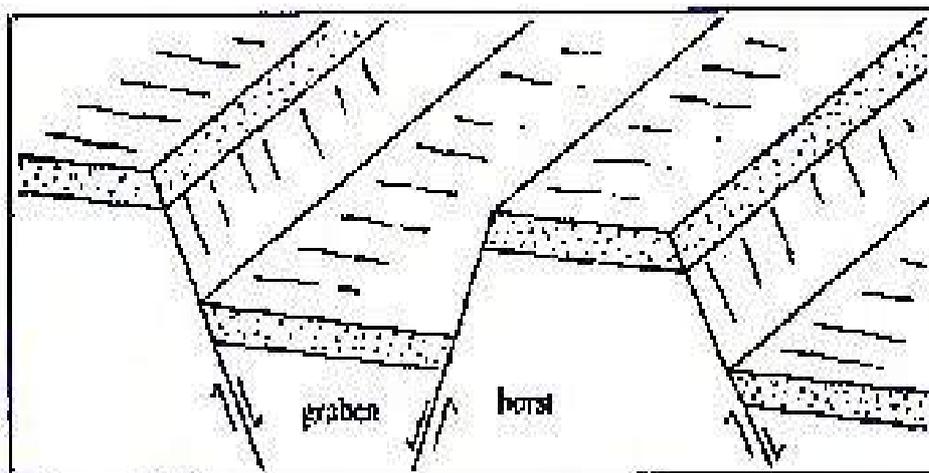
**c. Pegunungan Blok Tua**

Bidang sesar sudah tidak merupakan batas yang menyolok pada setiap blok.



**Gambar 4.8.** Pegunungan Blok Tua

Patahan (sesar) pada pegunungan blok tidak harus sesar normal.



**Gambar 4.9.** Sesar Tidak Normal

Graben Horst

: blok yang turun dibatasi oleh blok - blok naik.

: blok yang naik dibatasi oleh blok - blok yang turun.

**4). Pegunungan Kompleks**

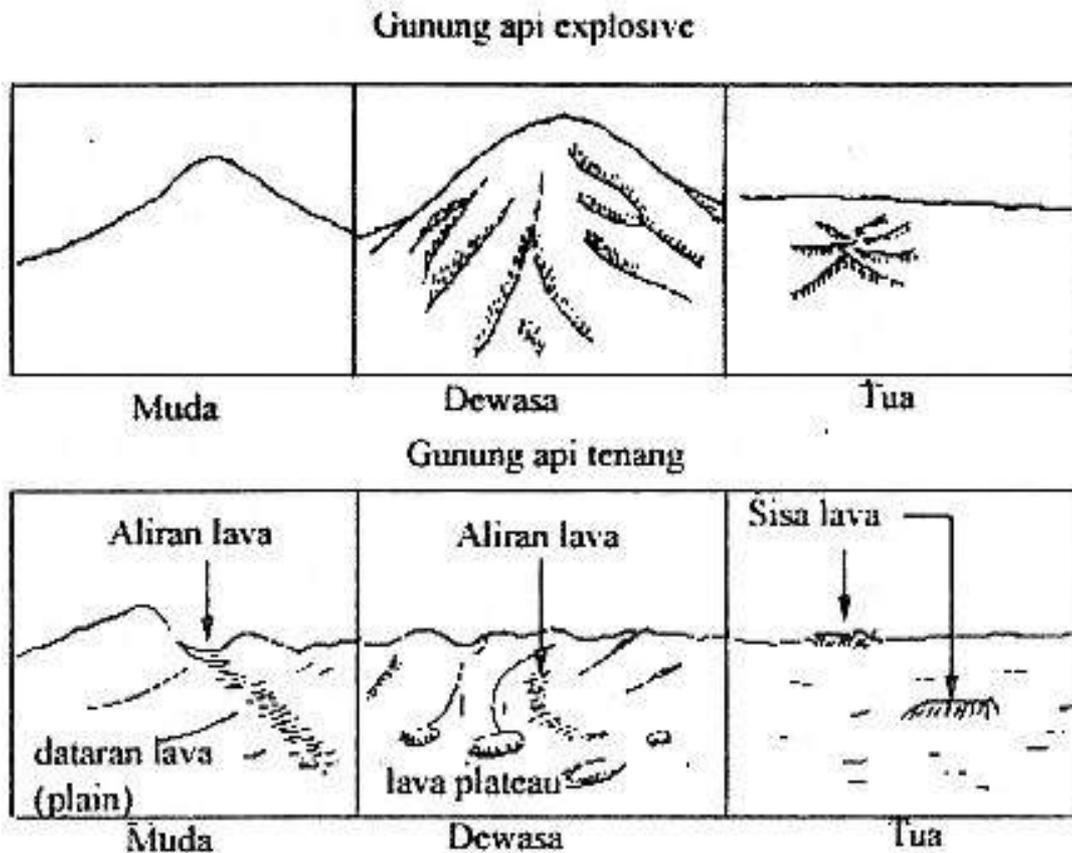
Pegunungan yang terdiri dari struktur - struktur geologi yang kompleks, misalnya lipatan, sesar dari berbagai jenis pada suatu daerah pegunungan.

Demikian pula perkembangan pada pegunungan kompleks sama dengan perkembangan pada pegunungan - pegunungan di muka. Muda —► Dewasa —► Tua —► Peremajaan

#### 4.2.3. Gunung Api

Adalah bentang alam yang merupakan hasil kegiatan *vulkanik* dapat di bagi menjadi:

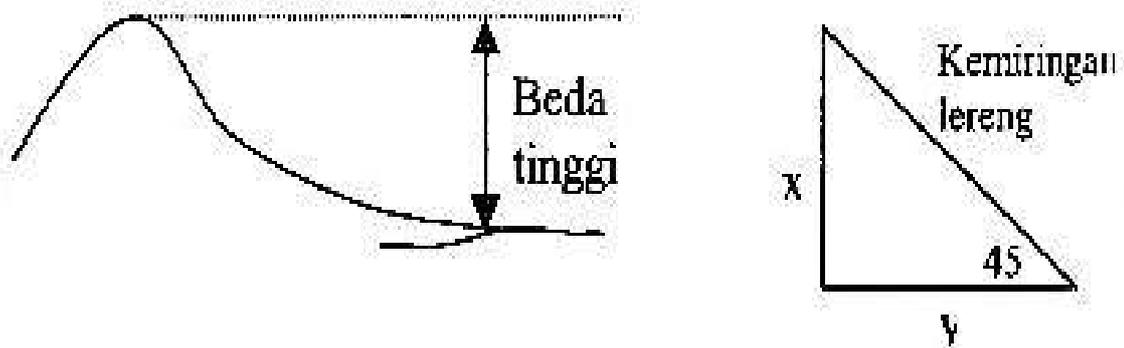
- a. yang bersifat *eksplosive*
- b. yang hanya menyalurkan lava tetapi dengan tenang



Gambar 4.10. Perkembangan Gunung Api *Eksplosif* dan yang Tenang

#### 4.2.4. Karst

Berupa perbukitan (*conical hill*) dengan lembah tertutup sehingga aliran air permukaannya terputus - putus, terdiri dari batu gamping yang berlubang - lubang mengakibatkan aliran air permukaan masuk kedalam tanah yang berkembang menjadi sungai bawah tanah. Pada lembah tertutup apabila tidak ada lubang (*luweng*) maka menjadi telaga alam. Pembagian bentang alam berdasarkan kemiringan lereng dan beda tinggi.



Gambar 4.11. Beda Tinggi dan Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng terukur  $45^\circ$  atau  $x/y \times 100\%$  ;  $x = y$  , jadi kemiringan lereng = 100%

No.	Kemiringan lereng	Perbedaan tinggi	Bentang alam
1.	0-2%	<5 m	Dataran
2.	3% - 7%	5m – 50 m	Berombak
2.	8% - 3%	25m – 75 m	Bergelombang
4.	14% - 20%	50m – 200 m	Perbukitan
5.	21% - 55%	200m – 500 m	Pegunungan
6.	56% - 140%	500m –1000 m	Pegunungan terjal
7.	> 140%	> 1000 m	Gunung (api)

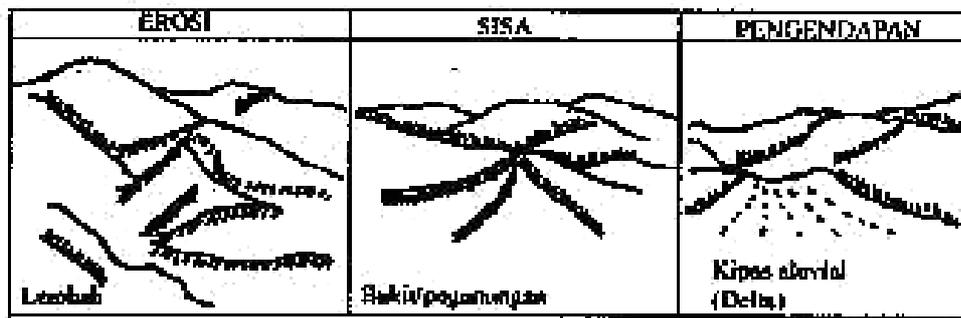
### 4.3. Kenampakan Orde III

Merupakan bentuk perusakan (*destruktif*). Berbagai bentuk perusakan dapat diklasifikasikan berdasarkan tenaga pengangkutnya ("*agen*"). Empat *agen* yang penting adalah :

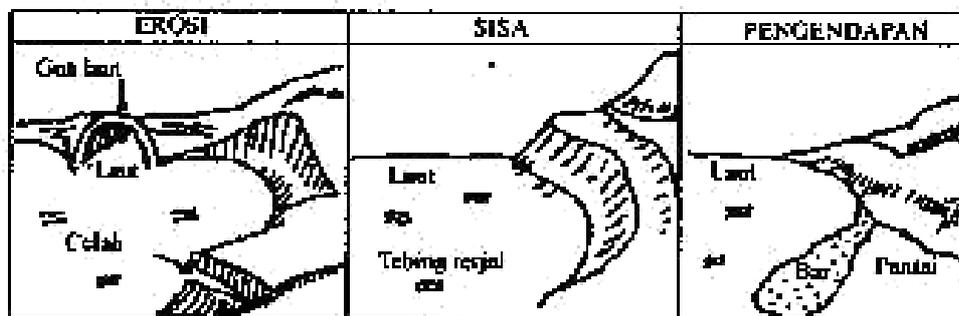
1. Air (terutama sungai)
2. Ombak
3. Angin
4. Es

Sesungguhnya walaupun Orde III ini bersifat merusak tetapi juga membangun. Ada tiga bentuk - bentuk yang dihasilkan, yaitu bentuk sisa (*residual*), bentuk - bentuk hasil erosi dan bentuk hasil pengendapan.

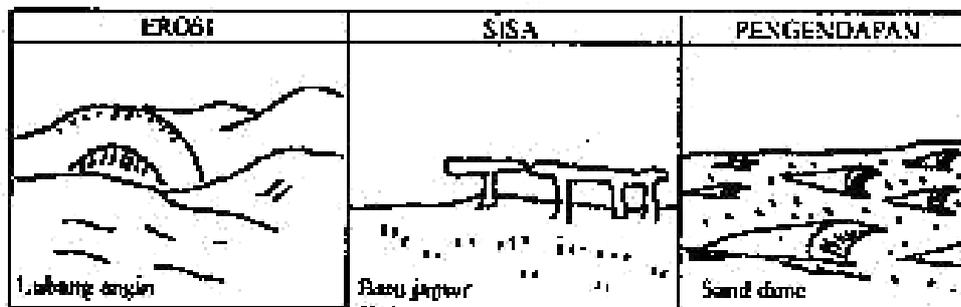
SUNGAI



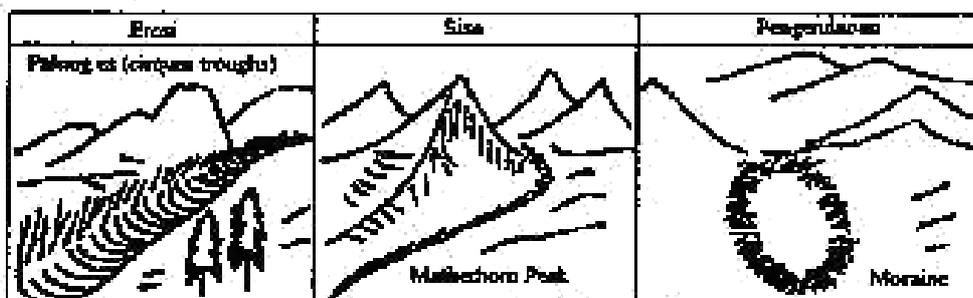
OMDAK



ANGIN



ES



Gambar 4.12. Bentuk - Bentuk yang dihasilkan oleh Sungai, Ombak, Angin, dan Es

Dari ke empat tenaga pengangkut, yang terpenting di Indonesia adalah sungai.

#### 4.3.1. Sungai

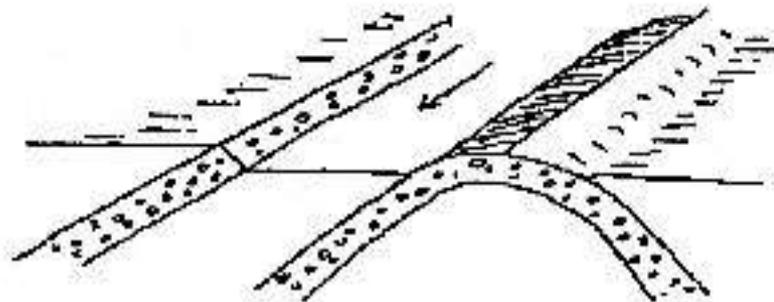
##### a. Tipe Genetik Sungai :

- 1) **Sungai Konsekwen** : sungai yang arah alirannya searah dengan kemiringan lapisan batuan (*down stream*)



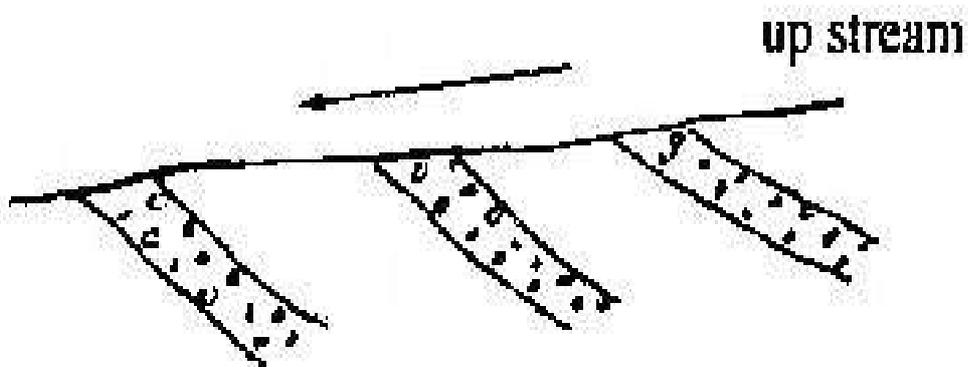
Gambar 4.13. Sungai Konsekwen

- 2) **Sungai Subsekwen** : arah aliran sungai sejajar atau searah dengan jurus perlapisan batuan.



Gambar 4.14. Sungai Subsekwen

- 3) **Sungai Obsekwen** : arah alirannya berlawanan dengan kemiringan lapisan batuan.



Gambar 4.15. Sungai Obsekwen

**b. Pola Aliran Sungai :**

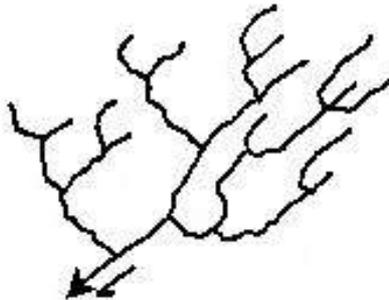
**1) Denritik (Seperti Cabang Pohon)**

Daerah mempunyai struktur geologi sederhana. Batuannya homogen. *Morfologinya* berupa pegunungan / perbukitan yang meluas.



**Gambar 4.16.** Pola Aliran Sungai *Dendritik*

**2) Rectangular**

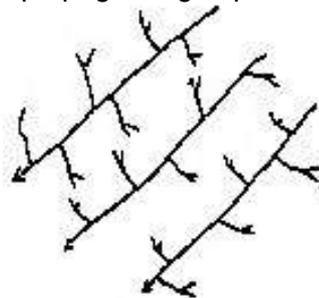


**Gambar 4.17.** Pola Aliran Sungai *Rectangular*

Cabang - cabang sungainya tegak lurus. Daerahnya banyak kekar - kekar atau sesar - sesar yang mempunyai arah - arah tertentu. *Morfologinya* berupa pegunungan blok.

**3) Trellis (Seperti Sirip Ikan)**

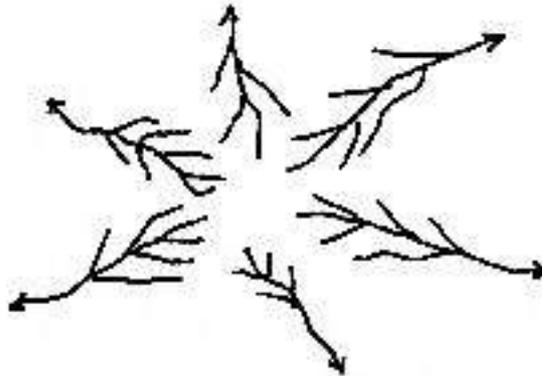
Daerahnya merupakan daerah lipatan yang kuat atau lapisan batumannya miring dengan macam - macam batuan (*heterogen*). Atau sungai induk/jurus perlapisan batuan. *Morfologinya* berupa pegunungan/perbukitan yang memanjang.



**Gambar 4.18.** Pola Aliran Sungai *Trellis*

**4) Radial (Menyebar)**

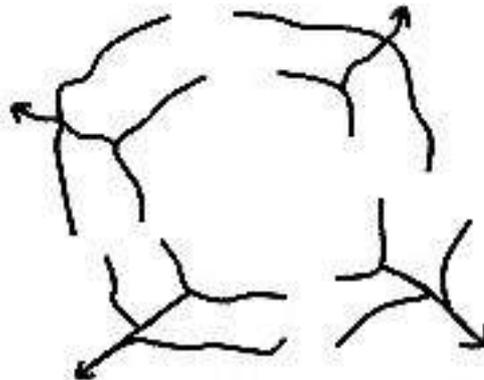
Daerahnya berupa "dome" yang muda atau daerah gunung api. Pada dome batuan batuan endapan. Pada gunung api batuan batuan vulkanik.



Gambar 4.19. Pola Aliran Sungai Radial

**5) Annular**

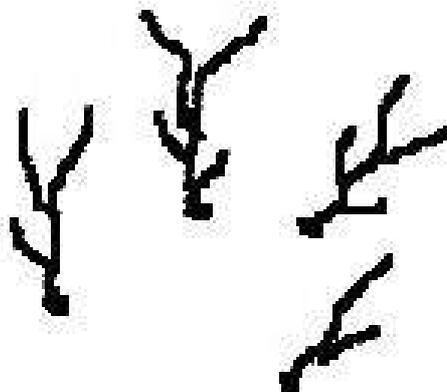
Aliran sungai melingkar dan menyebar ke segala arah. Daerahnya berupa "dome" yang dewasa yang sudah banyak mengalami erosi, atau gunung api tua.



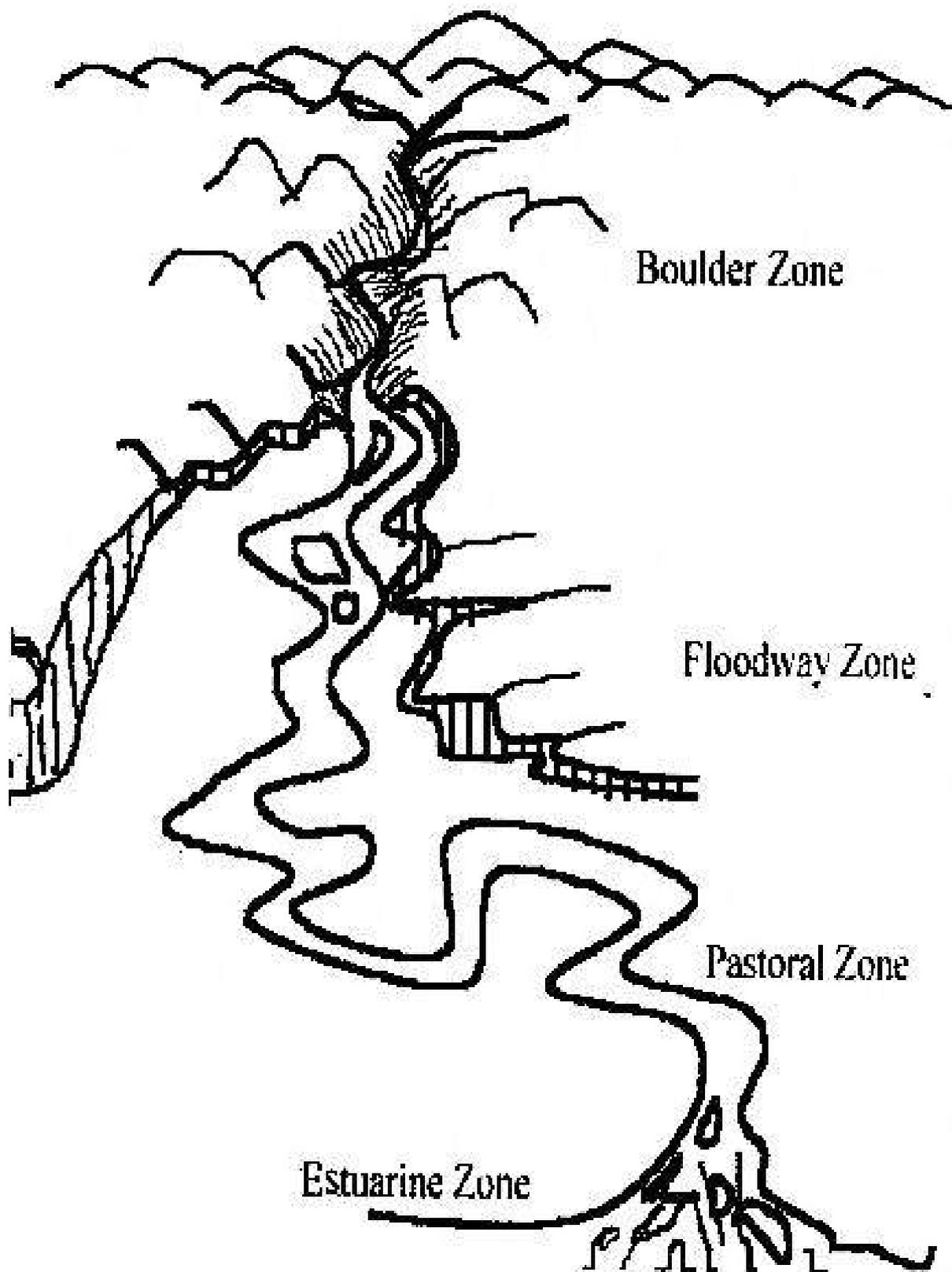
Gambar 4.20. Pola Aliran Sungai Annular

**6) Multi Basinal**

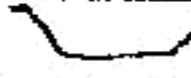
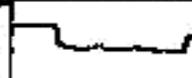
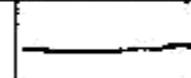
Aliran sungai terputus - putus, aliran hanya ada waktu hujan, terletak di daerah karst.



Gambar 4.21. Pola Aliran Sungai Multi Basinal



Gambar 4.22. Geohidrolika Sungai

	Boulder zone	Flood way zone	Pastoral zone	Estuarine zone
Typical stream Pattern channel type	Partly fixed	Often braided	sinuous	Often branched
Typical valley section				
Channel gradient	$> 5m/km$	$1 - 5m/km$	$< 1m/km$	$\pm 0m/km$
Material budget	negative	Often neutral	Usually positive	Positive
Predominant bed material	Boulder to cobbles	Gravel to sand	Sand to silt	Silt to mud

### c. Perkembangan Sungai

#### 1) Sungai Muda (Pada Boulder Zone)

Aspek utama adalah bersifat erosif. Akibat kecepatan aliran sungainya dapat mengangkut material (endapan) dan pada waktu bersamaan mengerosi saluran sungainya. Hal tersebut dapat dilakukan dengan :

"Corrosion" : penggerusan pada batuan dasar.

"Quarrying" : efek pengangkutan oleh air setelah menghempas batuan pada rekahan.

"Solution" : ( pelarutan)

Corrasion dapat menghasilkan material - material yang besar (bongkah - bongkah) dan solution terutama di daerah batu gamping.

#### **Pengangkutan**

Material - material yang dapat diangkut oleh sungai muda sangat besar karena mempunyai kecepatan yang besar.

Gerakan material:

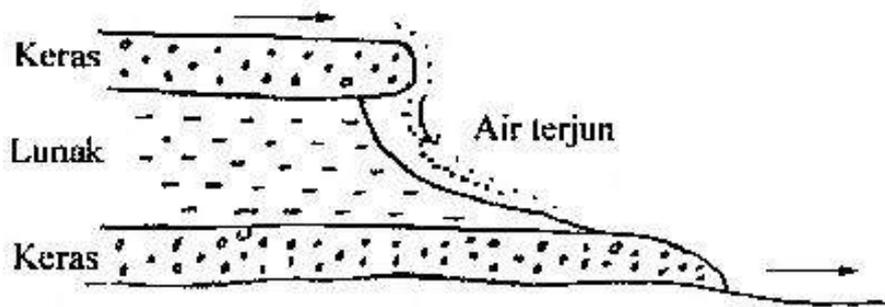
1. "Traction" (traksi): gerakan material yang terangkat secara menggelundung, terseret.
2. "Saltation" (saltasi): secara melompat - lompat.
3. "Suspension" (suspensi) atau "solution" : secara terlarutkan atau karena materialnya kecil dapat mengambang (melayang - layang).

#### **Kenampakan pada Sungai Muda :**

- Pada batuan dasar banyak dijumpai adanya lubang - lubang akibat erosi (*pothole*). Kalau sangat besar disebut "*plunge pool*".
- Air terjun dapat terjadi karena proses secara normal misalnya akibat dari variasi batuan pada sungai. Yang lain, air terjun terjadi akibat kekuatan luar; misalnya

Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)

akibat tanah longsor, aliran lava yang dapat menyumbat aliran sungai, dan pengangkatan.

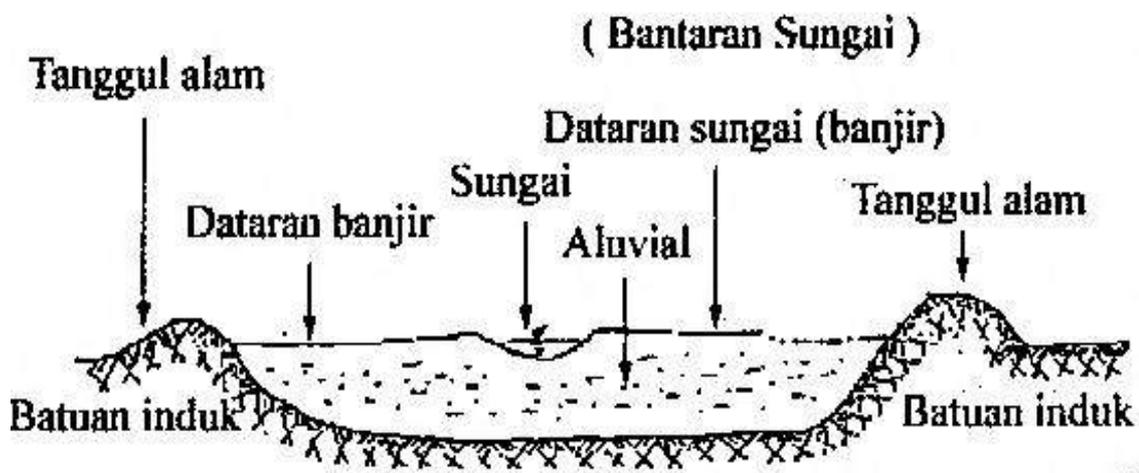


Gambar 4.24. Terjadinya Air Terjun

- Kemiringan sungai tajam, sungainya lurus dan anak - anak sungai sedikit, belum ada pengendapan.
- Lembah sungai dalam dan erosi utama di bagian dasar sungai sehingga lembahnya berbentuk huruf "V".

## 2) Sungai Dewasa (pada Floodway Zone)

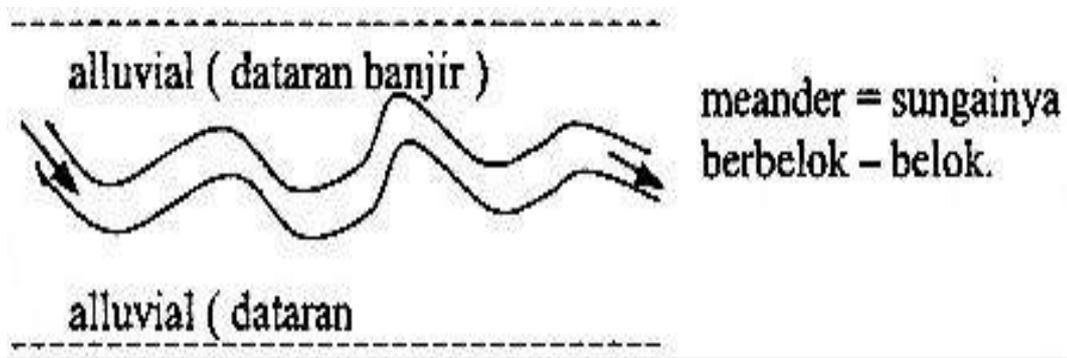
Pada sungai dewasa telah terjadi keseimbangan antara erosi dengan deposisi (pengendapan). Mula - mula lembah sungai pada sungai muda sempit dan curam (erosi ke bawah), lalu terjadi pelebaran lembah akibat erosi kesamping dan akhirnya terjadi pengendapan berupa *aluvial*. *Aluvial* tersebut lama - kelamaan dapat mempunyai penyebaran yang sangat luas. Dan merupakan daerah yang datar di kanan kiri sungai atau disebut dataran banjir (bantaran).



Gambar 4.23. Morfologi Sungai Dewasa

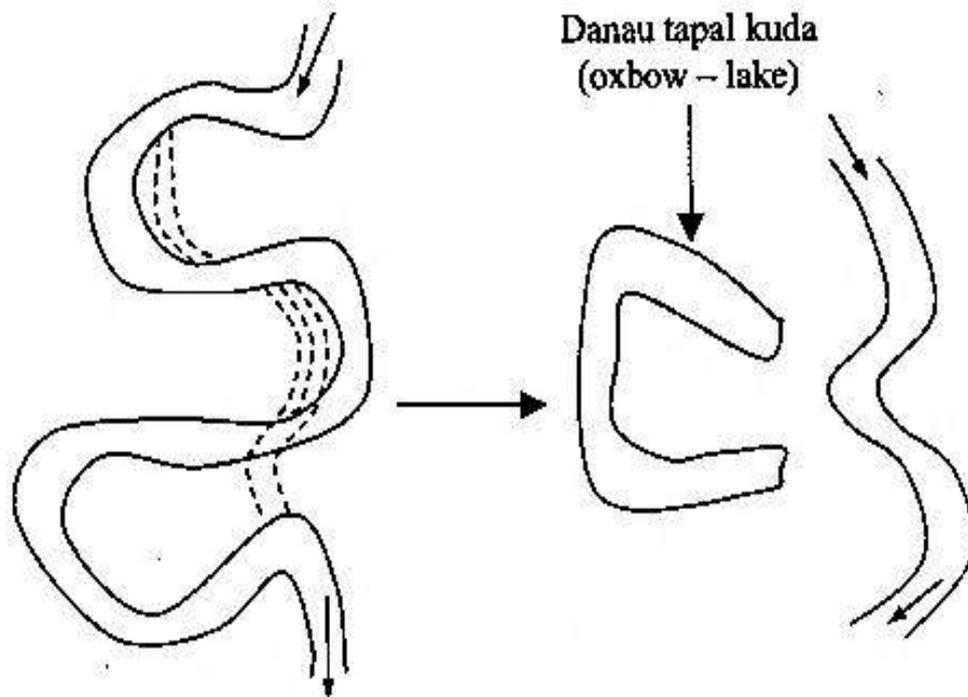
## 3) Sungai Tua (pada Pastoral Zone)

Kemiringan sungai landai sehingga aliran sungainya menjadi lambat mulai dijumpai adanya *meander - meander*.



Gambar 4. 24 Sungai Meander

Biasanya pada sungai tua, lembahnya sudah mengalami pelebaran beberapa kali sehingga makin melebar dan dataran banjirnya melampaui *meander belt* (sabuk *meander*). Dijumpai adanya *oxbow - lake* (sisa sungai lama) yang terjadi terutama pengendapan, erosi sangat kecil.

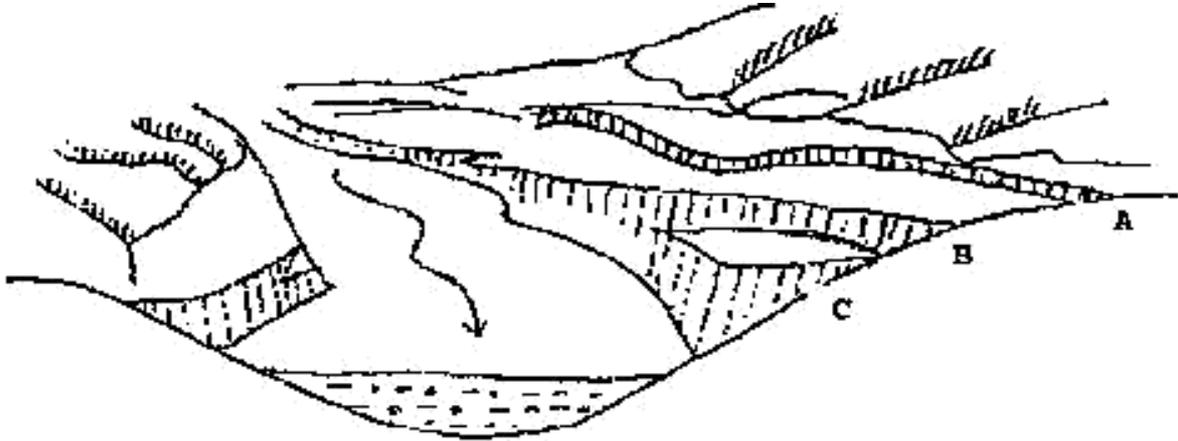


Gambar 4.25. Danau Tapal Kuda (Oxbow-Lake)

*Meander* sungainya sangat berbelok - belok yang lama - kelamaan dapat terjadi pemotongan aliran sungai, sehingga muncul "*oxbow - lake*". Sungai tersebut menjadi agak lurus kembali akibat erosi mulai meningkat, sungainya telah mengalami *peremajaan*. Pada sungai yang telah mengalami sifat - sifat seperti pada sungai tua hanya erosi dan aliran sungainya seolah - olah (menyerupai) sungai muda.

### Teras Sungai (Undak Sungai)

Undak yang dibentuk akibat erosi karena proses peremajaan sungai. Undak tersebut terdiri dari *aluvial*. Teras yang terbentuk pertama terletak di atas dan teras kedua terletak di bawah dan seterusnya.

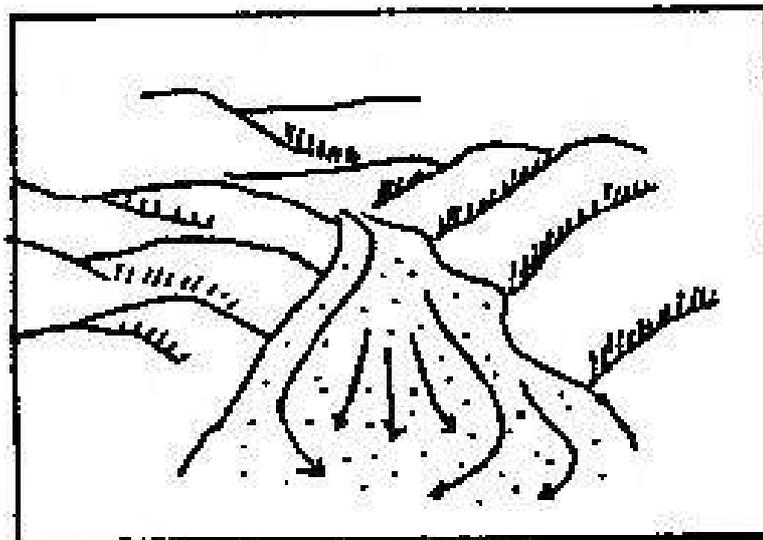


Gambar 4.26. Teras Sungai

- A = teras pertama -> terdiri dari aluvial yang terbentuk pertama
- B = teras kedua -> terbentuk setelah teras pertama
- C = teras ketiga dst. -> terbentuk belakangan

### Sungai Braided (pada Floodway Zone)

Sungai yang banyak mengendapkan material - material terutama yang berukuran pasir, kerikil, dan alur - alur sungainya menyebar pada dataran banjirnya yang dipisahkan oleh *gosong - gosong* pasir atau semacam pulau - pulau pasir dan kerikil.



Gambar 4. 27 Sungai Braided

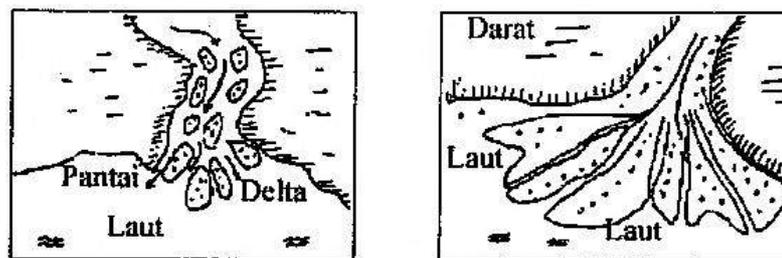
Contoh - contoh sungai di kaki gunung api. Bedanya dengan sungai *meander*, disini material yang diendapkan pada umumnya yang berukuran halus (lempung).

### Delta

Endapan sungai yang terletak di daratan misalnya kipas *aluvial*, sedangkan yang diendapkan di laut disebut endapan *delta*. Bentuk *delta* tergantung sungai dan material yang dibawa dan juga bentuk air dimana pembentukan *delta* terjadi dan kondisi lautnya. Disini tidak saja jumlah material yang penting tetapi juga karakter dari material tersebut.

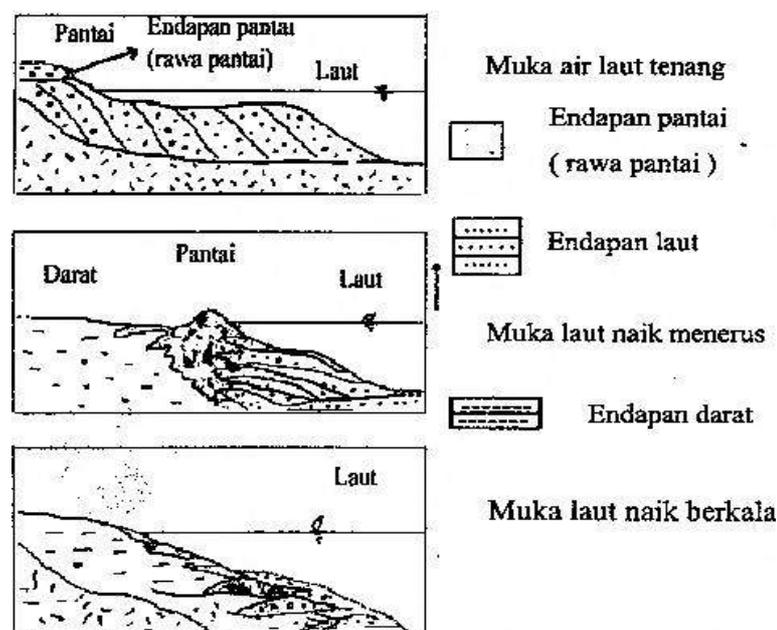
#### Tipe Delta:

- Delta arcuate* : material yang diendapkan terutama terdiri dari kerikil, pasir, dan material hasil *solution*.
- Delta estuarine* : pembentukan *delta* pada *pantai submergen* yaitu permukaan lautnya turun atau dasar lautnya yang turun.
- Delta " bird's - foot "* (delta kaki burung) : bentuk *deltanya* menyerupai kaki burung, materialnya terutama terdiri dari material yang halus.



Gambar 4.28. Delta

#### Penampang Melintang Suatu Delta



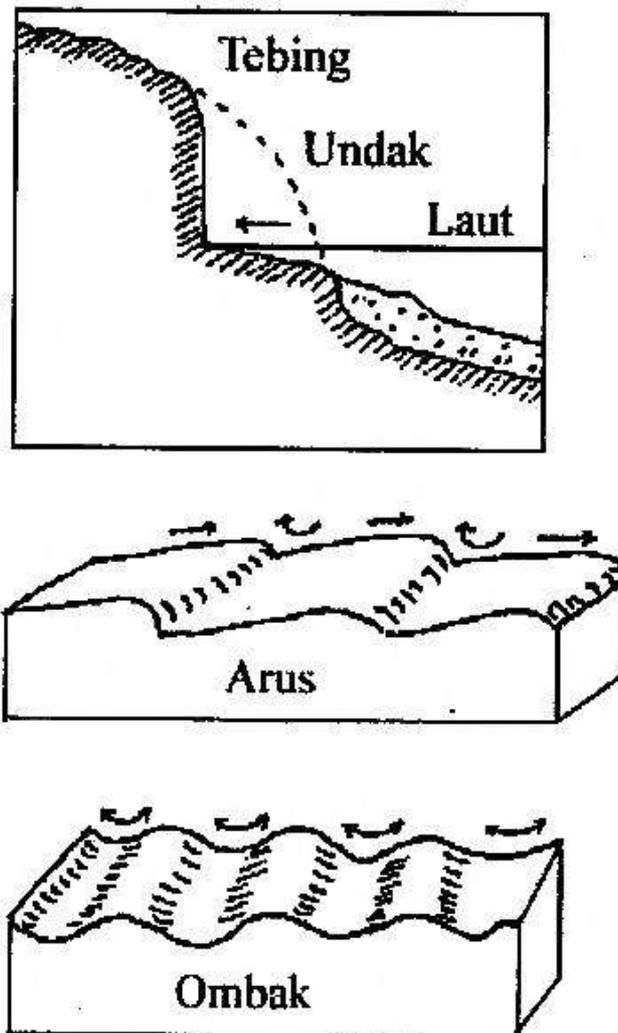
Gambar 4.29. Penampang Melintang Delta

#### 4.3.2. Gerakan Air Laut

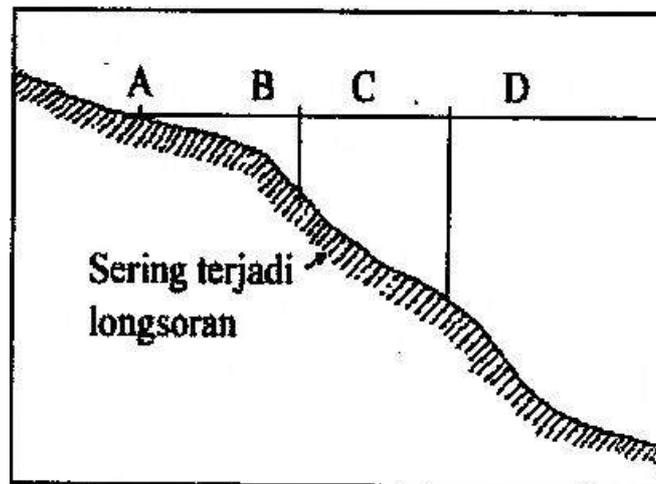
- a. Pasang surut, naik turunnya permukaan laut setiap 6 jam 12,5 menit, sehingga interval naik turun memerlukan waktu 12 jam 25,0 menit. Pasang surut ini dapat mengerosi pantai apalagi kalau bersama - sama dengan gelombang (ombak).
- b. Arus, aliran air laut ini disebabkan oleh angin, perbedaan suhu, rotasi bumi, permukaan bumi dapat mengerosi pantai.

Macam - macam arus :

- 1) *Thermal - circulation current* : disebabkan oleh panas dari matahari.
  - 2) *Wind - drift current* : disebabkan oleh angin.
  - 3) *Longshore current* : jika arah airnya menyudut dari pantai sehingga arus yang ditimbulkan // pantai
- c. Ombak sesuai dengan arah angin. Dapat mengerosi pantai dan membentuk undak pantai.



Gambar 4.32. Gerakan Air Laut



Gambar 4.33. Zona Laut

A : *Litoral*, Kedalaman antara pasang - surut air laut

B : *Neritik*, Kedalaman kurang dari 600 feet

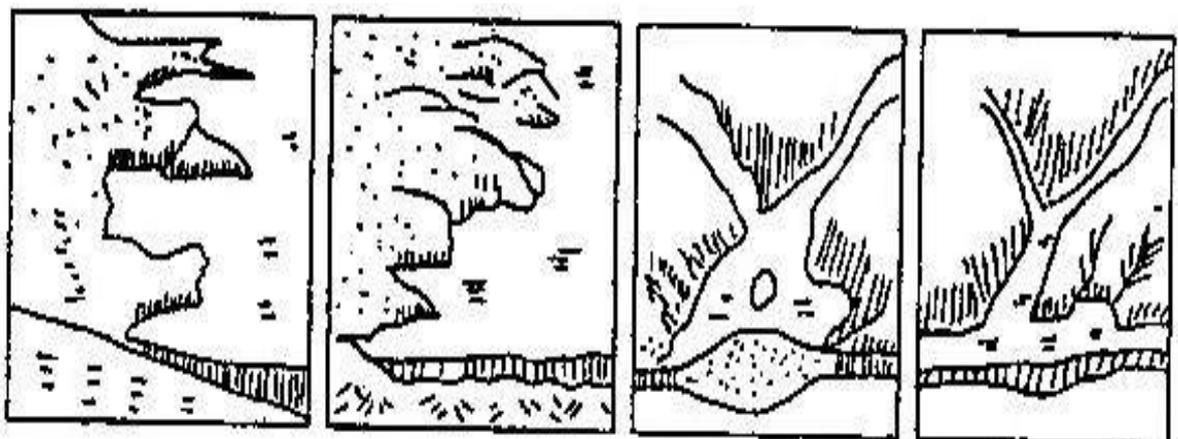
C : *Batial*, Kedalaman antara 600 - 6000 feet

D : *Abisal*, Kedalaman lebih dari 6000 feet

### Macam - Macam Pantai

#### 1. Pantai *Submergen* (*Pantai Mundur*)

- a. Pantai ria (tertoreh oleh sungai)
- b. Pantai *fiord* (di daerah es)



*Pantai ria pada plain*

*Pantai ria pada pegunungan*

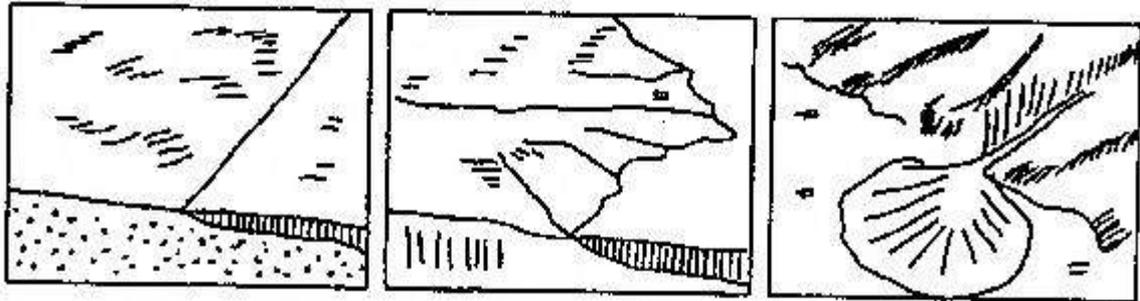
*Pantai Fiord Es mengisi lembah*

*Pantai Fiord setelah es mencair*

Gambar 4.34. Pantai Ria dan Pantai *Fiord*

2. Pantai Emergen (Pantai Maju)

3. Pantai Netral



Dataran Pantai

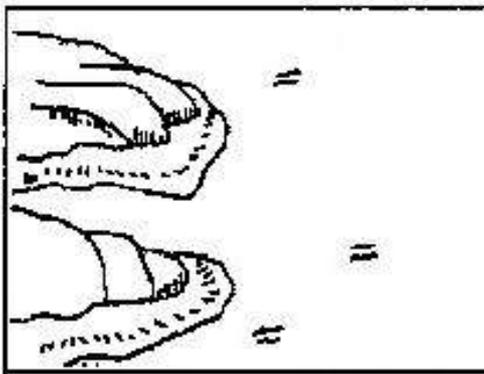
Pantai Delta

Pantai Dataran Aluvial

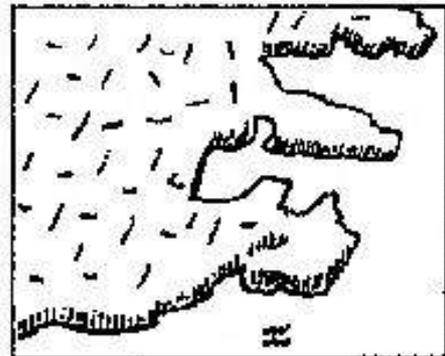
Gambar 4.35. Dataran Pantai, Pantai Delta, dan Pantai Dataran Aluvial

4. Pantai Compound

Pantai submergen lalu diikuti emergen dan sebaliknya.

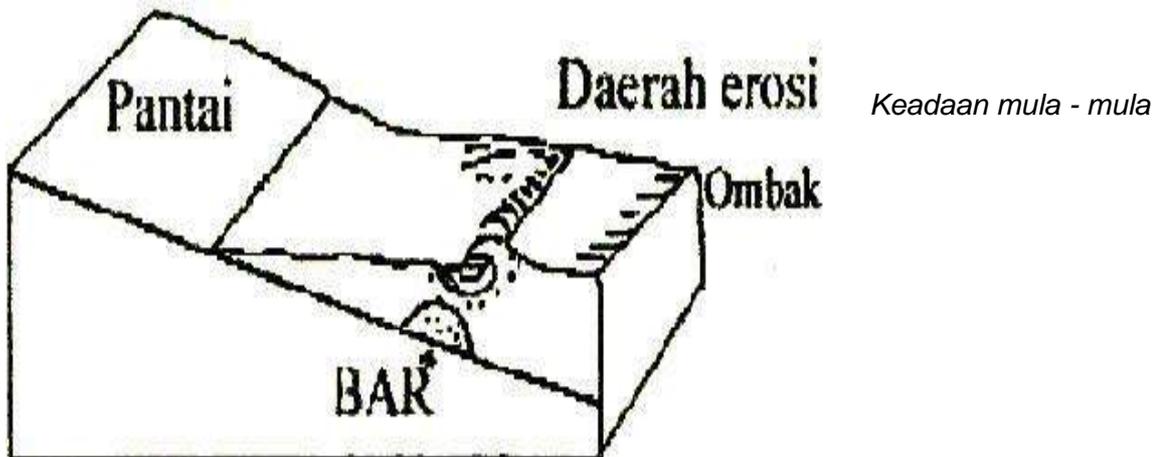


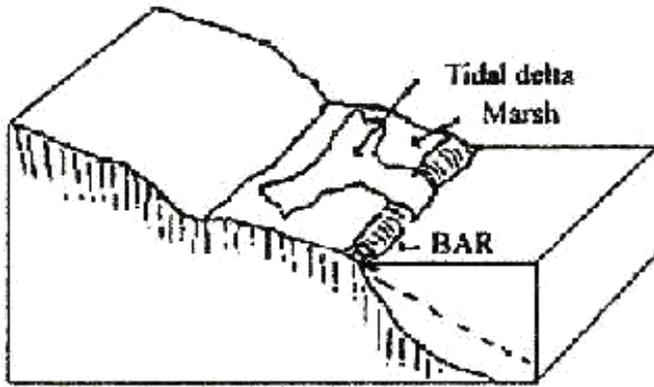
Submergen - emergen



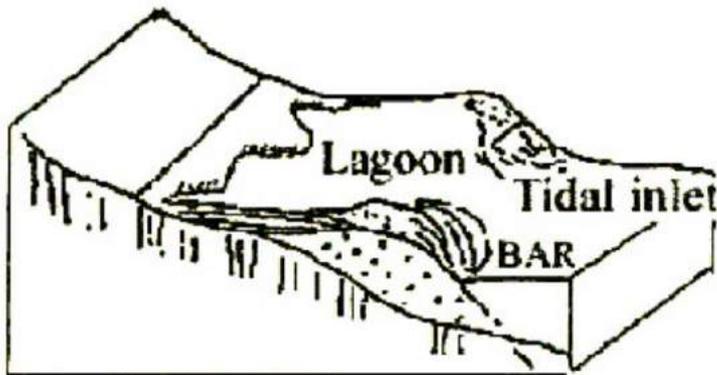
Emergen - submergen

Gambar 4.36. Pantai Compound

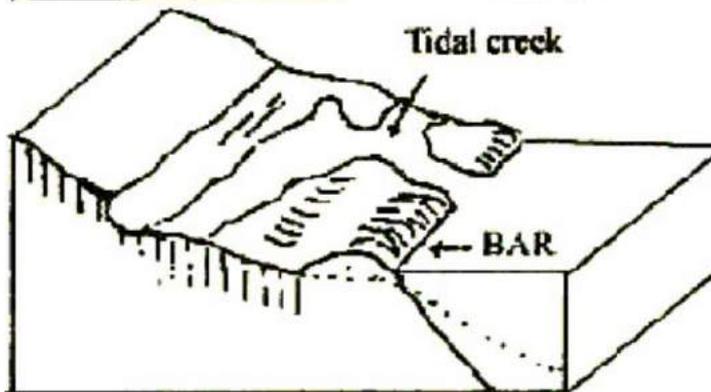




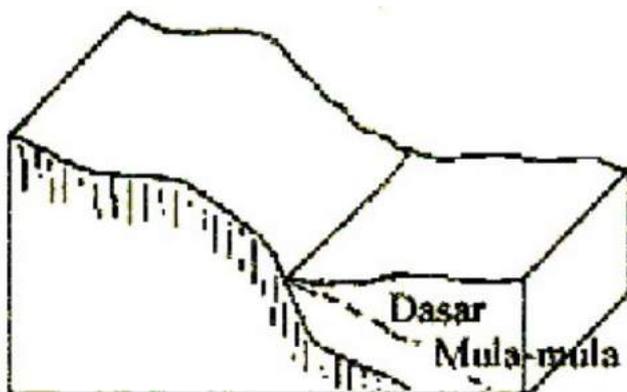
*Awal muda*



*Muda*

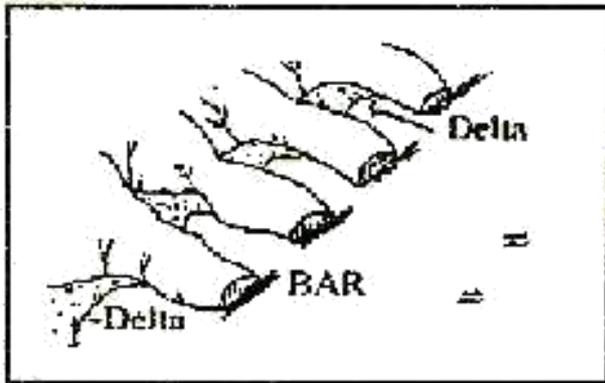


*Muda menjelang dewasa*

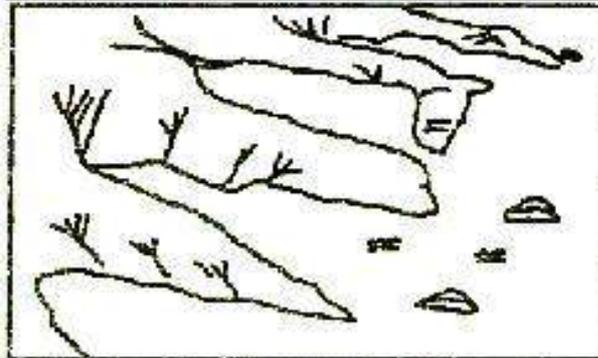


*Dewasa*

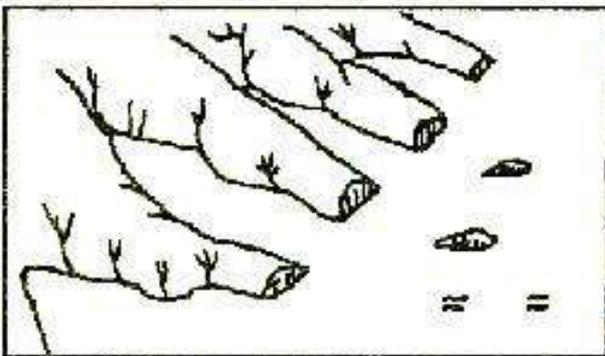
Gambar 4.37. Perkembangan Pantai Emergen



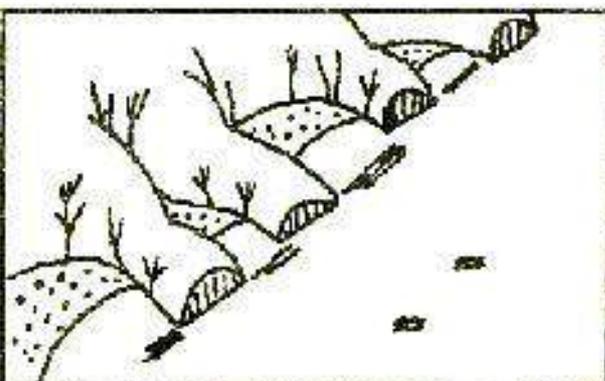
*Keadaan mula - mula*



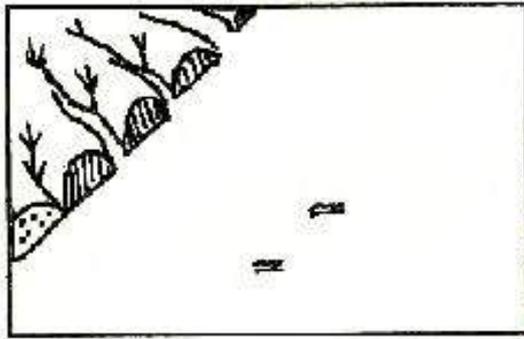
*Awal muda*



*Muda*



*Menjelang dewasa*



Dewasa

Gambar 4.38. Perkembangan Pantai Submergen

### 4.3.3. Angin

#### a. Erosi oleh Angin

1. *Deflasi (deflation)* : partikel - partikel kecil batuan atau tanah - tanah lepas hasil pelapukan batuan terangkat dan diterbangkan ke tempat lain oleh angin
2. *Abrasi (abration) atau "Corassion"* : kegiatan oleh angin sehingga partikel - partikel kecil yang terangkat dapat menggerus, mempolish batuan di permukaan bumi  
Kedua hal tersebut merupakan proses yang saling berhubungan

#### b. Pengangkutan oleh Angin

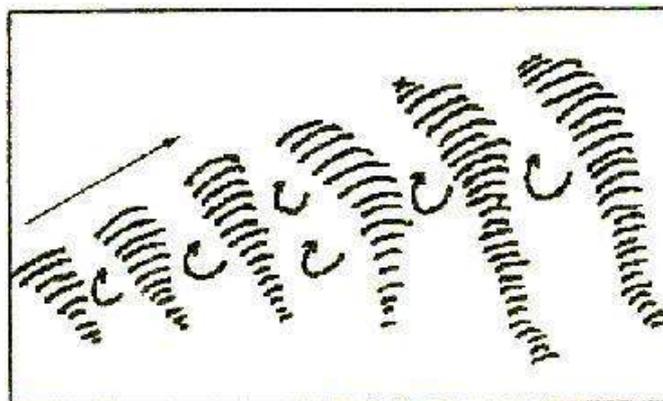
Gerakan oleh angin tersebut merupakan gerakan yang turbulen. Partikel-partikel Bergeraknya dengan cara melompat (*saltation*), menggelundung, menggeser (*traction*), suspensi untuk partikel - partikel yang halus.

#### c. Pengendapan oleh Angin

*Dune (sand dune)* : bukit pasir hasil pengendapan oleh angin.

#### d. Macam - Macam Dune :

1. *Ripples dan Transverse Dune Ridges* (Bukit Pasir Lintang)



Gambar 4.39. Ripples dan Transverse Dune Ridges

Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)

Angin sepoi, hanya partikel halus yang terangkut yang berhadapan dengan angin dan bukitnya lebih landai.

2. *Longitudinal Ridges* (Bukit Pasir Bujur)



Gambar 4.40. *Longitudinal Ridges*

Angin kencang seperti arus arah angin (searah) dengan panjang bukit pasir.

3. *Barchane* (Bukit Pasir Sabit)



Gambar 4.41. *Barchane* (Bukit Pasir Sabit)

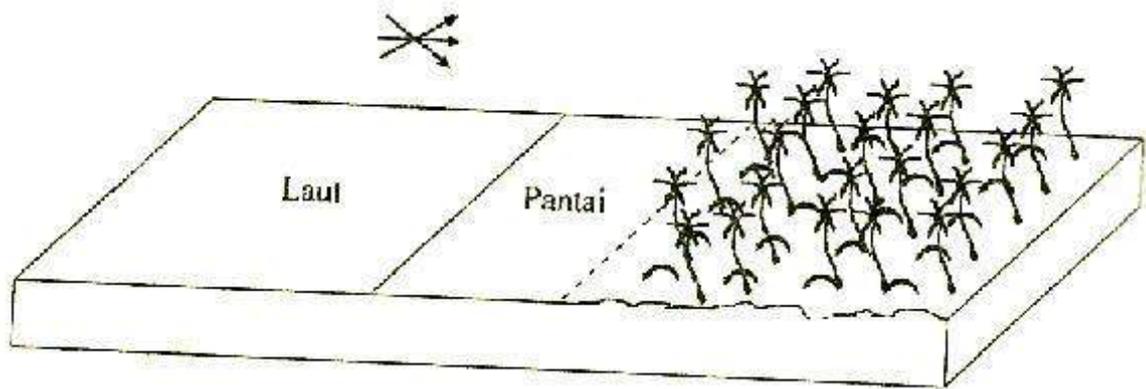
- Arah dan kecepatan angin lautan
- Tanahnya datar
- Suplai pasir terbatas

8. *Loess*

Endapan halus hasil pengangkutan oleh angin. Yang terkenal endapan *loess* di RRC yang berasal dari Gurun Gobi.

9. Bukit Pasir Pantai (*Beach Dune*)

Bukit - bukit kecil pantai beraneka ukuran. Umumnya tanahnya tertutup vegetasi sehingga arah angin berbagai macam arah.



**Gambar 4.42.** Bukit Pasir Pantai (*Beach Dune*)

**Evaluasi**

1. Mengapa di permukaan bumi sering kita jumpai fenomena lipatan dan patahan, jelaskan fenomena tersebut dengan gambar!
2. Sebut dan uraikan bentuk morfologi khas yang ada di daerah patahan dan lipatan
3. Mengapa erosi secara vertikal pada suatu lembah tidak terjadi secara terus menerus, sebab pada stadium tertentu akan terhenti? Jelaskan.
4. Faktor-faktor apa yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan aliran air sungai! Jelaskan.
5. Jelaskan dengan gambar mengenai penampang lembah dalam kaitannya dengan proses geomorfologi pada kelokan sebuah meander!
6. Berikan contoh mengenai morfologi hasil aktivitas air sungai dan pengendapan material sungai oleh aliran permukaan? Jelaskan!
7. Jelaskan bentuklahan yang dihasilkan oleh aktivitas erosi air laut ( arus dan ombak)?
8. Berikan 4 contoh mengenai morfologi hasil pengendapan erosi air laut (pantai) dan jelaskan cara pembentukannya!
9. Di daerah dengan kondisi bagaimana ombak dapat melakukan pengerjaan proses geomorfik secara maksimal, mengapa demikian jelaskan!
10. Berikan lima contoh morfologi hasil pengerjaan erosi angin dan jelaskan proses terjadinya.

**Daftar Pustaka**

- Lobeck, AK. (1939), *Geomorphology, An Introduction to the study of Lanscape*, New York and London: Mc Graw-Hill Book Company. Inc.
- Nagle dan Spencer, 1997, *Edvanced Geography*, New York: Oxford University Press.
- Sudarja Adiwikarta dan Akub Tisnasomantri, (1977), *Geomorfologi Jilid I*, Bandung: Jurusan Pend. Geografi IKIP Bandung.
- Suprpto Dibyosaputro, Drs. M.Sc., (1997), *Geomorfologi Dasar*, Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Van Zuidam, R.A, dan F.I. van Zuidam Cancelado, 1979. *Terrain Analysis And Classification Using Aerial Photographs*, International Institute for Aerial Survey and Earth Science (ITC) 350, Boulevard Al Enschede, The Netherlands.

## BAB V SATUAN BENTUKLAHAN

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, bahwa klasifikasi satuan bentuklahan yang digunakan dalam uraian ini berdasarkan atas genetik, proses, dan batuan seperti dikemukakan Verstappen. Pada dasarnya, bentanglahan yang kompleks di permukaan bumi ini dapat dibedakan menjadi 10 satuan bentukan asal bentuklahan, yaitu: satuan bentukan asal *volkanis*, asal *struktural*, asal proses *denudasional*, asal proses pelarutan, asal proses *marine*, asal proses angin, asal proses glasial, asal proses kegiatan *organisme* (organik), dan asal proses *antropogenik*.

### 5.1. *Bentuklahan Bentukan Asal Vulkanisme*

*Volkanisme* adalah berbagai fenomena yang berkaitan dengan gerakan magma naik ke permukaan bumi. Akibat dari proses ini terjadi berbagai bentukan yang secara makro disebut bentukan *volkanik*. Bentuklahan bentukan asal *volkanis* ini lebih didasarkan pada material/batuan penyusun berupa batuan *volkanis* dengan berbagai jenisnya. Di dalam mempelajari kegunungpian dikenal beberapa istilah yang berkaitan dengan bentukan asal *volkanis* ini.

1. *Volkanisme* (Kegunungpian) yaitu berbagai fenomena yang berkaitan dengan gerakan magma ke permukaan bumi.
2. *Volcanoes* (Gunungapi) yaitu gundukan atau kerucut yang tersusun dari batuan beku lelehan atau bahan *volkanis* lepas (*klastis*).
3. *Erupsi* yakni proses keluarnya magma ke permukaan bumi karena tekanan dari dalam, melalui retakan atau lobang kepundan. Menurut sifat keluarnya magma ada yang bersifat letusan (*explosive*) dan lelehan (*effusive*).
4. *Lava* merupakan bahan/massa batuan dalam keadaan cair pijar dan kental yang keluar ke permukaan bumi dengan temperatur sangat tinggi.
5. *Piroklastik* merupakan fragmen hasil letusan gunungapi dengan berbagai ukuran abu, debu, pasir, lapili, bom, dan bongkah.

Pada umumnya sifat *magma* gunung api di Indonesia adalah *intermedier*, sehingga *magma* yang dikeluarkan dapat bersifat asam dan bersifat basa. Dengan demikian maka tipe gunungapi di Indonesia sebagian besar adalah *strato*, yang tersusun dari selang - seling endapan *lava*, aglomerat, bom, lapili, pasir, dan *tuff*. Kemiringan lereng gunung api berbeda - beda tergantung pada material penyusunnya. Pada umumnya gunungapi *strato* di Indonesia yang mempunyai banyak *silikat* (asam) mempunyai lereng terjal dengan kemiringan minimal (*angle of repose*) 32°. Akan tetapi bagi gunung api yang tersusun terutama dari *magma* basa yang berarti kurang *silikat* (*basalt dan gelap*) berlereng

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)*

lebih landai dengan kemiringan  $6^{\circ}$  -  $10^{\circ}$ . Di puncak gunung api tempat keluarnya *magma* disaat erupsi (*eksplosif* maupun *efusif*) terdapat kepundan (*crater/cauldron*) yang berbentuk cekung membulat di bagian tengah gunung api sebagai pusat aktivitasnya. Bentuklahan *volkanis* adalah bentuklahan hasil kegiatan gunung api, baik yang tersusun dari bahan gunung api yang sudah keluar ke permukaan bumi atau *ekstrusi*, maupun yang membeku di bawah permukaan bumi atau *intrusi*. Berikut ini disajikan beberapa contoh bentuklahan bentukan asal *volkanis*.

- a. Kawah / danau kawah gunungapi
- b. *Kaldera* / danau kaldera
- c. Kerucut gunungapi
- d. Lereng atas gunungapi
- e. Lereng tengah gunungapi
- f. Lereng bawah gunungapi
- g. Lereng kaki *fluvial* gunungapi
- h. Dataran *fluvial* gunungapi
- i. Medan *lava*
- j. Medan lahar
- k. *Volcanic neck*
- l. *Bocca*
- m. Kubah *lava*
- n. Dataran tinggi *lava*
- o. Lembah gunungapi (*barranco*), merupakan lembah - lembah lebar dan terjal dan sering dilalui oleh aliran *lahar*. Pada dinding sepanjang lembah tersebut dapat dilihat perlapisan endapan *lahar* dan *piroklastik* dengan mudah, sehingga dapat dipelajari mengenai sejarah letusannya
- p. Sumbat *lava*

Hal yang sering dijumpai adalah bahwa bentuklahan bentukan *volkanik* berada pada kompleks gunungapi dan sekitarnya. Tetapi ada juga beberapa bentukan yang berada terpisah dari kompleks gunung api, misalnya *dikes*, *stocks*, dan *bocca*. Dari keseluruhan bentuklahan - bentuklahan yang ada pada tubuh gunung api dicirikan umumnya oleh adanya pola aliran sungai radial yang berasal dari puncak gunungapi tersebut.

## **5.2. Bentuklahan Bentukan Asal Struktural**

Bentuklahan *struktural* terbentuk karena adanya proses *endogen* (tenaganya berasal dari dalam bumi) yang disebut proses *tektonik* atau *diatropisme*. Proses ini meliputi

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

pengangkatan, penurunan, dan pelipatan kerak bumi sehingga terbentuk struktur geologi yaitu lipatan dan patahan. Selain itu terdapat pula struktur horizontal yang lazimnya merupakan struktur asli sebelum mengalami perubahan. Dari struktur pokok tersebut, selanjutnya dapat dirinci menjadi berbagai bentuk berdasarkan sikap lapisan batuan dan kemiringannya. Beberapa prinsip yang perlu diperhatikan untuk mendasari interpretasi dan identifikasi bentuk struktural adalah :

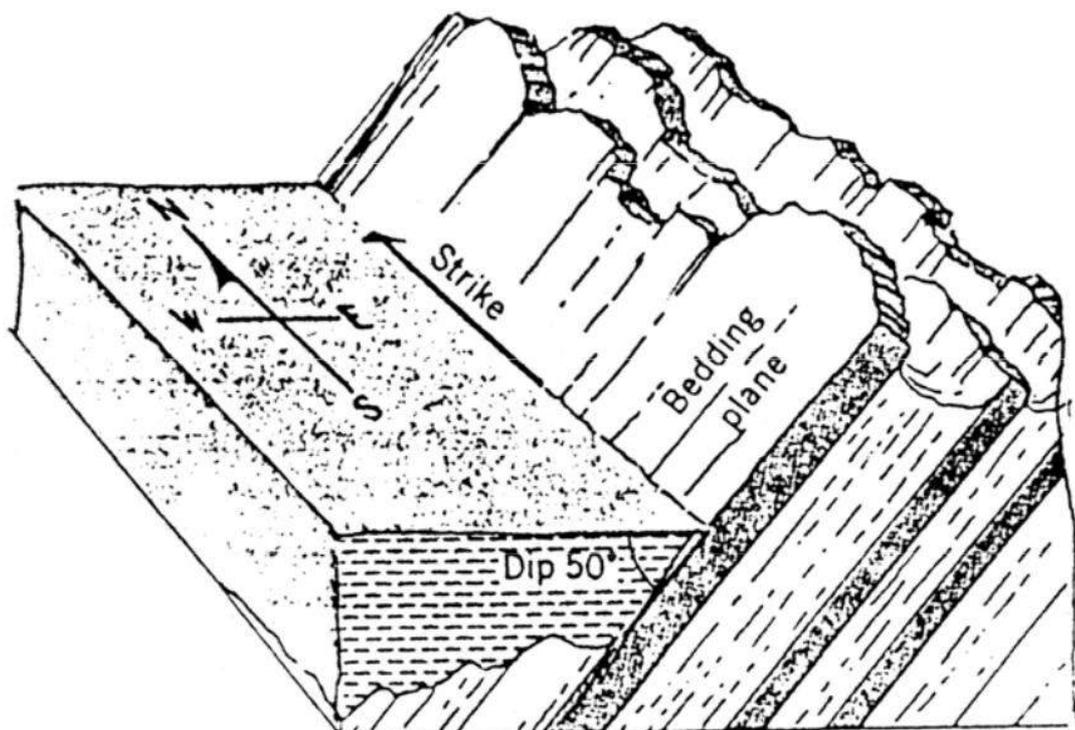
1. Perbedaan daya tahan (*resistensi*) lapisan batuan terhadap tenaga pengikisan sangat nyata pengaruhnya terhadap perbedaan *relief*. Lapisan batuan yang *resisten* akan menghasilkan *relief* positif (menonjol), lapisan yang tidak *resisten* (mudah terkikis) akan menghasilkan *relief* - *relief* negatif (cekung / lembah).
2. Sifat kelolosan air (*permeabilitas*) dari batuan penyusun yang berbeda antar lapisan batuan mengakibatkan perbedaan kepadatan alur pengatusan. Lapisan yang *kedap* (tidak tembus air) akan menghasilkan *relief* dengan alur - alur pengatusan yang rapat, sedangkan batuan yang sarang (*porous*) alur pengatusannya jarang. Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin kasar ukuran butir (*fragmen*) penyusun batuan, tingkat kesarangan (*permeabilitasnya*) semakin besar. Namun demikian perlu diingat pula bahwa selain *pori - pori*, batuan juga memiliki sistem retakan (*joints* dan *cracks*) yang mempengaruhi kelolosan air.
3. Pola aliran pada bentuklahan struktural umumnya sangat terkontrol oleh struktur.

Secara ringkas, petunjuk pada citra yang dapat digunakan sebagai dasar pengenalan struktur adalah :

- a. Perlapisan (*stratifikasi*)
- b. *Attitude* atau sikap lapisan (posisi bidang lapisan terhadap bidang datar/horizontal), yang meliputi :
  - 1) *Dip*
  - 2) *Strike*
  - 3) *Dip slope*
  - 4) *Face slope*
  - 5) *Scarp*
  - 6) Pola aliran
  - 7) Kontinuitas
  
  - 8) Dislokasi
  - 9) Kelurusan (*lineament*)
  - 10) Morfologi permukaan.

Bentuklahan ini ditentukan oleh tenaga *endogen* yang menyebabkan terjadinya *deformasi* perlapisan batuan dengan menghasilkan struktur lipatan dan patahan, dengan berbagai perkembangannya. Bentuklahan ini dicirikan oleh adanya perlapisan batuan yang mempunyai perbedaan ketahanan terhadap erosi. Akibat adanya tenaga *endogen* tersebut maka terjadi *deformasi sikap (attitude)* perlapisan batuan horizontal menjadi miring atau bahkan tegak dan membentuk lipatan. Penentuan nama suatu bentuk lahan struktural pada dasarnya didasarkan pada sikap perlapisan batuan (*dip* dan *strike*).

Di samping itu tenaga penyebab terjadinya bentuk *struktural* ini dapat berupa tekanan dari lapisan di atasnya yang tebal ke arah vertikal (bawah) sehingga *massa* sedimen yang lemah dan lunak di bawahnya tertekan. Apabila terdapat adanya bagian lapisan yang lemah akan terjadi penggelombangannya ke arah atas karena terdesak oleh tekanan yang ada di sekitarnya. Kenampakan seperti ini sering disebut dengan *pseudo volkanisme* atau "*diapir*". *Dip* adalah sudut perlapisan batuan yang diukur terhadap bidang horisontal dan tegak lurus terhadap arah jurus (*strike*). Sedangkan jurus (*strike*) merupakan arah garis perpotongan yang dibentuk oleh perpotongan antara bidang perlapisan dengan bidang horisontal, seperti disajikan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. *Dip* dan *Strike* Perlapisan Batuan Sedimen.

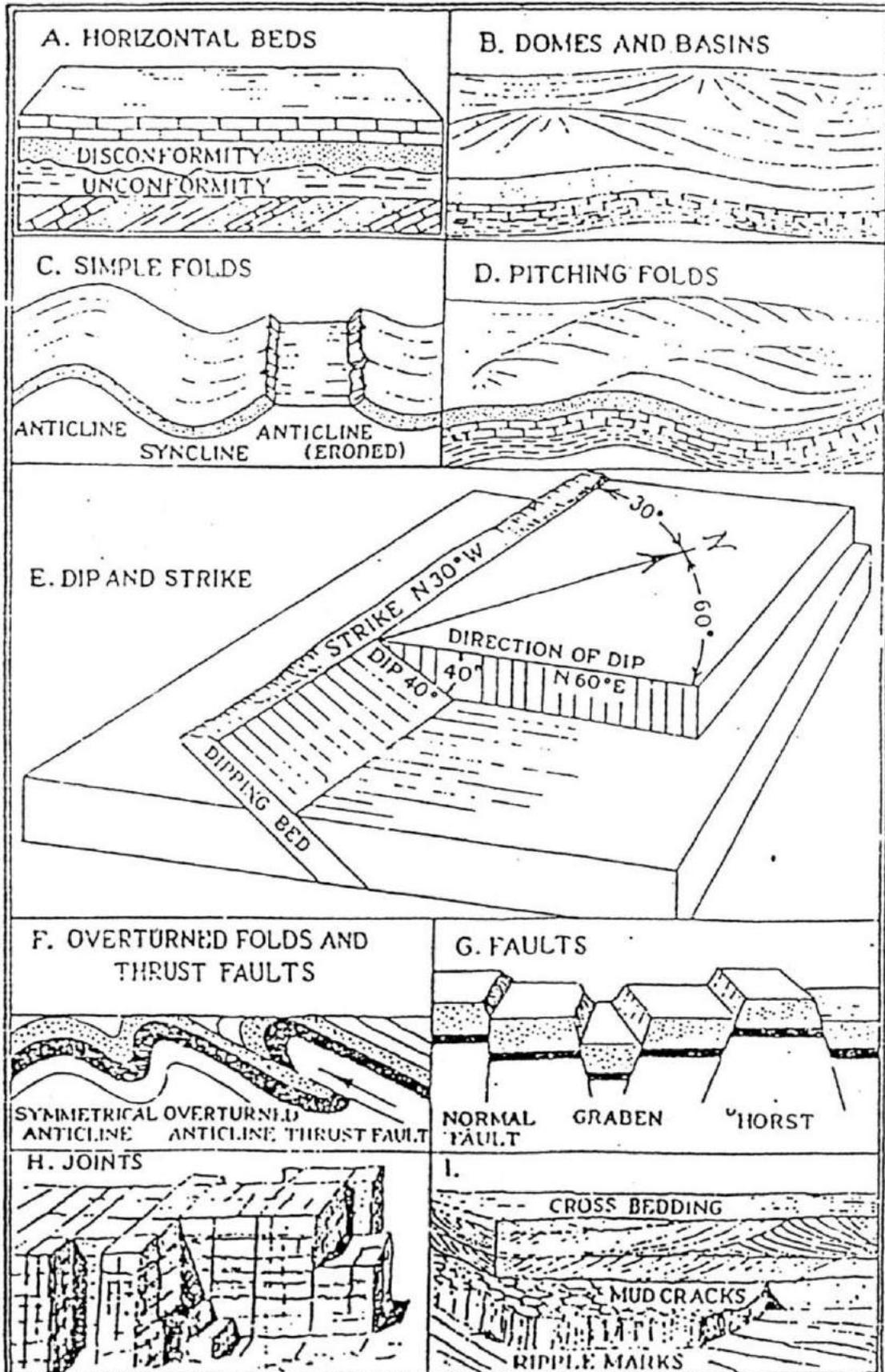
Bentuklahan *Struktural*, antara lain :

- Perbukitan / pegunungan *antiklinal*
- Perbukitan / pegunungan *sinklinal*
- Perbukitan / pegunungan *monoklinal*

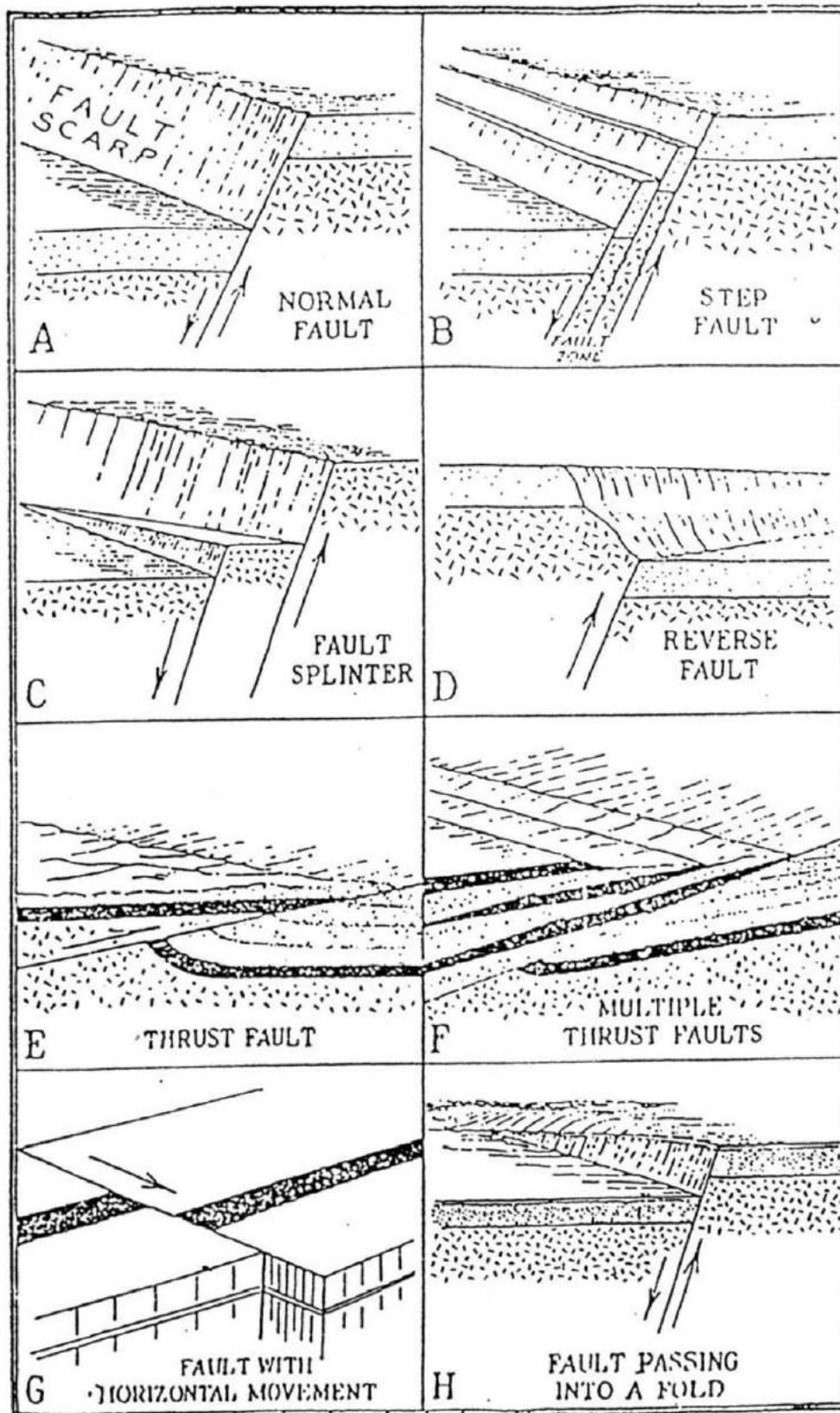
*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

- d. *Cuesta*
- e. *Hogback* dan *flat iron*
- f. Perbukitan/pegunungan kubah (*dome*)
- g. Perbukitan/pegunungan blok
- h. *Gawir*
- i. Igir / lembah sinklinal
- j. *Graben*
- k. Sembul / *horst*
- l. Nyaris dataran (*peneplain*).

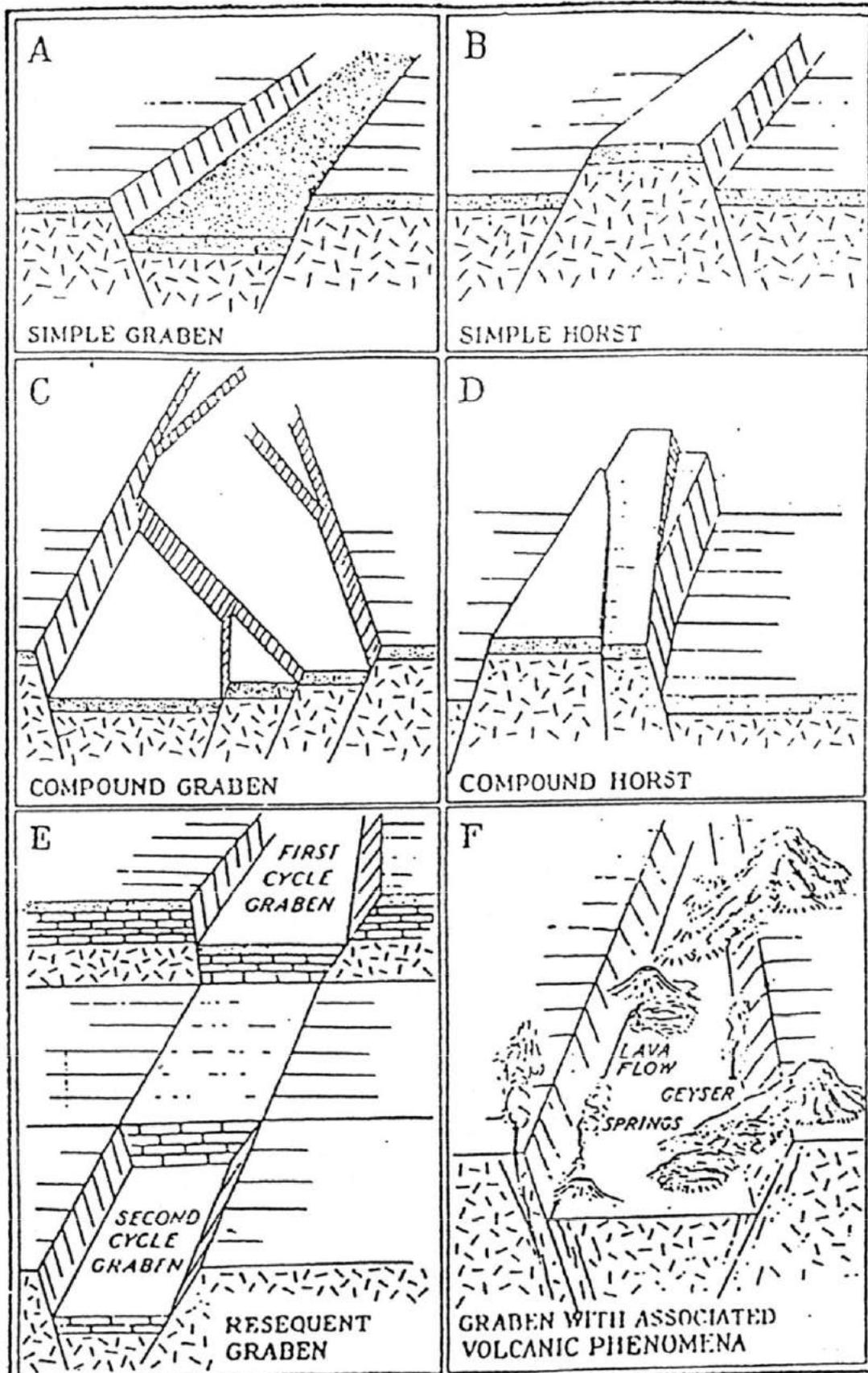
Berbagai macam sesar dan lipatan tersebut dapat berdiri sendiri, dapat pula bergabung membentuk struktur kompleks. Struktur kompleks, sering pula dibentuk oleh adanya sesar, lipatan, dan struktur volkan yang menjadi satu dan tidak dapat dipisahkan satu persatu.



Gambar 5.2. Struktur Batuan Sedimen dengan Bentuklahannya



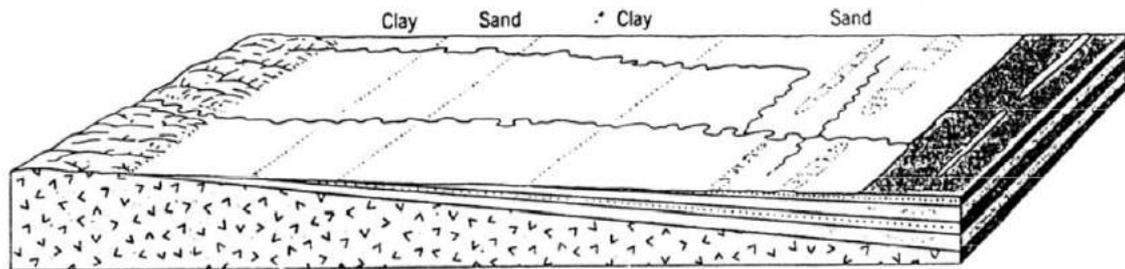
Gambar 5.3. Berbagai Macam Sesar



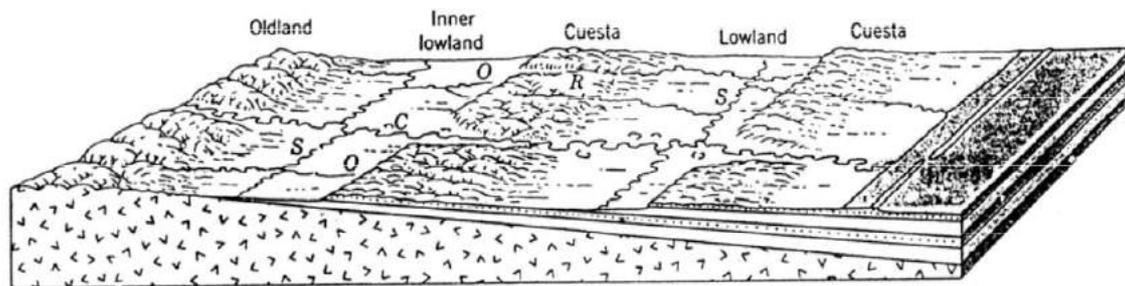
Gambar 5.4. Graben (Terban) dan Horst (Sembul)

Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)

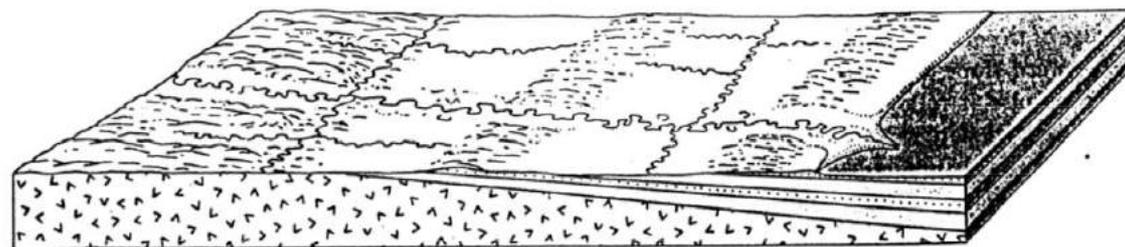
Bentuklahan *struktural* dicirikan oleh adanya pola aliran *trelis*, yang tersusun dari sungai - sungai *konsekwen*, *subsekwen*, *resekwen*, dan *obsekwen*. Keempat sungai tersebut membentuk suatu pola aliran khusus bagi daerah *struktural* seperti disajikan pada Gambar 5.5. Pada Gambar 5.5. tersebut tampak adanya perkembangan daerah pantai dengan kemiringan kurang dari 7°. Dalam perkembangannya muncul bentuk lahan - bentuk lahan : lahan rendah dalam (*inner lowland*), *cuesta*, lahan rendah (*lowland*), dan lahan tua (*oldland*).



A. Initial stage; plain recently emerged.



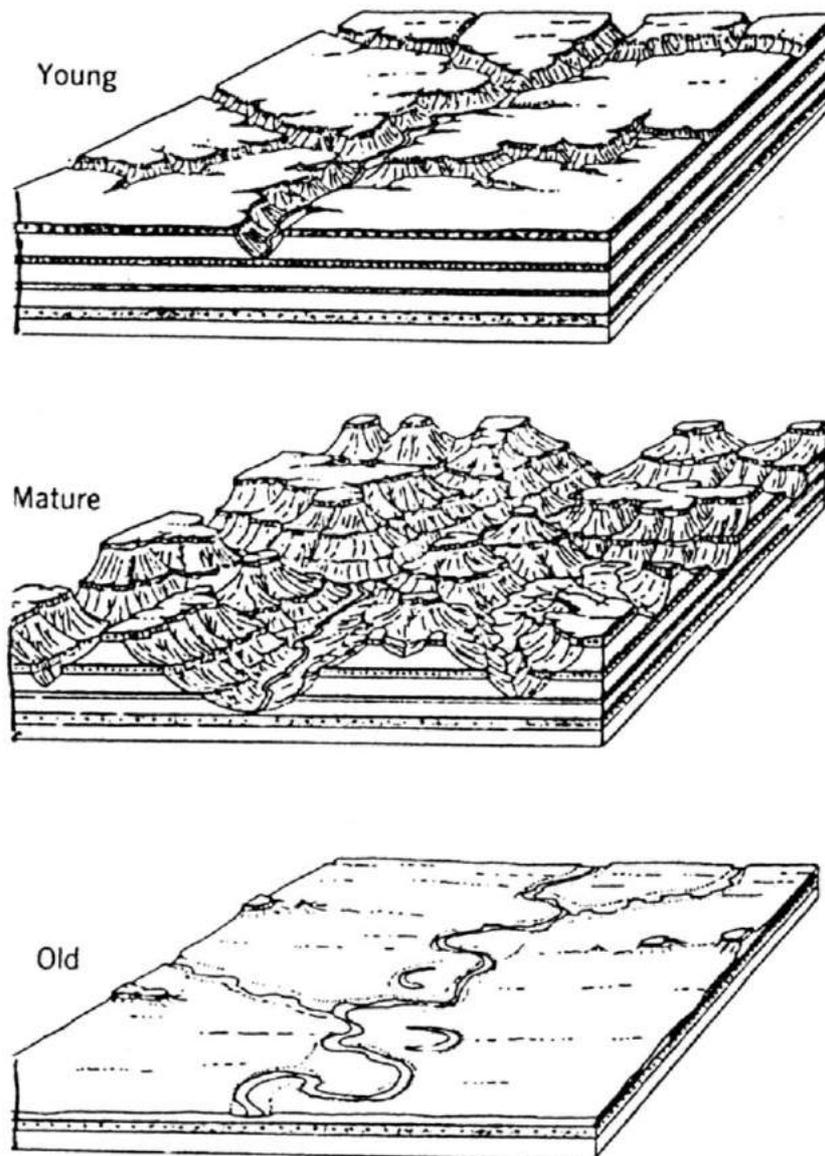
B. Mature stage; cuestas and lowlands developed. S = subsequent; C = consequent; O = obsequent; R = resequent.



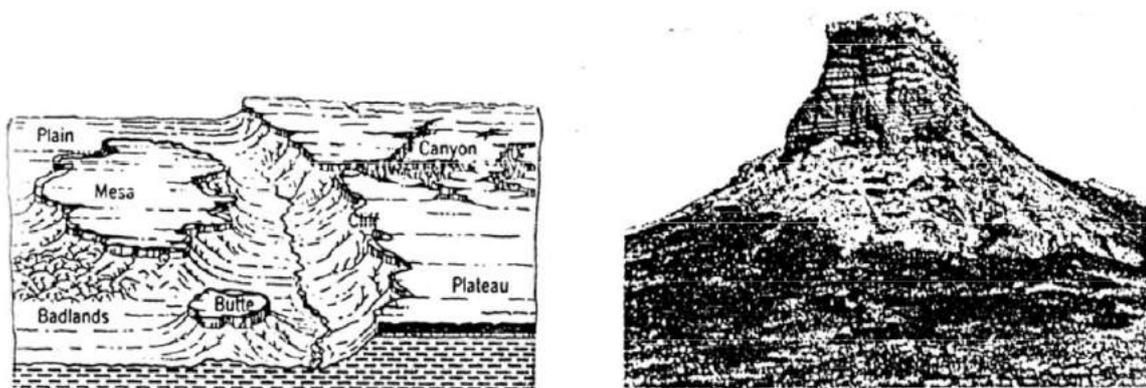
C. Late mature or old stage; relief very low.

Gambar 5.5. Pola Aliran *Trelis* pada Dataran Pantai

Apabila hal ini terjadi pada lapisan batuan horisontal yang terangkat pada ketinggian tertentu, maka dengan aktifnya proses erosi akan meninggalkan bukit sisa yang berupa *plato*, *mesa*, dan *butte* seperti disajikan pada Gambar 5.6. dan Gambar 5.7.



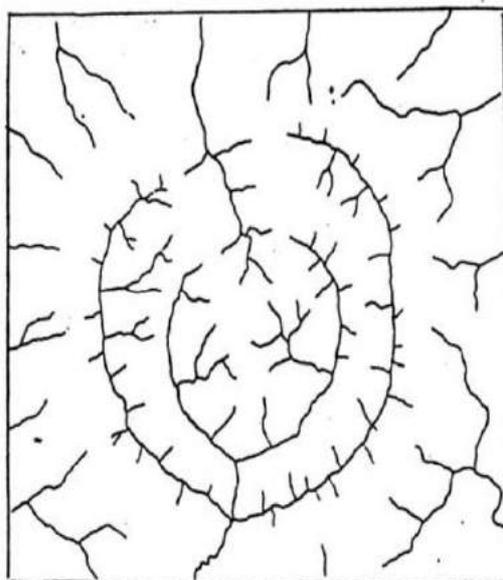
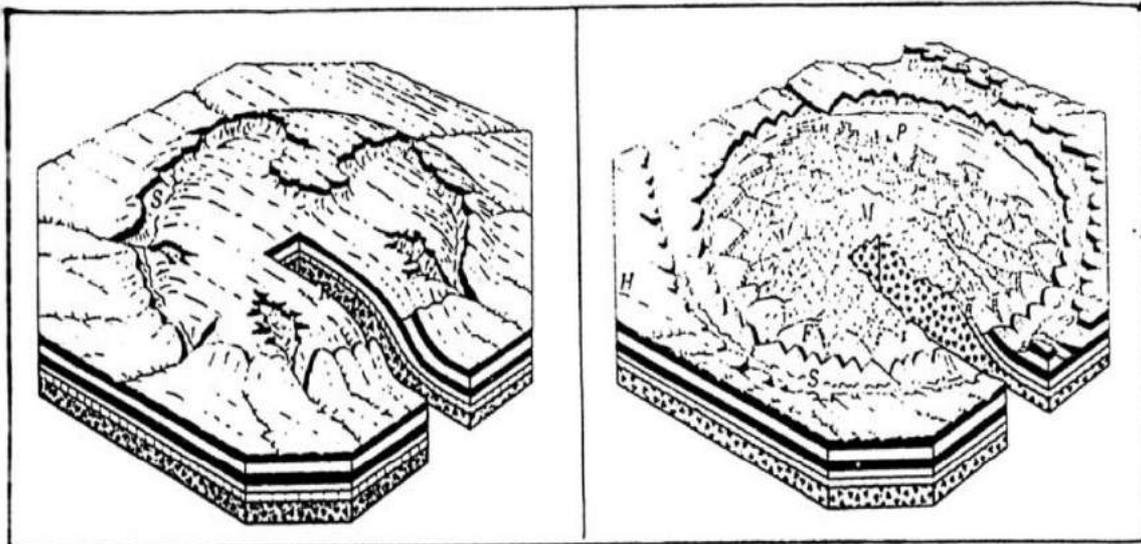
Gambar 5.6. Perkembangan Bentuk Lahan pada Kawasan yang di Kontrol



Gambar 5.7. Plato, Messa, dan Butte

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

Beberapa tempat sering terjadi adanya tenaga *endogen* yang memusat pada satu titik (tempat) sehingga lapisan yang horisontal tersebut mengalami *deformasi* per lapisan dan membentuk kubah. Kubah *struktural* dicirikan oleh arah *dip* yang *radial* dan *strike* yang melingkar dengan pola aliran *anular* (Gambar 5.8.). pada bagian lapisan keras yang mengelilingi inti *dome* tersebut sering terbentuk sisa hasil erosi berupa bukit - bukit sisa yang berbentuk menyerupai *strika* dan disebut "*flat iron*".

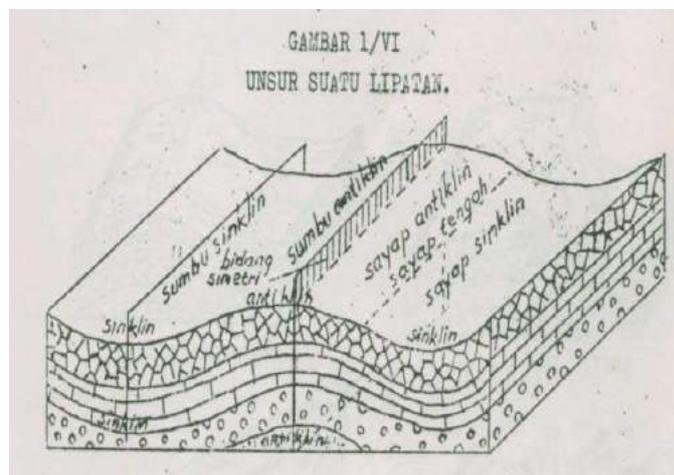


**Gambar 5.8.** Pola Aliran *Anular* suatu Kubah Struktural (*Dome*)

### 5.3. Tenaga Pembentuk Lipatan, Kubah, dan Patahan

#### 5.3.1. Tenaga Pembentuk Lipatan

Daerah yang berstruktur lipatan, kubah, dan struktur patahan, pada dasarnya disebabkan oleh tenaga *endogen*. Hanya saja tenaga *endogen* pembentuk ketiga daerah struktur lipatan, kubah, dan patahan tidak sama. Pada daerah berstruktur lipatan, disebabkan oleh tenaga *endogen* yang arahnya mendatar berupa tekanan, sehingga batuan sedimen yang letak lapisan - lapisannya mendatar berubah menjadi terlipat atau bergelombang. Daerah yang berstruktur demikian disebut daerah lipatan, dalam bahasa Inggris disebut *folded zone*. Untuk memberikan kejelasan tentang daerah lipatan, berikut ini disajikan ilustrasi dalam Gambar 5.9. (Sudardja & Akub, 1977: 115).

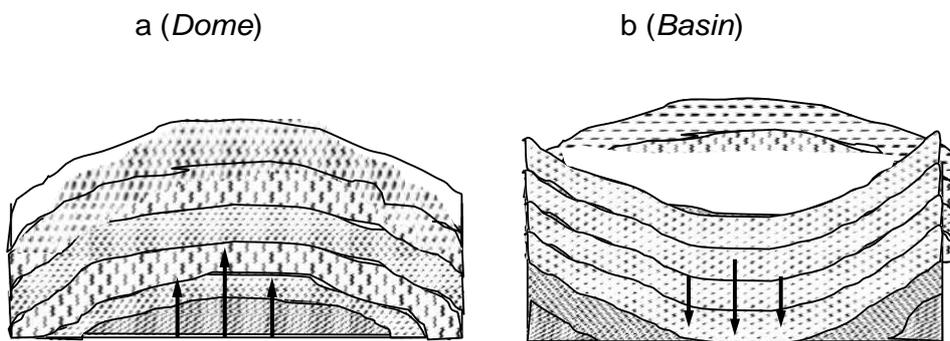


Gambar 5.9. Bentuk Dome dan Basin

Pada Gambar 5.9 di atas, dengan mudah dapat dilihat bahwa suatu lipatan tersebut memiliki beberapa bagian, sebagai akibat dari adanya lipatan tersebut. Unsur - unsur tersebut adalah *antiklinal*, *sinklinal*, *sayap antiklin*. Di samping itu juga ada berupa sumbu *antiklinal* dalam kaitannya dengan menentukan posisi suatu lipatan yaitu *dip* (kemiringan) dan *strike* (jurus), serta sumbu *sinklinal*. Berbicara mengenai lipatan ada beberapa macam sebagai akibat dari kekuatan yang membentuknya, yaitu lipatan tegak, miring, menggantung, *isoklin*, rebah, kelopak, *antiklinorium*, dan *sinklinorium*. Di dunia ini banyak terdapat daerah lipatan yang memperlihatkan bentukan topografi yang jelas, lipatan yang terkenal adalah lipatan Sirkum Pasifik dan lipatan Alpina. Kedua lipatan tersebut mempunyai kelanjutan di Indonesia. Lipatan Alpina di Indonesia berupa sistem pegunungan Sunda yang terbentang di Indonesia mulai dari Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara Barat dan Timur, Maluku, dan berakhir di Pulau Banda. Lipatan ini merupakan busur dalam yang Indonesia bersifat *vulkanis* dan busur luar yang non *vulkanis*. Demikian pula dengan lipatan Sirkum Pasifik dari Filipina bercabang ke Kalimantan dan Sulawesi dan

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

seterusnya. Untuk memperjelas secara visual berikut ini disajikan jenis - jenis lipatan tersebut seperti pada Gambar 5.10. Tenaga pembentuk daerah yang berstruktur kubah adalah tenaga *endogen* mempunyai arah tegak lurus kearah luar bumi, sehingga daerah yang luas mengalami pencembungan akibat tenaga tersebut. Seperti juga lipatan, *dome* juga mempunyai *Dip*, tetapi *dip* pada *dome* menuju kesemua arah. Kalau boleh diumpamakan bahwa *dome* tersebut ibarat kuali yang ditelungkupkan. Kalau tenaga yang tegak lurus tersebut menuju pusat bumi, maka bentuk yang dihasilkan merupakan kebalikan dari *dome*, yaitu berupa basin atau cekungan ibarat kuali yang menghadap ke atas. Berikut ini merupakan ilustrasi antara *dome* dan *basin* (Sudardja & Akub 1977: 122).



**Gambar 5.10.** Bentuk *Dome* dan *Basin*

Berdasarkan pembentukannya *dome*, digolongkan menjadi beberapa macam, yaitu:

a. *Dome* yang berintikan batuan beku yang terdiri dari dua jenis, yaitu *dome laccolith* dan *batolith*.

Terjadi karena penerobosan *magma* ke dalam kulit bumi, sehingga lapisan kulit bumi yang terletak di atasnya terdesak yang mengakibatkan kulit bumi tersebut cembung. Adapun bentuk *dome* beserta lapisannya dapat diilustrasikan seperti Gambar 5.10. (Sudardja & Akub 1977: 122).

b. *Dome* atau kubah garam

Kubah garam terjadi akibat *intrusi* massa garam ke dalam lapisan batuan. Jadi kubah ini mempunyai inti berupa garam. Di atasnya kadang - kadang terdapat lapisan tudung berupa *gips*, batu gamping, atau *dolomit* yang pejal. Pada umumnya kubah garam ini kecil - kecil dengan garis tengah 1 - 6 km dengan ketinggian  $\pm$  100 kaki dari daerah sekitarnya. Banyak di antaranya mempunyai nilai ekonomis. Bentuk *dome* seperti ini banyak terdapat di Jerman (Harz Mountains),

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)*

Sayap kanan pegunungan Karpatia (Rumania), Mesir, Persia, Spanyol, Maroko, dan Aljazair. Terjadinya diduga bahwa lapisan garam yang terletak jauh di dalam lapisan bumi, mendapat tekanan yang keras sehingga keadaannya menjadi *plastis* dan pada bagian di bagian kulit bumi yang lemah ia naik dan mendorong lapisan batuan yang ada di atasnya, sehingga cembung ke atas. Kubah garam ini meskipun berstruktur kubah, sering kali memperlihatkan permukaan yang cekung, karena garam merupakan lapisan yang mudah larut, akibatnya lapisan yang terletak di atasnya mudah ambruk. Jadi dalam hal ini dapat dikatakan bahwa daerah itu berstruktur positif tetapi topografi negatif.

c. Kubah akibat pengangkatan regional pada daerah yang luas.

Kubah pada golongan ini adalah akibat adanya pengangkatan *regional* di daerah yang luas. Ukurannya luas dengan *dip* yang landai hingga hampir mendatar. Kubah ini mungkin terjadi sebagai akibat dari desakan batuan *volkanis* dari dalam atau karena proses *epirogenesis*.

d. Kubah *kriptovolkanis* (*Cryptovolcanic domes*)

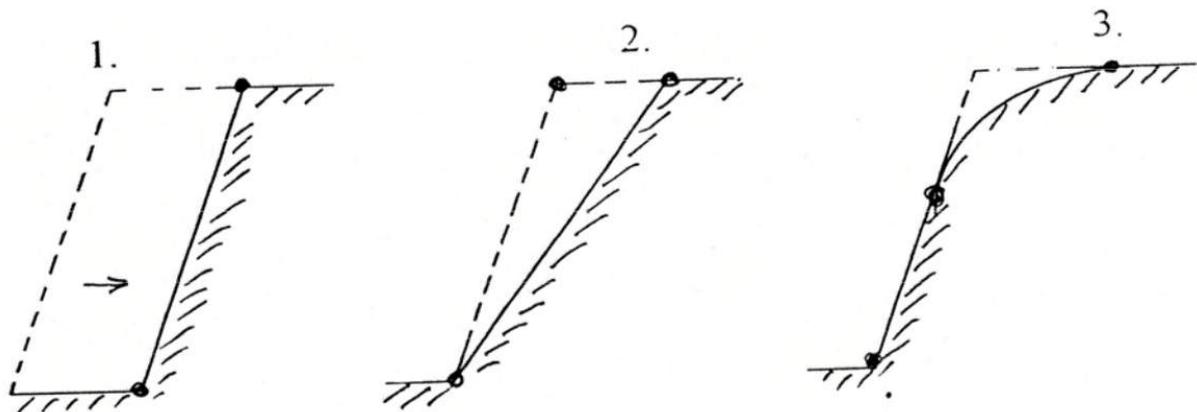
Kubah ini terjadi sebagai akibat dari desakan gas dari dalam bumi yang bergerak secara tiba-tiba, tetapi dengan kekuatan kecil. Karena kekuatannya yang kecil sehingga tidak sampai ke luar, melainkan hanya mendorong lapisan kulit bumi hingga cembung.

#### **5.4. Bentuklahan Bentukan Asal Proses Denudasional**

Pembahasan tentang bentuklahan bentukan asal proses *denudasional*, maka tidak akan lepas dari pembahasan mengenai proses-proses pelapukan (*weathering*), erosi, gerak massa batuan (*mass movement*), dan proses pengendapan (*sedimentation*). Pelapukan merupakan pecahnya batuan akibat kerjasama semua proses pada batuan baik secara mekanik (*desintegrasi*) maupun kimia (*dekomposisi*) yang mengakibatkan batuan tersebut menjadi *fragmen-fragmen* batuan yang lebih kecil (Strahler, 1968). Akibat tenaga gravitasi yang bekerja pada *fragmen* batuan hasil pelapukan tersebut terjadilah suatu gerak massa batuan yang dapat berupa jatuh bebas (*fall*), longsor (*slide*), menggelinding (*roll*), rayapan (*creep*), dan aliran (*flow*) dari *fragmen* tersebut menuruni lereng yang kemudian terendapkan pada suatu tempat yang lebih rendah. Sedangkan daerah yang ditinggalkan akan membentuk suatu fenomena dengan topografi yang *berrelief* kasar akibat terbentuknya lembah-lembah yang dalam. Material endapan akibat proses gravitasi terhadap *fragmen-fragmen* batuan yang *heterogen*

Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi) disebut *koluvium (colluvium)*. Kerjasama proses - proses tersebut di atas inilah yang membentuk suatu bentuklahan asal proses *denudasional*. Proses *denudasional* dimaksudkan besarnya/volume material permukaan bumi yang terlepas dan terangkut oleh berbagai tenaga geomorfologi per satuan luas dalam waktu tertentu. Proses - proses tersebut dapat berupa erosi dan gerak massa batuan. Dengan demikian maka daerah yang ditinggalkan oleh material tersebut maupun daerah hasil deposisi material akibat gravitasi dikenal sebagai fenomena permukaan bumi yang terdenudasi, dan bentuklahannya dikelompokkan ke dalam bentuk asal proses *denudasional*. Oleh karena itu pada umumnya bentuklahan ini terdapat pada daerah dengan topografi berombak, bergelombang, berbukit, atau bergunung yang berbatuan lunak (akibat proses pelapukan) dan beriklim basah, sehingga bentuk strukturnya tidak nampak lagi karena adanya gerak massa batuan.

Pembagian bentuklahan *denudasional* dapat dilakukan lebih rinci dengan mempertimbangkan beberapa aspek, yaitu: batuan, proses gerak massa yang terjadi, dan *morfometri*. Proses pelapukan adalah pecahnya batuan baik secara *desintegrasi* (fisik) maupun dekomposisi (kimia). Pada proses pelapukan ini tidak/belum terjadi adanya perpindahan partikel batuan ke tempat lain. Dengan terjadinya pelapukan tersebut adalah merupakan awal terjadinya evolusi bentuklahan khususnya dimulai dari evolusi lereng yang membatasi bentuklahan tersebut. Adapun cara perkembangan lereng



**Gambar 5.11.** Model Klasik Evolusi Lereng

Keterangan gambar :

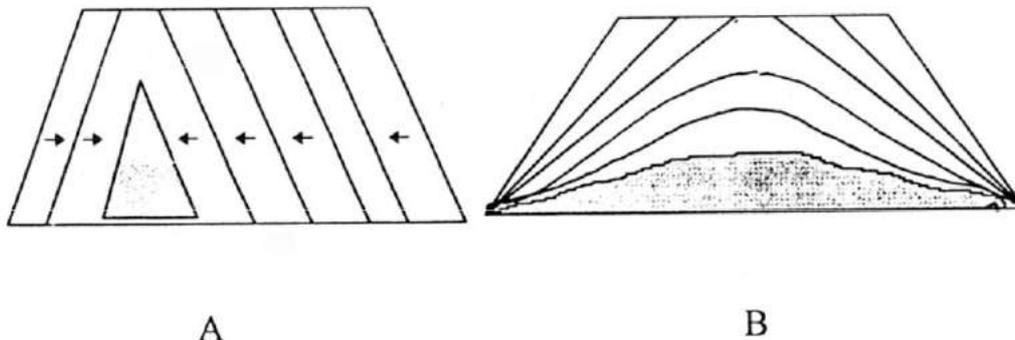
- No. 1 . *Main slope retreat* (lereng utama mundur)
- No. 2 . *Main slope decline* (lereng utama mengecil)
- No. 3 . *Main slope shortening* (lereng utama menjadi pendek)

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)*

Perkembangan tersebut dipengaruhi oleh 3 (tiga) faktor utama yaitu :

- a. Bentuk asal dari lereng utama
- b. Karakteristik internal lereng utama
- c. Seluruh karakteristik lereng utama (karakteristik *internal* dan *external*)

Dari teori tersebut di atas berkembanglah dua macam pendapat tentang teori perkembangan lereng yang merupakan awal berkembangnya bentuklahan bentukan *denudasional*, yang dikemukakan oleh W. Penck dan M.W. Davis. Kedua pakar geomorfologi tersebut mengemukakan konsep lereng yang berbeda satu dengan lainnya. W. Penck mengadakan penelitian di daerah *arid* (kering) dan beliau menganggap bahwa perkembangan bentuklahan ditandai dengan adanya proses evolusi lereng dari tipe "*Main Slope Retreat*" sehingga dalam perkembangannya lereng selalu mundur dengan besar lereng dan bentuk lereng yang tetap dan dengan hasil akhir berupa bentuk bukit sisa yang meruncing ("*INSELBERG*"). Akan tetapi pendapat M.W. Davis yang mengadakan penelitian di wilayah tropik basah menganggap bahwa evolusi lereng terjadi secara "*Main Slope Decline*", dimana titik perkembangan lereng tetap, lereng secara berangsur - angsur menjadi kecil, panjang serta bentuk lereng berubah menjadi lebih panjang dan cembung. Dengan demikian maka hasil akhir yang terjadi



**Gambar 5.12.** Model Evolusi Lereng, (A). Model Evolusi W. Penck

Di dalam evolusi bentanglahan yang menghasilkan bentuklahan *denudasional*, M.W. Davis mengemukakan adanya 3 (tiga) faktor yang mempengaruhi perkembangan bentuklahan :

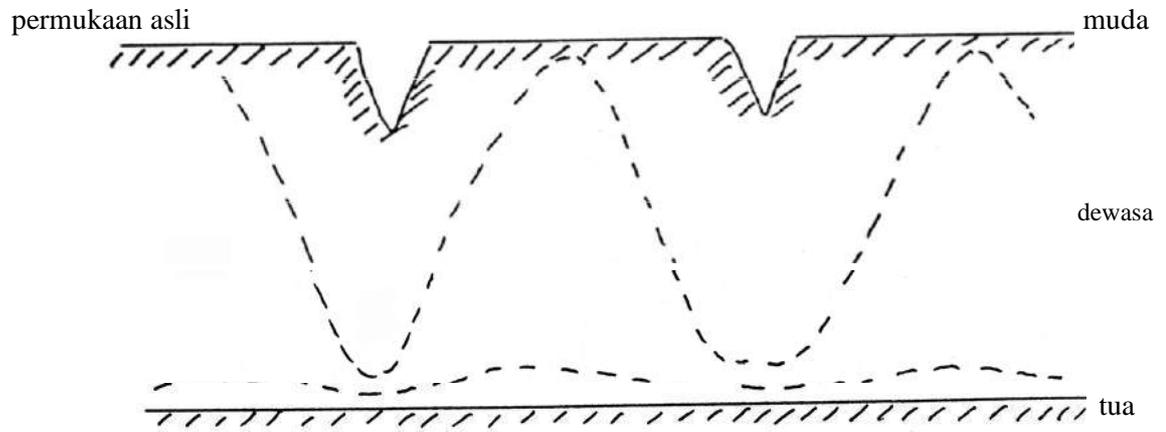
- a. Struktur geologi
- b. Proses geomorfologi
- c. Stadia (waktu/umur)

Dengan adanya faktor tersebut maka dalam evolusinya, bentuklahan melewati beberapa stadium :

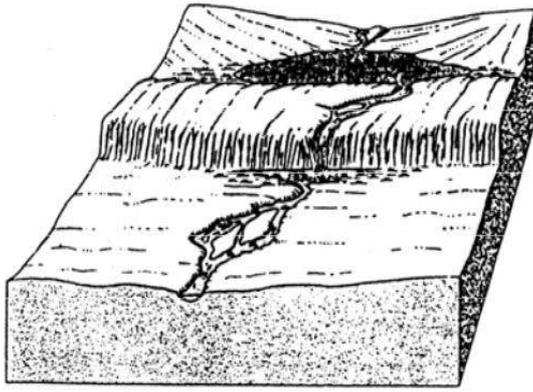
- a. Stadium muda
- b. Stadium dewasa
- c. Stadium tua

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

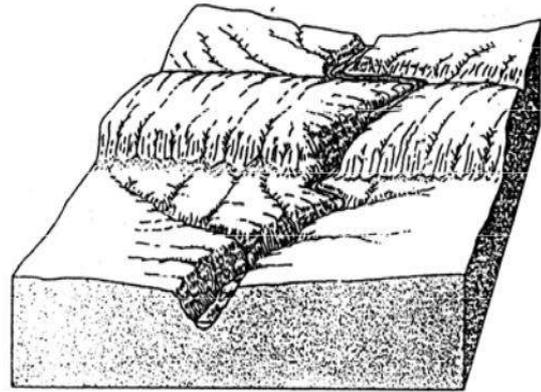
Secara garis besar evolusi bentuklahan bentukan asal proses *denudasional* tersebut di sajikan pada Gambar 5.13. dan ditunjukkan pula blok - blok diagram yang disajikan pada Gambar 5.14.



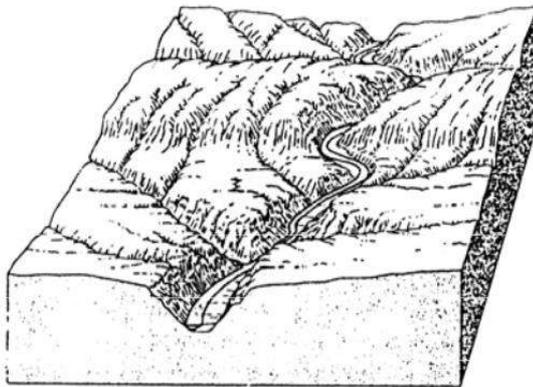
**Gambar 5.13.** Stadium Perkembangan Bentanglahan (M.W. Davis)



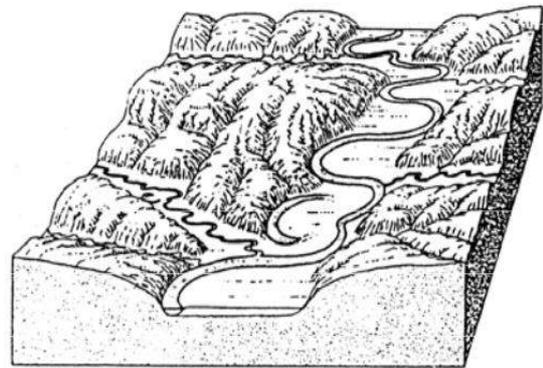
A. Permukaan Asli



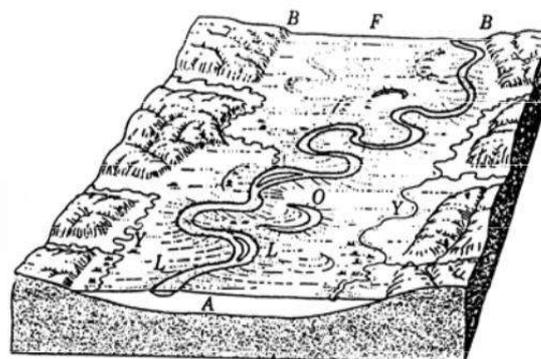
B. Stadium Muda



C. Awal Stadium Dewasa



D. Stadium Dewasa Penuh



E. Stadium Tua

Gambar 5.14. Evolusi Bentuklahan pada Berbagai Stadium

#### **5.4.1. Pada Stadium Muda**

Lahan masih tinggi, banyak dijumpai permukaan asli, lembah dangkal dengan dinding terjal, proses erosi yang dominan adalah erosi *vertikal*. Hal ini dikarenakan kedudukan permukaan tanah jauh di atas level dasar (*base level*) yang merupakan titik berhentinya erosi *vertikal*.

#### **5.4.2. Pada Stadium Dewasa**

Lahan mulai rendah, lembah melebar, dan terjal, *interfluve* membulat/meruncing dan sempit. Di sini terjadi "*RELIEF MAKSIMUM*" yakni ketika lembah masih mempunyai puncak dengan *interfluve* yang sempit dan hanya tinggal sedikit atau bahkan tidak dijumpai lagi permukaan asli akibat proses erosi. Pada stadium ini, proses erosi yang terjadi adalah erosi vertikal yang mendalamkan lembah (*valley deepening*) dan erosi lateral yang berakibat menjadi bertambah lebarnya lembah (*valley widening*).

#### **5.4.3. Pada Stadium Tua**

Pada tahap ini permukaan tanah yang ada sudah mendekati level dasar (*base level*) sehingga kondisinya adalah permukaan lahan menjadi rendah, dengan kemiringan lereng landai hingga datar, sungai mulai membentuk pola sungai meander dan sungai mengalir memotong dataran banjir dan membentuk tanggul - tanggul sungai rendah, proses erosi dan sedimentasi dalam keadaan seimbang (*equilibrium*). Apabila permukaan tanah telah mencapai dasar, maka perjalanan proses erosi tersebut telah mengalami satu daur erosi (*single erosion cycle*). Dengan demikian maka permukaan yang baru terbentuk tersebut merupakan permukaan pada stadium muda bagi daur erosi yang kedua (berikutnya). Menurut M.W. Davis evolusi bentanglahan tersebut diawali dengan pengangkatan, erosi, transportasi, kemudian mencapai base level sehingga erosi terhenti, dan membentuk bentuklahan nyaris dataran (*penepain*). Bentuklahan denudasional secara genesisnya terjadi akibat proses denudasi yang dicirikan oleh adanya gerak massa (*mass movement*) yaitu proses Bergeraknya puing-puing batuan (termasuk di dalamnya tanah) secara besar-besaran menuruni lereng secara lambat hingga cepat oleh pengaruh langsung gravitasi. Bentuk lahan denudasional ini terdapat pada daerah yang luas terutama di daerah berbatuan lunak dan beriklim basah, yang bentuk - bentuk strukturalnya tidak dapat bertahan lebih lama. Dengan demikian diperlukan pembagian yang lebih rinci atas dasar karakteristik morfometrinya, seperti relief (perbukitan, pegunungan), kemiringan lereng dan atau kepadatan aliran/pengikisan. Dapat pula membagi bentuk lahan denudasional berdasarkan litologi, apabila banyak tipe

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)*

batuan yang berpengaruh pada perkembangan bentuk lahan. Beberapa contoh satuan bentuklahan asal proses denudasional antara lain:

- a. Perbukitan / pegunungan denudasional
- b. Perbukitan terisolir (*inselberg*)
- c. Nyaris dataran (*penepain*)
- d. Lereng kaki
- e. *Piedmont* (gabungan beberapa kipas *aluvial*)
- f. Dinding terjal (*scarp, cliff*)
- g. Rombakan kaki lereng
- h. Lahan rusak
- i. Kerucut talus
- j. Daerah yang banyak gerak massa batuan
- k. Monadnock.

Berikut ini dikemukakan beberapa contoh deskripsi bentuklahan bentukan asal proses *denudasional* :

1) Pegunungan *Denudasional*

Karakteristik umum dari bentuklahan ini mempunyai topografi bergunung dengan lereng terjal hingga sangat terjal ( $> 55^\circ$ ) dengan perbedaan tinggi (*relief*) antara tempat terendah dengan tempat tertinggi  $> 500$  meter. Tingkat pengikisan (*dissection*) tergantung dari kondisi litologi, iklim, vegetasi penutup serta proses gerak massa yang bekerja pada tempat tersebut. Umumnya mempunyai lembah yang dalam, berdinding terjal, dan berbentuk V karena proses yang dominan adalah proses yang cenderung “pendalaman lembah” (*valley deepening*).

2) Perbukitan *Denudasional*

Perbukitan *denudasional* mempunyai topografi berbukit dan bergelombang dengan kemiringan lereng antara  $15^\circ - 55^\circ$  dengan perbedaan tinggi *relief* antara 50 - 500 meter. Umumnya terkikis rendah hingga tinggi, tergantung pada kondisi litologi, iklim, dan vegetasi penutup. Pola aliran sungainya *dendritik* dengan modifikasinya seperti *dendritik sub paralel*. Kerapatan alur menunjukkan adanya tingkat *torehan* yang tinggi.

3) Dataran Nyaris (*Penepain*)

Akibat dari proses *dunudasional* yang bekerja pada pegunungan/perbukitan secara terus menerus, maka permukaan pada daerah tersebut cenderung menurun ketinggiannya dan membentuk permukaan yang hampir datar yang disebut dengan dataran nyaris (*penepain*). Perlu dicatat disini bahwa dataran nyaris selalu dikontrol oleh

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

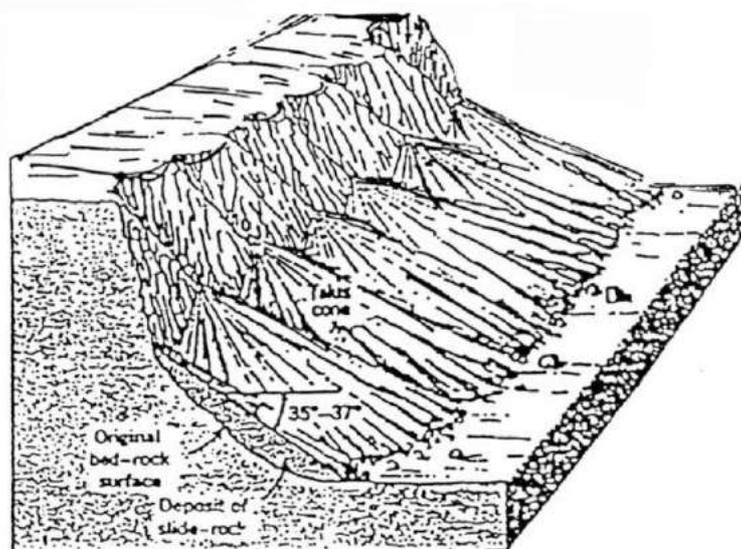
batuan dengan struktur berlapis. Apabila batuan penyusun tersebut adalah *masif* dan mempunyai permukaan yang datar akibat proses *denudasi* maka permukaan tersebut sering disebut “permukaan *planasi*” (*planation surface*). Kenampakan tersebut menunjukkan bahwa bentuklahan tersebut adalah pada *fase* (umur) tua.

4) Perbukitan Sisa Terpisah (*Inselberg*)

Apabila dinding lereng suatu pegunungan/perbukitan mengalami mundur (*retreat slope*) akibat proses *denudasi* dan lereng kaki (*foot slope*) bertambah lebar secara terus menerus akan meninggalkan bentuk sisa dengan dinding perbukitan yang curam. Umumnya bentuk sisa terpisah (*inselberg*) tersebut adalah berbatuan tanpa penutupan lahan (*bare land*) dan banyak singkapan batuan (*outcrop*). Kenampakan ini banyak terjadi baik pada pegunungan maupun perbukitan terpisah dengan bentuk membulat. Apabila bentuknya relatif memanjang dengan dinding bukit terjal disebut “*monadnock*”.

5) Kerucut Talus atau Kipas *Koluvial*

Bentuklahan ini mempunyai topografi berbentuk kerucut/kipas dengan lereng curam ( $20^{\circ}$  -  $35^{\circ}$ ). Secara individu *fragmen* batuan bervariasi dari ukuran pasir hingga bongkah, tergantung pada besarnya *cliff* (dinding terjal) dan batuan yang hancur. *Fragmen* berukuran kecil terendapkan pada bagian atas kerucut (*apex*), sedangkan *fragmen* berukuran besar terendapkan di bagian bawah kerucut talus. Gambar 5.15. menunjukkan contoh serangkaian kerucut talus yang berada di depan dinding terjal suatu bukit.



**Gambar 5.15.** Kerucut Talus dan Kipas Koluvial (Strahler, 1968)

6) Lereng Kaki (*Foot Slope*)

Mempunyai area memanjang dan relatif sempit, terletak pada kaki suatu pegunungan/perbukitan dengan topografi landai hingga berombak dan mempunyai lereng landai hingga agak miring dan tanpa hingga sedikit terkikis. Lereng kaki dapat terjadi pada kaki pegunungan/perbukitan dan lembah atau dasar suatu cekungan (basin). Terdapat dua macam lereng kaki yaitu lereng kaki *akumulasi* yakni pengendapan bahan rombakan dari batuan di atasnya dan lereng kaki akibat erosi pada kaki perbukitan/pegunungan sehingga membentuk lereng kaki pengikisan (*glasis*).

7) Lahan Rusak (*Bad Land*)

Lahan rusak mempunyai bentuklahan yang mempunyai topografi dengan lereng curam hingga sangat curam, terkikis kuat hingga sangat kuat dengan membentuk lembah - lembah dalam, lebar, dan berdinding terjal, serta *igir - igir* perbukitaan yang tajam (*knife ridges*) dan membulat (*rounded ridges*). Kondisi ini menyebabkan tanah tipis, miskin hara, dan banyak muncul singkapan batuan.

### 5.5. **Bentuklahan Bentukan Asal Proses Fluvial**

Bentukan ini terutama berhubungan dengan daerah - daerah penimbunan (*sedimentasi*), seperti lembah - lembah sungai dan dataran *aluvial*, dengan tenaga geomorfologi utama adalah gerakan air. Pada dasarnya bentuklahan yang disebabkan oleh proses *fluvial* adalah bentuklahan yang terjadi akibat proses air mengalir baik yang memusat (sungai) maupun oleh aliran permukaan bebas (*overland flow*). Ketiga aktivitas dari baik sungai maupun aliran permukaan bebas tersebut mencakup :

- a. Erosi
- b. *Deposisi*/sedimentasi
- c. Transportasi

Erosi oleh sungai adalah pelepasan secara progresif material dasar dan tebing sungai. Transportasi oleh sungai adalah terangkutnya partikel batuan yang telah tererosi secara melompat (*traction*), menggelinding (*rolling*), meluncur (*sliding*), suspensi (*suspended matter*), maupun larutan (*dissolve matter*). *Deposisi* adalah akumulasi secara *progresif* material sungai yang terangkut pada dasar sungai maupun dataran banjir atau tubuh perairan dimana sungai terhenti. *Deposisi* terjadi sebagai akibat dari *gradien* sungai/lereng permukaan kecil, dan debit aliran sungai kecil, sehingga tenaga untuk

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*  
mengangkut tidak mampu lagi *mentransport* sedimen. Ketiga proses sungai tersebut tidak dapat terpisahkan satu sama lain sehingga dikenal dengan istilah **“Three Phases of Single Activity”**.

### **5.5.1. Erosi Sungai**

Erosi sungai dapat berbentuk :

- a. *Hidraulic action* : menumbuk dan menggerus (*scouring*) material sungai sehingga material *aluvial* yang tidak kompak seperti : krakal, kerikil, pasir, dan lempung dapat terangkut
- b. *Korasi/abrasi* : pelepasan secara mekanis material alur sungai (kekuatannya lemah dari pada proses *hidrolis*)
- c. *Korosi* : proses pelapukan secara kimia akibat reaksi asam dan solusi, terutama terjadi pada batuan gamping (*limestone*)

### **5.5.2. Transportasi Sungai**

Transportasi sungai disebabkan oleh adanya kekuatan aliran sungai yang sering dikenal dengan istilah kompetensi sungai (*stream competency*), yaitu kecepatan aliran tertentu yang mampu mengangkut sedimen dengan diameter tertentu. Dengan kata lain bahwa besarnya sedimen yang terangkut tergantung pada : (a) debit sungai, (b) meterial sedimen, dan (c) kecepatan aliran. Dengan kekuatan aliran dan faktor lainnya maka ada tiga bentuk/macam sedimen yang terangkut yaitu :

- a. Muatan terlarut (*dissolved load*)
- b. Muatan *tersuspensi* (*suspended load*)
- c. Muatan dasar (*bed load*)

Pada saat sungai banjir, maka *hydraulic action* dapat melepas dan mengangkut material sedimen dalam jumlah yang sangat besar. Tidak hanya dari dasar sungai saja, akan tetapi juga menggerus material sepanjang tebing tanggul sungai. Akibatnya tanggul sungai mengalami kerusakan dan terjadilah nendatan (*slumping*). Proses demikian inilah yang disebut dengan **“bank caving”**. Hal ini dapat menyebabkan alur sungai bergeser (*shifting*) ke arah kiri - kanan atau menjadikan sungai mengalami **“meandering”**. Bentuklahan ini terutama berhubungan dengan daerah - daerah penimbunan (sedimentasi), seperti lembah - lembah sungai dan dataran *aluvial*, dengan tenaga geomorfologi utama adalah air. Beberapa contoh bentuklahan bentukan asal proses *fluvial* antara lain :

- a. Dasar sungai
- b. Rawa belakang (*backswamp*)

- c. Saluran sungai yang ditinggalkan
- d. Dataran banjir
- e. Dataran *aluvial*
- f. Cekungan *fluvial*
- g. Tanggul sungai alami
- h. *Crevasse splays*
- i. *Pointbar*
- j. Kipas *aluvial*
- k. Teras *fluvial*
- l. Delta
- m. *Lakustrin*
- n. Igir *fluvial*

Karena kebanyakan sungai dapat dikatakan bermuara ke laut, maka seringkali terjadi bentuklahan yang terjadi akibat kombinasi proses *fluvial* dan proses *marine*. Contoh - contoh satuan bentuklahan yang terjadi akibat proses *fluvio - marine* ini antara lain *delta* dan *estuari*.

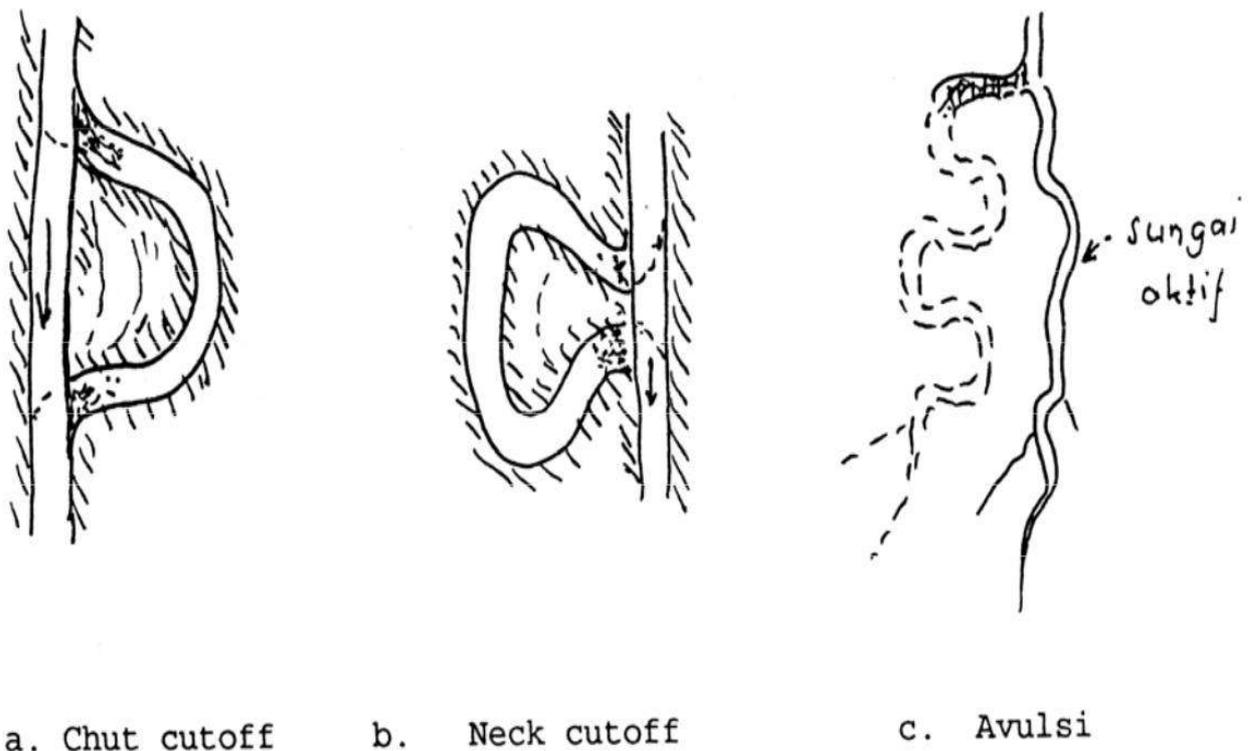
#### 1. Dataran *Aluvial*

Dataran *aluvial* mempunyai topografi datar sebagai hasil pengendapan *aluvium* di kiri kanan sungai. Endapan ini terjadi akibat adanya luapan air sungai yang membawa sedimen di saat banjir. Dengan demikian maka struktur endapan pada dataran *aluvial* adalah berlapis horisontal pada *elevasi* yang rendah.

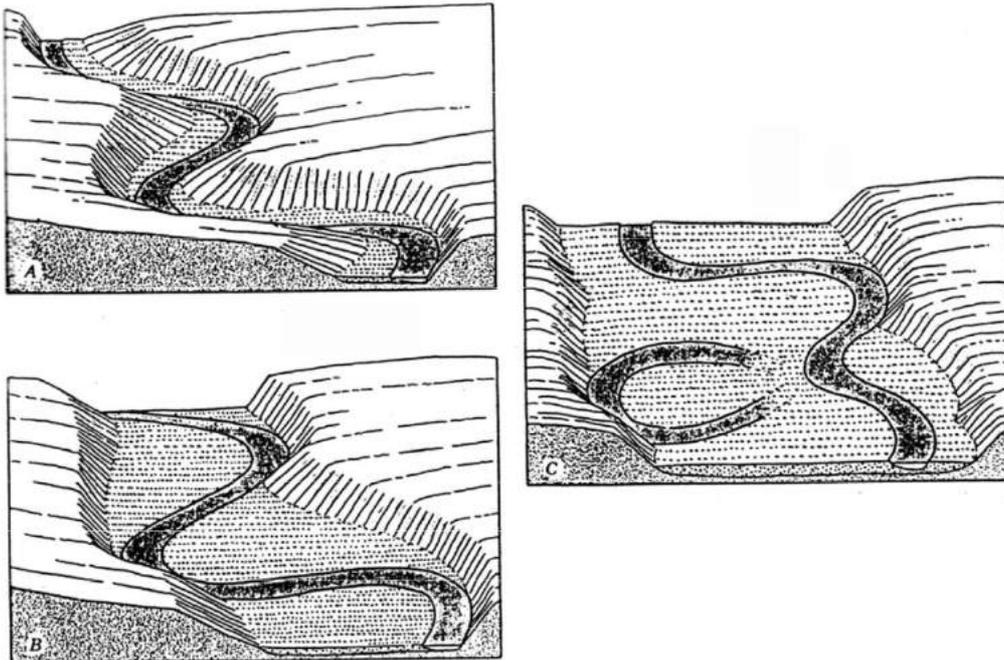
#### 2. Dasar Sungai dan *Oxbow Lake*

Dasar sungai yang dimaksud adalah dasar sungai yang sudah tidak aktif (sungai mati). Tidak aktifnya sungai tersebut disebabkan oleh ditinggalkannya alur sungai oleh aliran air sungai dan pindah ke tempat lain. Perpindahan tersebut dapat karena pemotongan alur sungai utama atau matinya sungai utama sehingga aliran air sungai terhenti atau dipindahkan ke alur lainnya. Pemotongan alur sungai ini terjadi pada umumnya pada sungai yang telah mengalami kelengkungan (*sinous*) maupun pada sungai yang telah mengalami *meander*, maupun penyudetan sungai. Ada tiga cara pemotongan sungai yang menyebabkan sungai yang ditinggalkan mati membentuk dasar sungai mati (*abandoned river*), yaitu : *chut cut-off*, *neck cut-off*, dan *avulsi* (Gambar 5.16). Pada pemotongan sungai yang telah mengalami *meandering* tersebut akan membentuk semacam tapal kuda (*oxbow*) dan apabila terisi air dan menggenang disebut dengan danau tapal kuda (*oxbow lake*). Seperti ditunjukkan pada Gambar 5.17. Pada umumnya dengan terjadinya *meander* tersebut akan menyebabkan terjadinya pelebaran lembah

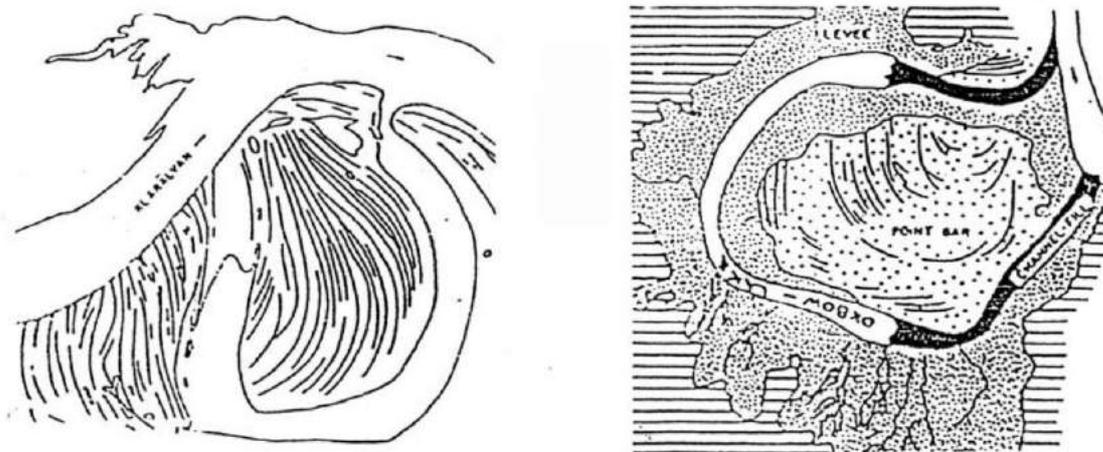
Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)  
 (*valley widening*). Ada dua proses dominan di dalam penampang alur sungai yang mengalami *meander* tersebut sebagai akibat posisi tali arus (*thalweg*) yang tidak terletak di tengah penampang melintang alur sungai. Lengkung bagian luar alur sungai (*outer band*) mengalami pemotongan di bagian bawah tebing tanggul (*under cut*) sehingga menyebabkan sungai mengalami 'ingsutan' ke samping akibat terjadinya proses *nendatan* (*slumping*). Pada lengkung bagian dalam (*inner band*) justru sebaliknya mengalami pengendapan yang disebut dengan "*point bar*" akibat lemahnya arus air sungai yang mengalir di bagian ini. *Point bar* tersebut secara *gradual* bertambah melebar ke arah lengkung luar dan proses inilah yang disebut dengan "*slip of slope*" (Lihat Gambar 5.18.).



**Gambar 5.16.** Cara Pemotongan Alur Sungai menjadi Sungai Mati



Gambar 5.17. Proses Pelebaran Alur Sungai dan Pemotongan Meander



Gambar 5.18. Point Bar dan Tanggul Alam Sungai

### 3. Rawa Belakang

Rawa belakang (*back swamp*) merupakan salah satu bentuklahan yang mempunyai elevasi sangat rendah sehingga dapat dikatakan hampir sepanjang tahun tergenang oleh air (*permanently inundated*). Pada umumnya dicirikan oleh adanya vegetasi air (*aquatic vegetation*) seperti welingi, enceng gondok, tanaman bunga terompet (kangkungan), dan vegetasi yang mengapung (*floating vegetation*) seperti : teratai, serta letaknya yang pada umumnya di belakang tanggul sungai. Kadang kala daerah yang selalu terendam air tersebut relatif jauh dari sungai akan tetapi 'ia'

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

merupakan daerah yang mempunyai elevasi yang paling rendah di antara sistem *fluvial* lainnya dan memanjang sejajar aliran sungai yang masih aktif. Bentuk lahan semacam ini disebut "*ledok fluvial*".

#### 4. Dataran Banjir

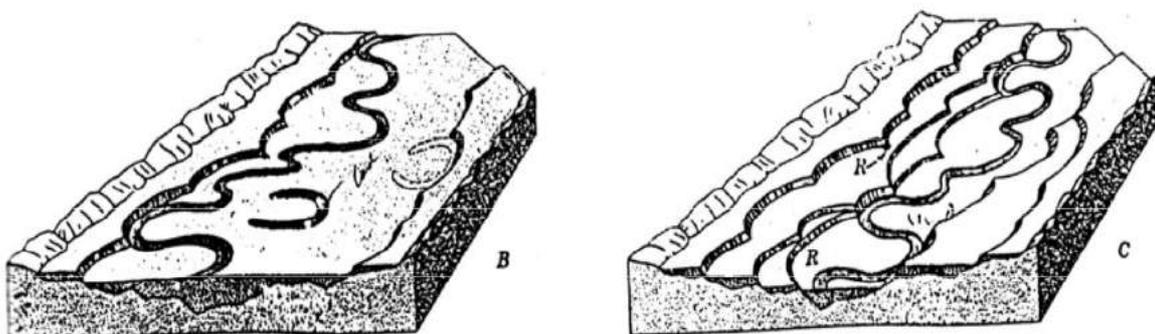
Secara periodik bentuklahan ini digenangi oleh banjir dari luapan sungai di dekatnya atau dari akumulasi aliran permukaan bebas maupun hujan lokal. Topografi datar dengan elevasi yang rendah. Selain itu letaknya juga di kiri kanan sungai, atau dekat dengan pantai, sehingga akibat pengaruh pasang naik air laut maka daerah ini sangat mudah untuk terjadi genangan air. Apalagi datangnya pasang naik bersamaan dengan datangnya debit tinggi dari daerah *buritan (hinterland)*.

#### 5. Tanggul alam

Sebagai akibat dari luapan air sungai secara periodik, maka sedimen yang terangkut dalam jumlah besar diendapkan di kanan kiri alur sungai tersebut. Akibatnya secara berangsur - angsur endapan *aluvium* tersebut menjadi bertambah tinggi dan lebar membentuk tanggul alam (*natural levee*). Dengan demikian maka keberadaan tanggul alam ini dapat dijadikan indikator bahwa daerah sekitar (dahulu pernah) rentan banjir.

#### 6. Teras *Fluvial*

Teras *aluvial* sungai dapat terbentuk pada batuan induk (*teras basa*) dan terbentuk pada lembah isian *aluvium* yang tebal. Apabila sungai mengalami *graded* maka *gradien* kecil dan mengakibatkan pelebaran lembah *intensif*. Akan tetapi apabila terjadi perubahan *gradien* sungai akibat pengangkatan daerah, maka sungai cenderung mengikis secara vertikal mendalamkan lembah. Apabila proses ini berulang - ulang terjadi yakni kondisi *graded* dan pengangkatan, maka akan dapat membentuk *teras aluvial* sungai yang berpasangan. (Gambar 5.19.)



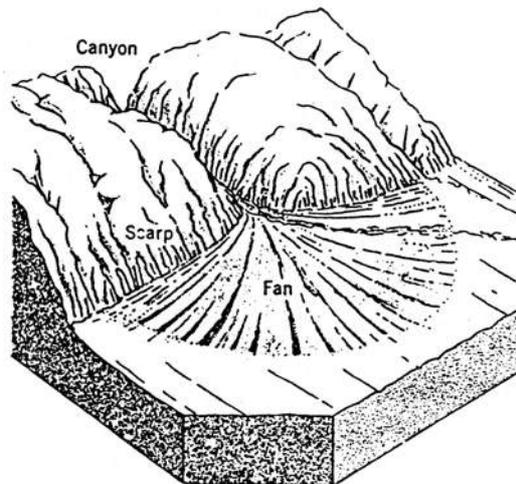
Gambar 5.19. Teras Sungai Berkembang pada Lembah Isian

## 7. Kipas Aluvial

Kipas *aluvial* mempunyai bentuk khas seperti kerucut rendah dari akumulasi sedimen berukuran bongkah, kerakal, kerikil, dan pasir yang terjadi pada suatu daerah dimana sungai mengalir dan terjadi perubahan mencolok *gradien* / lereng dari miring hingga terjal ke datar seperti terlihat pada Gambar 5.20. Beberapa kondisi fisik yang mendukung terbentuknya suatu kipas *aluvial* antara lain :

- a. Daerah aliran sungai yang luas
- b. Debit sungai yang tinggi
- c. Sedimen yang terangkut tinggi
- d. Terdapat daerah dengan perbedaan mencolok dalam hal lereng dari terjal ke datar

Alur sungai dalam suatu kipas *aluvial* ditandai adanya sistem distribusi alur yang memencar (*disvergen*) dan teranyam (*braided*) mulai dari kepala kipas *aluvial* (*apex*) hingga ke bagian bawah kipas. Ukuran butir sedimen yang diendapkan juga terjadi gradasi ukuran butir dari kasar (pada *apex*) hingga halus (*fine material*) pada bagian dasar kipas. Hal ini akibat pengaruh : gradien sungai, kecepatan aliran, dan diameter butir sedimen.



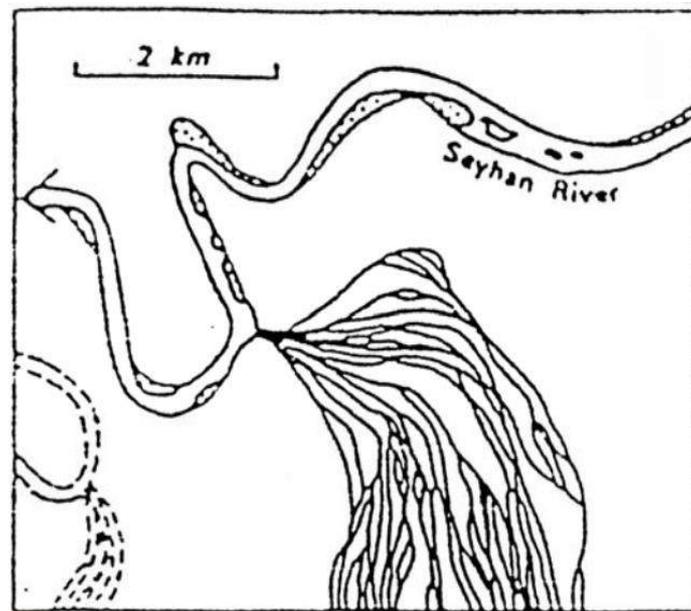
Gambar 5. 20 Kipas Aluvial

## 8. Crevasse - Spays

Ketika terjadi banjir, kecepatan aliran sungai yang tinggi tersebut mengangkat sedimen dalam jumlah yang besar. Tingginya kekuatan aliran sungai mampu merusak tanggul sehingga tanggul '*bobol*' (*collapse*). Dengan '*jebolnya*' tanggul tersebut maka aliran sedimen yang dalam jumlah besar/tinggi tersebut keluar tanggul dan diendapkan di depan tanggul yang '*bobol*' tersebut. Pada umumnya bagian tanggul yang rawan untuk '*bobol*' adalah pada bagian sungai yang membelok dengan tajam. Oleh karena itu pada umumnya endapan *crevasse - spays* di luar tanggul sungai lengkungan luar (*outer band*).

Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)

Pola alur sungai adalah *disvergen* dan terdapat ledokan yang tepat di depan tanggul yang 'bobol' karena proses penggerusan (*scouring*) air.



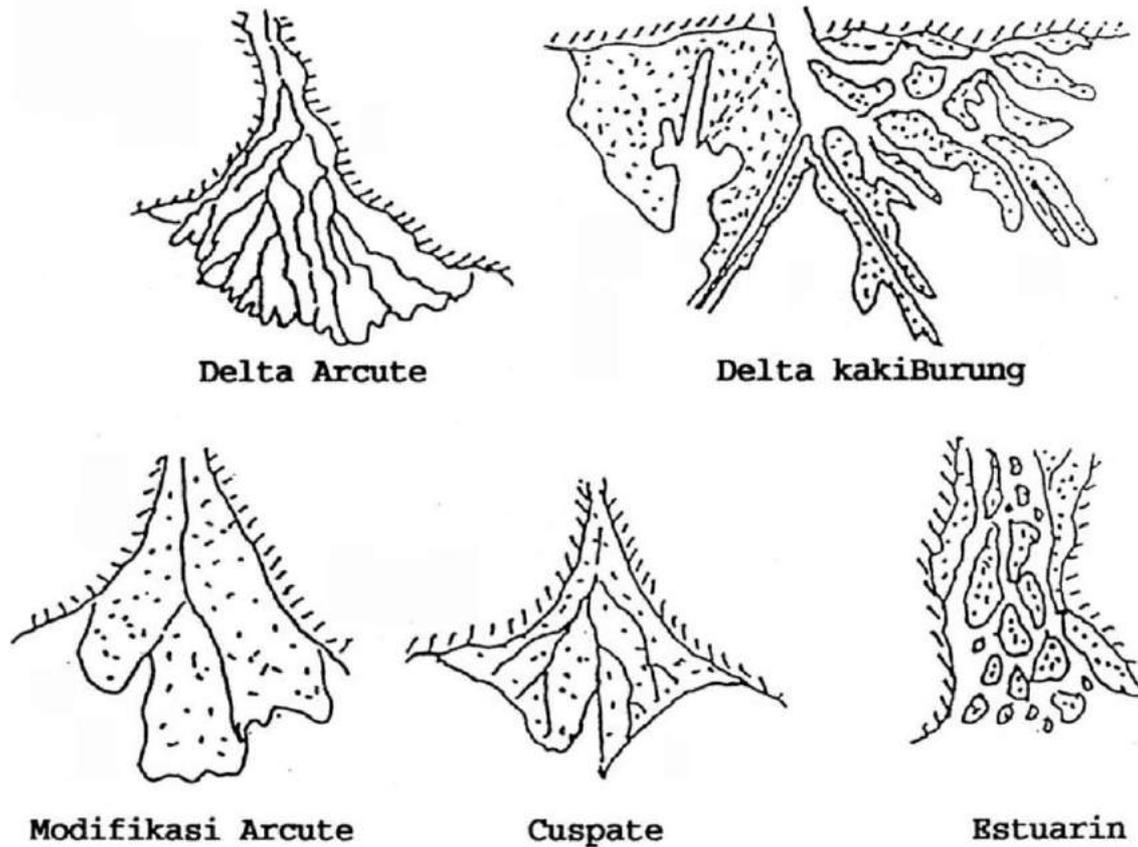
Gambar 5. 21. *Crevasse Splays*

#### 9. *Delta* dengan Berbagai Tipenya

Seperti halnya kipas *aluvial*, maka *delta* merupakan bentuklahan yang berkaitan erat dengan kondisi daerah aliran sungai pemasok sedimen. Hanya perbedaannya adalah bahwa *delta* terletak di muara sungai pada laut dangkal. Beberapa syarat untuk dapat berkembangnya *delta* adalah :

- Daerah aliran sungai yang luas
- Debit sungai yang tinggi
- Sedimen yang terangkut tinggi
- Daerah *humid* tropik
- Dasar laut yang dangkal
- Arus dan gelombang laut yang lemah
- Topografi pantai yang landai.

Berbagai bentuk *delta* yang dikenal adalah *delta* kaki burung, *delta arcute*, modifikasi *arcut*, *delta cusplate*, dan *estuari*.



Gambar 5.22. Berbagai Macam Delta

### 5.6. **Bentuklah Bentukan Asal Proses Marine**

Indonesia merupakan negara yang memiliki garis pantai sangat panjang dengan total lebih dari 60.000 km, mengelilingi 15.700 pulau (Soegiarto dalam Diblyosaputro, 1997). Pengaruh proses *marine* berpengaruh sangat aktif pada daerah pesisir sepanjang pantai tersebut, bahkan ada diantaranya yang sampai puluhan kilometer masuk ke pedalaman. Selain itu berbagai proses yang lain seperti proses *tektonik* masa lampau, erupsi gunungapi, perubahan muka air laut sangat besar pengaruhnya terhadap kondisi medan pesisir beserta karakteristik lahannya. Pada sebagian Indonesia, khususnya di Pesisir Selatan Jawa Tengah proses *marine* ini berkombinasi dengan proses angin (*aeolian*). Medan yang terbentuk dari kombinasi ini mempunyai sifat lahan yang spesifik. Daerah pesisir merupakan daerah pantai dan sekitarnya yang masih terkena pengaruh langsung dari aktifitas *marine*. Berdasarkan morfologinya, daerah pesisir dapat dikelompokkan ke dalam 4 macam :

- a. Pesisir bertebing terjal (*cliff*)
- b. Pesisir bergisik (*sand beach*)
- c. Pesisir berawa payau (*swampy beach*)
- d. Terumbu karang

Berikut ini penjelasan masing - masing pesisir tersebut di atas.

### **5.6.1. Pesisir Bertebing Terjal (Cliff)**

Pesisir bertebing terjal di daerah tropik basah seperti Indonesia pada umumnya menunjukkan kenampakan yang mirip dengan lereng dan lembah pengikisan di daerah pedalaman. Sebatas daerah di atas ombak, lahan umumnya tertutup oleh vegetasi sedangkan bagian bawahnya umumnya berupa singkapan batuan. Aktifitas pasang surut dan gelombang mengikis bagian tebing ini sehingga membentuk bekas - bekas abrasi seperti : tebing (*cliff*), tebing bergantung (*notch*), dan rataaan gelombang pasang surut (*platform*). Pada daerah pesisir bertebing terjal, pantai biasanya berbatu (*rocky beach*), berkelok - kelok, dengan banyak terdapat gerak massa batuan (*mass movement type rock fall*). Proses ini menjadikan tebing bergerak mundur (*slope retreat*) khususnya pada pantai yang proses *abrasinya* aktif. Apabila batuan penyusun daerah ini berupa batu gamping atau batuan lain yang banyak memiliki retakan (*joints*), air dari daerah pedalaman mengalir melalui sistem retakan tersebut dan muncul di daerah pesisir. Adakalanya tempat munculnya air tawar ini justru berada di bawah muka air laut. Di Indonesia, Pesisir Bertebing Terjal terutama di sepanjang Pantai Barat Sumatera, Pantai Selatan Jawa, Pantai Pulau Sulawesi, dan Pantai Selatan di Nusa Tenggara.

### **5.6.2. Pesisir Bergisik (Sand Beach)**

Endapan pasir yang berada di daerah pantai pada umumnya memiliki lereng landai. Kebanyakan pasirnya berasal dari daerah pedalaman yang terangkut oleh sungai - sungai kemudian terbawa arus laut sepanjang pantai dan selanjutnya dihempaskan gelombang ke darat. Oleh karena material asalnya dari sungai, maka *gisik* atau pantai berpasir dapat dijumpai di sekitar muara sungai. Sesuai dengan tenaga pengangkutnya maka ukuran butir akan lebih kasar di dekat muara sungai dan berangsur - angsur semakin halus, semakin menjauhi muara. Pasir yang berasal dari bahan *vulkanik* pada umumnya berwarna gelap (hitam atau kelabu) sedangkan yang berasal dari *korall* atau batu gamping berwarna kuning atau putih. Pantai berpasir *kwarsa* juga berwarna cerah, tetapi tidak banyak di jumpai di Indonesia (misalnya Pantai Utara sepanjang Tuban, Jawa Timur). Daerah bagian belakang dari pesisir *bergisik* kebanyakan memiliki *beting* (*“ridges”* = gundukan memanjang) yang umumnya terdiri dari beberapa jalur. Ciri ini, menandakan daerah pantai yang tumbuh dan garis pantainya relatif lurus. Oleh karena material penyusunnya terutama pasir, daerah pasir *bergisik* bersifat *porus* tidak subur dan kebanyakan berair asin. Hanya jenis tumbuhan tertentu saja yang dapat tumbuh

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)*

pada lingkungan semacam ini yaitu jenis *Casuarina*, Pandan, *Calophyllum*, *Inophyllum*, dan *Barringtonia*. Jenis tumbuhan ini berakar panjang dan tahan kering.

### **5.6.3. Pesisir Berawa Payau (Swampy Beach)**

Rawa *payau* juga mencirikan daerah pesisir yang tumbuh (*accretion*). Proses *sedimentasi* merupakan penyebab bertambahnya daratan pada lahan ini. Material penyusun umumnya berbutir halus dan medan ini berkembang pada lokasi yang gelombangnya kecil atau terhalang, pada pantai yang relatif dangkal. Medan ini sangat datar dan tergenang pada saat air laut pasang karena airnya *payau* atau asin, daerah semacam ini terbatas kemungkinan pengembangannya. Hanya jenis - jenis tumbuhan dan hewan tertentu yang dapat hidup. Selain itu material penyusunnya yang terutama dari bahan halus, lembek, dan *drainase* jelek, daya dukung tanah terhadap bebab (bangunan dll) juga rendah. *Drainase* jelek menjadikan pembuangan limbah tidak lancar dan terdapat genangan dimana - mana. Pada umumnya rawa *payau* ditumbuhi bakau (*mangrove*) dari berbagai jenis, tetapi ada pula yang diusahakan dengan pembuatan tambak (kolam) untuk pemeliharaan ikan, khususnya jenis bandeng dan udang. Tumbuhan bakau pada rawa *payau* dapat memecahkan gelombang dan menghalangi pengikisan dan pantainya mengalami *akresi* (tumbuh). Peranan bakau di dalam merangsang pertumbuhan pantai terbukti jelas, jika bakaunya hilang atau mati ditebang habis. Jika hal ini terjadi maka proses yang berlangsung selanjutnya adalah sebaliknya. Pada pantai yang mengalami *akresi*, umumnya terdapat urutan (*sequence*) tumbuhan yang ada yaitu bakau di paling depan, di belakangnya nipah, dan tumbuhan air tawar atau lahan basah. Batas teratas dari bakau adalah setinggi permukaan air pasang maksimum. Permukaan air pasang tertinggi terjadi pada saat pasang purnama dan atau pasang *perbani*. Pasang purnama terjadi pada saat bulan purnama, sedangkan pasang *perbani* adalah pada saat habis bulan.

### **5.6.4. Terumbu Karang**

Terumbu karang terbentuk oleh aktivitas binatang karang dan jasad renik lainnya. Proses ini terjadi pada areal cukup luas di laut - laut Indonesia terutama di Laut Flores dan Laut Banda. Menurut *Bird* dan Ongko Songo dalam Dibyosaputro 1997, karang dapat tumbuh dan berkembang baik pada kondisi :

- a. Air jernih
- b. Suhu tidak pernah kurang dari 18°
- c. Kadar garam antara 27 - 38 bagian per seribu (ppm)
- d. Arus laut tidak deras

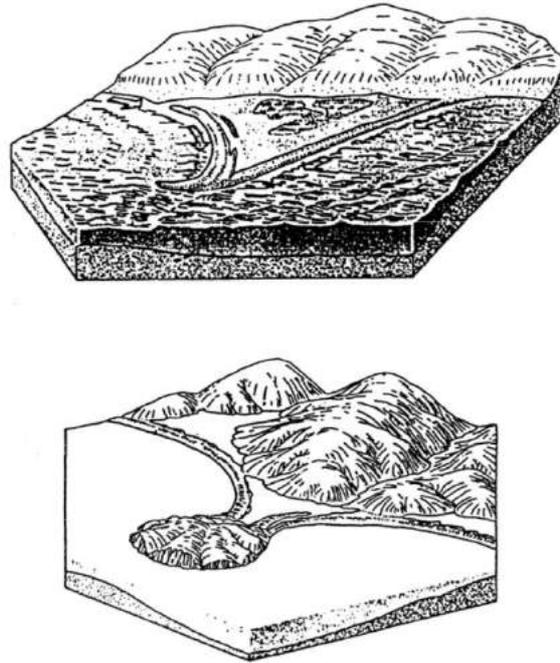
*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

Dengan demikian di sebagian laut di Indonesia karang dapat tumbuh dengan baik, kecuali di laut dangkal yang berlumpur seperti dekat muara sungai (kadar garam rendah dan berlumpur), daerah sebelah barat dan selatan Kalimantan, dan daerah sebelah utara Jawa. Walaupun demikian di beberapa tempat di daerah tersebut misalnya di Teluk Jakarta terdapat pula karang secara lokal. Proses tektonik sering berpengaruh pula terhadap pertumbuhan terumbu karang. Cincin karang (*atol*) adalah merupakan hasil kombinasi proses aktivitas binatang karang dengan proses tektonik berupa *subsidence* (tanah terban). Terumbu karang yang muncul ke permukaan banyak terdapat di Indonesia. Pada pulau - pulau karang yang terangkat umumnya terdapat endapan puing - puing dan pasir *korai* di lepas pantainya. Ukuran butir puing dan pasir lebih kasar ke arah datangnya ombak/gelombang yang lebih besar dan pasir atau material yang lebih halus ke arah membelakangi ombak/gelombang. Bagian ini kadang - kadang berselang - seling dengan *laguna* yang dangkal yang kadang ditumbuhi bakau. Berbagai proses yang berlangsung di daerah pesisir, yang tenaganya berasal dari gelombang, ombak, arus, pasang surut, tenaga tektonik, dan menurunnya permukaan air laut maupun lainnya. Proses ini berpengaruh terhadap medan dan karakteristik medan pesisir, serta mempengaruhi perkembangan wilayah pesisir. Secara garis besar perkembangan pesisir secara alami dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

- a. Pertambahan daratan
- b. Penyusutan daratan

Bentuklahan asal proses *marine* dimaksudkan bentuklahan yang diakibatkan oleh adanya kegiatan gelombang dan arus laut yang membawa material sedimen laut dan diendapkan pada suatu *mintakat* yang dipengaruhi oleh gelombang dan arus tersebut. Perbedaan utama untuk kenampakan bentuklahan ini adalah, antara pantai yang berbatu, pantai penghalang, dan *laguna*. Pada *mintakat* yang *berdelta*, bentuk - bentuk *marine* berhubungan dengan bentuk - bentuk *fluvial*. Pulau - pulau karang merupakan bagian dari proses *marine*, tetapi dalam berbagai macam pertimbangan dapat dimasukkan ke dalam klasifikasi bentuklahan asal kegiatan organisme. Beberapa contoh bentuklahan bentukan asal *marine*, antara lain :

- |  |  |
|--|--|
| a. Rataan pasang - surut ( <i>platform</i> ) | g. Ledok antar beting gisik ( <i>swale</i> ) |
| b. <i>Cliff</i> dan <i>notch</i>             | h. Hamparan lumpur ( <i>mudflat</i> )        |
| c. Gisik                                     | i. Dataran pantai                            |
| d. Geting gisik ( <i>beach ridge</i> )       | j. Dataran <i>aluvial</i> pantai             |
| e. <i>Spit</i> (lidah gosong pasir laut)     | k. Teras <i>marine</i>                       |
| f. <i>Tombolo</i>                            | l. <i>Laguna</i> .                           |



Gambar 5.23. Perkembangan *Cuspate* dan *Tombolo*

### 5.7. **Bentuklahan Bentukan Asal Proses Angin**

Gerakan udara (angin) dapat membentuk bentuklahan yang spesifik bentuknya dan berbeda dari bentuklahan hasil proses yang lainnya. Bentuklahan bentukan asal *aeolina* dapat berkembang dengan baik apabila terpenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Tersedianya material berukuran pasir halus hingga pasir kasar dalam jumlah yang banyak
- b. Adanya periode kering yang panjang dan tegas
- c. Adanya angin yang mampu mengangkut dan mengendapkan bahan pasir tersebut
- d. Gerakan angin tidak banyak terhalang oleh vegetasi maupun obyek yang lain (gedung, bukit, dll)

Endapan oleh angin terbentuk oleh adanya pengikisan, pengangkutan, dan pengendapan bahan - bahan tidak kompak oleh angin. Endapan karena angin yang pokok adalah gumpul pasir dan endapan debu (*loose*). Kegiatan angin mempunyai dua aspek utama yaitu bersifat *erosif* dan *akumulatif*. Bentuklahan yang berkembang terdahulu mungkin akan berkembang dengan baik, bila di padang pasir terdapat batuan yang lunak. Sumber material tergantung pada besar kecilnya material yang terbawa dari lahan *burit* ke laut oleh aliran sungai. Beberapa contoh bentuklahan asal proses angin antara lain adalah :

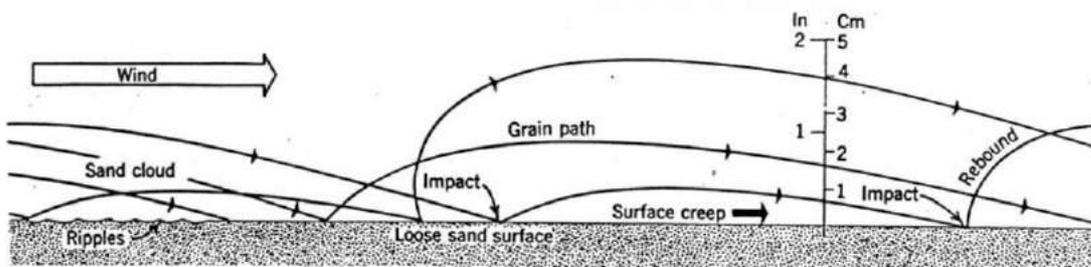
*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

- a. Gumuk pasir dengan berbagai macam bentuk, misalnya gumuk pasir sabit (barkhan), gumuk pasir sisir, gumuk pasir parabola, gumuk pasir sejajar, paralel, bintang, dan *transversal*
- b. Hamparan pasir
- c. Kecungan di daerah pasir (*hollow*)

### 5.7.1. Gumuk Pasir

Gumuk pasir adalah gundukan bukit atau *igir* dari pasir yang terhembus angin. Gumuk pasir dapat dijumpai pada daerah yang memiliki pasir sebagai material utama, kecepatan angin tinggi untuk mengikis dan mengangkat butir - butir berukuran pasir dan permukaan tanah untuk tempat pengendapan pasir. Keadaan ini terdapat di daratan dari *gisik* pasir dengan angin pantai, di dekat sungai yang dasarnya pasir, terjadi pada musim kering, dan di daerah gurun dimana penghancuran batu pasir dan batu lainnya menghasilkan pasir. Perlu ditambahkan bahwa daerah endapan *glasial* dan dasar danau *glasial* pasiran sering pula menjadi sumber pasir. Oleh karena kecepatan angin tidak mampu mengangkat pasir hingga lebih dari 1 atau 2 meter dari permukaan tanah, maka pasir terangkut secara terlempar dan menggelinding (*saltasi*), yang pada umumnya setinggi ½ hingga 1 meter di atas permukaan tanah.

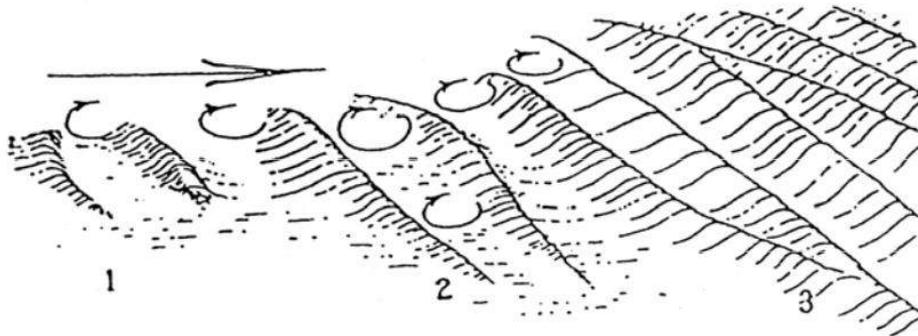
Gumuk pasir cenderung terbentuk dengan penampang tidak simetri, dengan lereng antara 5° - 10° pada arah datangnya angin dan 30°- 34° pada arah membelakangi arah angin. Jika tidak ada *stabilisasi* oleh vegetasi gumuk pasir cenderung bergeser ke arah hembusan angin karena butir - butir pasir terhembus dari depan ke belakang gumuk. Gerakan gumuk pasir pada umumnya kurang dari 30 meter per tahun. Bentuk gumuk pasir bermacam - macam tergantung pada faktor - faktor jumlah dan ukuran butir pasir, kekuatan dan arah angin dan keadaan vegetasi. Bentuk gumuk pasir pokok yang perlu dikenal adalah bentuk melintang (*tranverse*), parabola (*parabolic dune*), dan bentuk memanjang (*longitudinal dune*).



Gambar 5.24. Mekanisme Gerakan Pasir

### 5.7.2. Gumuk Pasir Melintang (Transverse)

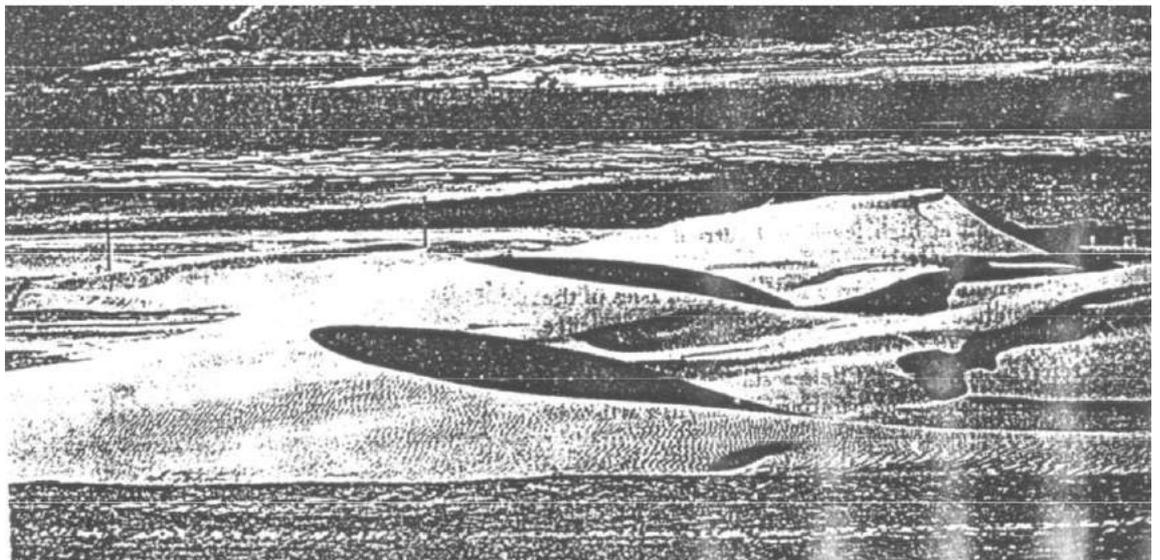
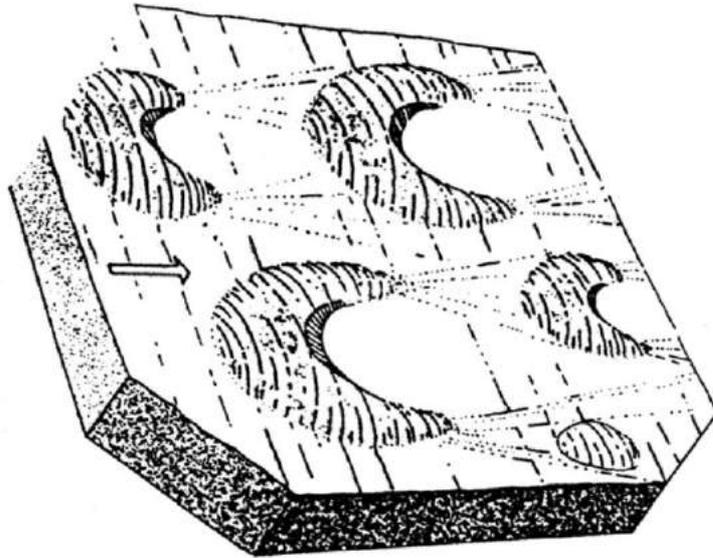
Gumuk pasir melintang cenderung terbentuk pada daerah yang banyak cadangan pasirnya dan sedikit tumbuhan. Gumuk ini sering meliputi daerah luas dan berkembang berbentuk seperti ombak dengan punggung melengkung dan melintang tegak lurus terhadap arah angin yang umum. Gumuk pasir melintang berpenampang tidak simetri dengan lebar 7 x ketinggiannya. Ketinggian pada umumnya antara 5 - 15 meter, maksimum sekitar 100 meter. Gumuk pasir melintang dapat berubah menjadi sabit jika sumber pasirnya berkurang.



**Gambar 5.25.** Perkembangan Gumuk Pasir Melintang (*Transversal*)

### **5.7.3. Gumuk Pasir Sabit (*Barchan*)**

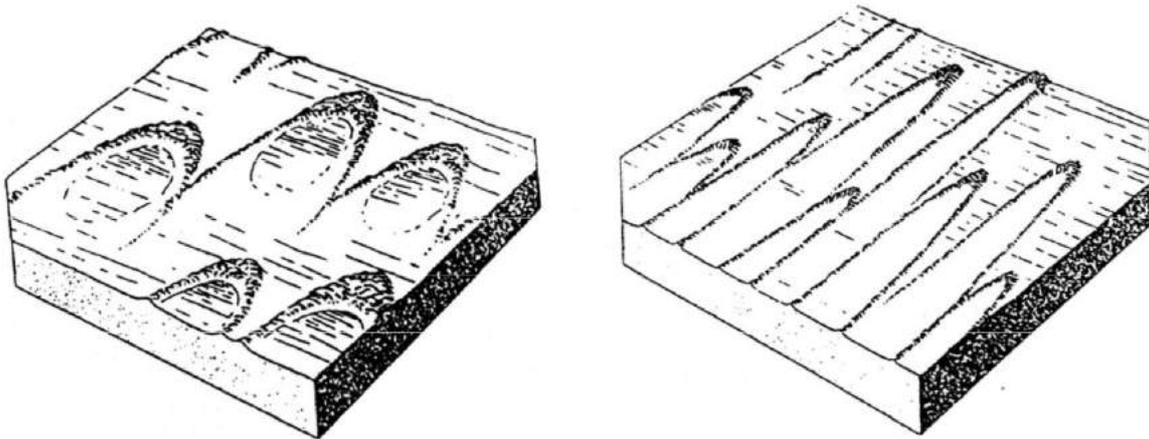
Gumuk pasir sabit cenderung pada daerah yang vegetasinya terbatas dengan sedikit vegetasi. Ujung dan tanduk gumuk pasir sabit berarah ke belakang dan pasir tersapu ke sekitar gumuk maupun ke atas serta melampaui puncak. Penampang gumuk tidak simetri pada puncaknya, tetapi berangsur - angsur menjadi hampir simetri pada tanduknya. Ketinggian gumuk pasir sabit umumnya antara 5 - 15 meter, dan maksimum sekitar 30 meter. Gumuk pasir sabit mudah berpindah - pindah dengan gumuk yang lebih kecil lebih cepat berpindah dibanding yang besar. Di dekat sumber pasirnya sering terdapat campuran antara gumuk pasir melintang dan sabit. Gumuk pasir sabit secara tunggal terbentuk dan berkembang baik pada jarak tertentu dari sumbernya ke arah gerakan angin.



Gambar 5.26. Gumuk Pasir Sabit (*Barchan*)

#### 5.7.4. Gumuk Pasir Parabolik

Gumuk pasir *parabolik* berbentuk sabit dengan tanduk yang panjang ke arah datangnya angin. Pada umumnya terbentuk dimana vegetasi menahan bagian tanduk, dan memungkinkan bagian tengah gumuk berpindah dan menghasilkan gumuk berbentuk jepit rambut. Satu kali bentuk *parabolik* terbentuk, kebanyakan gumuk pasir *parabolik* tetap pada tempatnya dan tidak berpindah. Penampang gumuk tidak simetri pada puncak dan hampir simetri pada tanduk. Ketinggian gumuk pasir *parabolik* umumnya sekitar 15 meter.

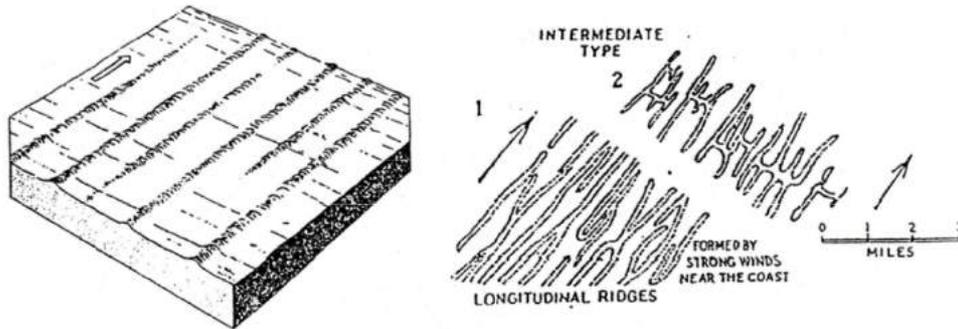


Gambar 5.27. Gumuk Pasir *Parabolik*

#### 5.7.5. Gumuk Pasir Memanjang

Gumuk pasir memanjang merupakan gundukan pasir yang hampir lurus yang bentuknya sejajar terhadap arah angin. Gumuk pasir memanjang ini terdapat pada pengaruh angin yang kuat terkumpul dan berhembus dengan arah tetap. Penampang gumuknya simetri dengan ukuran lebar beberapa kali terhadap ketinggian. Gumuk pasir memanjang umumnya berketinggian kurang dari 15 meter dan panjangnya beberapa kilometer. Akan tetapi pada daerah gurun yang luas, ketinggiannya dapat mencapai 200 meter dan panjangnya 300 kilometer.

Gumuk pasir memanjang yang sangat besar ini sering disebut dengan *Seif Dunes*. Hampir seratus persen partikel yang terdapat pada gumuk pasir memiliki kisaran yang sempit yaitu 0,05 - 0,5 mm, yang disebabkan karena tenaga *sortasi* dari angin yang sangat baik. Jika terbentuk tanah pada gumuk pasir yang labil, tanahnya cenderung tipis, berpasir, dan drainasenya sangat cepat (baik). Gumuk pasir pada umumnya tidak baik untuk lokasi pengembangan kota karena pasir dapat terbawa angin dan adanya gerakan gumuk pasir. Walaupun demikian pada saat sekarang daerah gumuk pasir juga dikembangkan seperti misalnya pada kebanyakan pantai danau. Kebanyakan daerah gumuk pasir seperti misalnya sepanjang *Danau Great* dan *Pesisir Samudra Atlantik* merupakan daerah yang unik secara alami dengan kelompok tumbuhan yang mudah berubah. Pengembangan daerah ini untuk maksud tersebut tidak dapat diharapkan.



Gambar 5.28. Gumuk Pasir Longitudinal dan Intermediate

### 5.7.6. Debu Endapan Angin (Loess)

Loess terdiri dari bahan endapan angin berukuran debu yang tidak mampat dan pada umumnya tidak berlapis, yang mungkin mengandung pasir halus dan liat. Loess dan bahan seperti loess menutupi sekitar 1/10 daratan di muka bumi. Endapan loess yang luas terdapat di Amerika Serikat Barat bagian Tengah, di Washington dan Idaho. Pada daerah pertanian yang luas terdapat pada tanah loess. Tanaman jagung yang sangat luas terdapat di daerah loess Illinois dan Iowa dengan curah hujan dari 75 - 100 cm/th. Loess umumnya terdiri dari debu yang terbawa dari daerah gurun oleh erosi angin atau debu yang terbawa dari endapan oleh air sungai yang mencair dan mengalir dari daerah es. Di China, endapan loess setebal > 150 meter berada di daerah teduh angin yang berasal dari arah gurun. Di Illinois, endapan loess setebal > 30 meter berada di daerah teduh dari lembah Sungai Mississippi. Ketebalan dan ukuran partikel loess keduanya semakin berkurang sejalan dengan semakin bertambahnya jarak dari sumber material. Loess umumnya berwarna kuning hingga kekuning - kuningan dengan sekurang - kurangnya 60 - 70% partikel berukuran debu dan bertekstur geluh berdebu atau geluh liat berdebu. Loess cenderung pecah - pecah pada sepanjang bidang vertikal apabila terkuak oleh erosi air atau aktivitas manusia. Akibatnya banyak bidang vertikal yang stabil mencapai ketinggian 6 meter terdapat pada daerah loess di sepanjang sisi lembah dan galian untuk jalan. Sebab dari mengapa loess tetap stabil pada tebing yang tegak tidak diketahui secara jelas. Tetapi mungkin karena klasifikasi lobang - lobang perakaran tegak dan retakan tegak lainnya pada tanah. Tanah loess umumnya berdrainase baik.

### 5.8. Bentuklahan Bentukan Asal Proses Pelarutan

Beberapa syarat untuk dapat berkembangnya topografi karst sebagai akibat dari proses pelarutan adalah sebagai berikut :

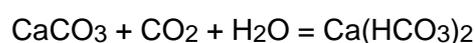
1. Terdapat batuan yang mudah larut (batu gamping dan dolomit)

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)*

2. Batu gamping dengan kemurnian tinggi
3. Mempunyai lapisan batuan yang tebal
4. Terdapat banyak *diaklas* (retakan)
5. Pada daerah tropis basah
6. Vegetasi penutup yang lebat

Pada kondisi demikian batu gamping akan mudah mengalami pelarutan oleh air yang mengalir yang akhirnya membentuk topografi *karst*. Kenampakan topografi *karst* ini sangat spesifik, baik yang ada di permukaan maupun yang ada di bawah permukaan tanah. Menurut Jenings, 1971 (dalam Dibyosaputro 1997), *karst* merupakan suatu kawasan yang mempunyai karakteristik *relief* dan *drainase* yang khas, terutama disebabkan oleh pelarutan batuan yang tinggi oleh air. Batuan yang membentuk *karst* terdapat di dekat atau pada permukaan bumi yang meliputi daerah yang luas dan tebal (ratusan meter). Jenis batuan ini harus bersifat mudah larut di dalam air. Tektonisme menjadi faktor penentu pula, sesar (*fault*) dan kekar (*joint*) menjadi faktor yang amat penting. Menurut Faniran dan Jeje, 1983 (dalam Dibyosaputro 1997), *kekar - kekar* yang terdapat pada batuan itu memberikan regangan *mekanik*, sehingga memudahkan gerakan air melalui batuan itu. Adanya *kekar* maupun *sesar* ini memudahkan perkembangan pelarutan di dalam batuan. Kondisi iklim mencakup ketersediaan curah hujan yang sedang hingga lebat yang bersamaan dengan temperatur yang tinggi. Kondisi semacam ini menyebabkan pelarutan dapat berlangsung secara intensif.

Adanya vegetasi yang rapat membantu pelapukan *solusional* dan menyebabkan perkembangan *karst*. Vegetasi menyediakan bahan organik yang berbentuk humus dan bersama - sama dengan respirasi akar tanaman dapat menimbulkan tingkat konsentrasi karbondioksida di dalam tanah sekitar 30%. *Difusi* CO<sub>2</sub> ini ke dalam air melalui seluruh tanah membantu meningkatkan intensitas pelarutan yang tinggi (Faniran dan Jeje 1983, dalam Dibyosaputro 1997). *Karstifikasi* adalah proses kerja oleh air terutama secara kimiawi, meskipun secara mekanik pula, yang menghasilkan kenampakan - kenampakan topografi *karst* (Ritter 1979, dalam Dibyosaputro 1997). Proses *geomorfik* yang penting yang bekerja di daerah berbatu gamping adalah pelarutan. *Katalisator* yang penting dalam pelarutan itu adalah air hujan dan karbondioksida. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) larut di dalam air membentuk *asam karbonat* (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), yang bereaksi dengan *kalsium karbonat* (CaCO<sub>3</sub>) membentuk *kalsium bikarbonat* yang merupakan larutan berair.



Beberapa contoh satuan bentuklahan bentukan asal proses pelarutan antara lain :

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

- a. Dataran tinggi *karst*
- b. Perbukitan / pegunungan *karst monoklinal*
- c. Mintakat kerucut *karst*
- d. Dataran *aluvial karst*
- e. Lembah buta (*blind valley*)
- f. *Uvala*
- g. *Polje*
- h. Kubah *karst*

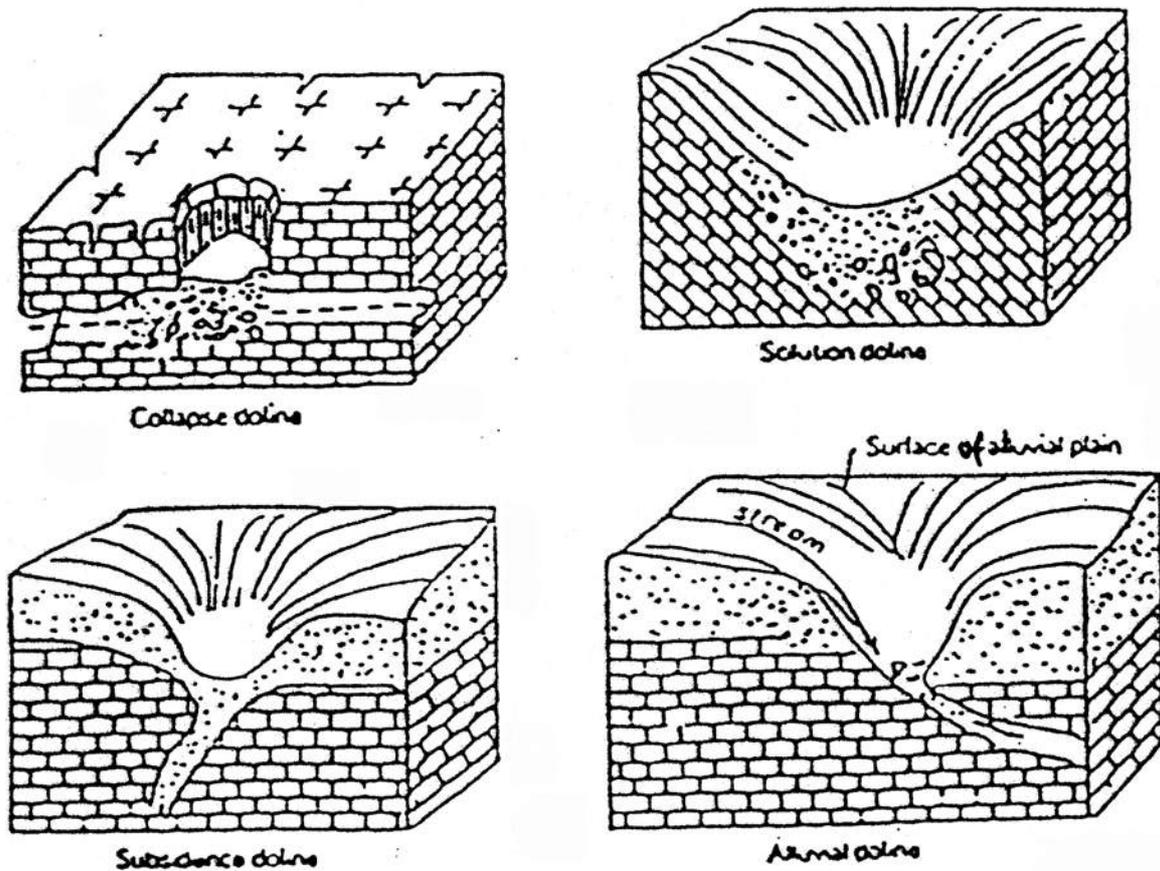
Bentuklahan yang terjadi pada daerah *karst* dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu bentuklahan negatif dan bentuklahan positif.

### **5.8.1. Bentuklahan Negatif**

Bentuklahan negatif dimaksudkan bentuklahan yang berada di bawah rata - rata permukaan setempat sebagai akibat proses pelarutan, runtuhan, maupun *terban*. Bentuklahan - bentuklahan tersebut antara lain terdiri atas *doline*, *uvala*, *polje*, *cockpit*, dan *blind valley*.

#### **a. Doline**

*Doline* merupakan suatu istilah yang mempunyai banyak sinonim antara lain: *sink*, *sinkhole*, *cockpit*, *blue hole*, *swallow hole*, ataupun *cenote*. *Doline* itu sendiri telah diartikan oleh Monroe, 1970 (dalam Dibyosaputro 1997) sebagai suatu ledokan atau lubang yang berbentuk corong pada batugamping dengan diameter dari beberapa meter hingga 1 km dan kedalamannya dari beberapa meter hingga ratusan meter. Berdasarkan genesisnya, *doline* dapat dibedakan menjadi 4 yaitu: *doline* reruntuhan, *doline* solusional, *doline* *terban*, dan *doline aluvial* (Faniraan dan Jeje 1983 dalam Dibyosaputro 1997). Keempat jenis *doline* itu dapat dilihat pada Gambar 5.29. *terban*, dan *doline aluvial* (Faniraan dan Jeje 1983 dalam Dibyosaputro 1997). Keempat jenis *doline* itu dapat dilihat pada Gambar 5.29. Jeje 1983 dalam Dibyosaputro 1997). Keempat jenis *doline* itu dapat dilihat pada Gambar 5.29.



Gambar 5.29. Macam *Doline* berdasarkan Genesanya

**b. Uvala**

Uvala ialah *ledokan* tertutup yang luas, yang terbentuk oleh gabungan dari beberapa *doline*. *Uvala* mempunyai dasar yang tidak teratur yang mencerminkan ketinggian sebelumnya dan karakteristik dari lereng *doline* yang telah mengalami degradasi serta lantai dasarnya tidak serata *polje* (Whittow 1984 dalam Dibiyosaputro 1997).

**c. Polje**

*Polje* adalah *ledokan* tertutup yang luas dan memanjang di daerah topografi *karst* yang mempunyai dasar mendatar dan dinding sekelilingnya terjal (Ritter, 1979 dalam Dibiyosaputro 1997). *Polje* ini terjadi dari gabungan sistem gua yang runtuh dan lantai dasarnya biasanya tertutup *aluvium*.

**d. Blind Valley**

*Blind valley* atau lembah buta adalah satu lembah yang mendadak berakhir/buntu dan sungai yang terdapat pada lembah tersebut menjadi lenyap di bawah tanah.

### 5.8.2. **Bentuklahan Positif**

Pada prinsipnya terdapat 2 macam bentuklahan *karst* yang positif yaitu *kygelkarst* dan *turmkarst*.

#### a. **Kygelkarst**

*Kygelkarst* merupakan suatu bentuklahan *karst* tropik yang didirikan oleh sejumlah bukit berbentuk kerucut, yang kadang - kadang dipisahkan oleh *cockpit*. *Cockpit* - *cockpit* ini saling berhubungan satu sama lain dan terjadi pada suatu garis yang mengikuti pola *kekar* (*diaklas*). *Keygelkarst* seringkali disebut sebagai kerucut *karst* atau *butte*. Lereng bukit - bukit ini terdiri dari *cliff* dan endapan - endapan sebagai *scree*.

#### b. **Turmkarst**

*Turmkarst* merupakan istilah yang berpadanan dengan *manara karst*, *mogotewill*, *pepinohill*, dan *pinacle karst*. *Turmkarst* terdiri atas perbukitan berlereng curam atau vertikal yang menjulang tersendiri diantara dataran *aluvial*. Topografi *karst* mempunyai permukaan yang kasar akibat dari dominasi adanya *doline*, *uvala* maupun *polje* serta kubah - kubah kapur berupa bukit yang banyak. Di samping itu di dalam permukaan bumi sering dijumpai adanya sungai bawah tanah, gua dalam tanah, serta batu tetes yang menggantung di dinding gua (*stalagtit*) dan batu tetes yang ada di dasar gua (*stalagmit*). Mengingat bahwa di daerah *karst* banyak dijumpai baik bentuklahan yang positif maupun negatif, maka akan berpengaruh terhadap pola dan kerapatan *kontur* yang ada. Bentuk - bentuk membulat dari *doline*, dan bentuk memanjang dan *uvala* akan dicerminkan oleh bentuk *kontur* yang membulat dan memanjang yang tertutup. Dengan demikian maka pada peta *kontur* dan pola *kontur* di daerah *karst* mempunyai kenampakan spesifik yakni adanya *kontur* - *kontur* yang bulat maupun memanjang dari *doline* maupun gabungan beberapa *doline* (*uvala*) dan *polje*. Pada umumnya pola aliran yang ada di daerah *karst* merupakan pola aliran yang mengikuti *diaklas* maupun *joint* dan *kekar* yang ada.

### 5.9. **Bentuklahan Bentukan Asal Proses Glasial**

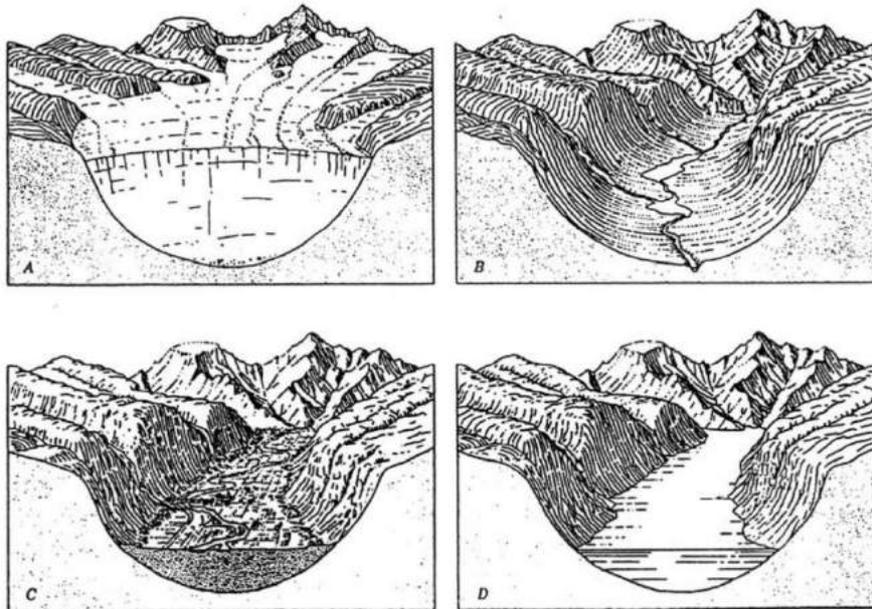
Pembentukan bentukanasal proses *glasial* disebabkan oleh adanya pencairan es/salju yang pada umumnya terdapat di daerah lintang tinggi maupun tempat - tempat yang mempunyai elevasi tinggi dari permukaan laut. Bentuklahan bentukan asal proses *glasial* dibedakan menjadi dua, yaitu bentukan *erosional* dan bentukan *deposisional*. Bentuklahan *erosional* dimaksud adalah bentuklahan yang terjadi akibat adanya pencairan salju sehingga air mengalir ke arah bawah lereng sambil mengerosi tempat yang dilaluinya, seperti *circoi*, *horn*, lembah menggantung dan dinding lembah terjal di sepanjang aliran salju. Bentuklahan *deposisional* merupakan bentuklahan yang terjadi akibat akumulasi

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)*

material yang terbawa bersama oleh air dan es turun ke bawah lereng. Bentuk - bentuk ini antara lain *drumlin*, *morine*, dan *firm*. Ada pula karena pada saat pengendapan ada es yang terjebak di dalam tanah, maka pada musim - musim panas es di dalam tanah mencair. Akibatnya terjadilah cekungan besar akibat mencairnya es disebut *pinggos*.

Perbedaan bentuk - bentuk dalam klas ini adalah antara lain terbatasnya glasiasi pada lembah dan luasnya daerah *glasiasi kontinental*, baik masa lampau maupun saat ini. Di dalam masing - masing ke dua sub klas tersebut, bentuk - bentuk es itu sendiri, sedimentasi oleh es dan pengelupasan *glasial* merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan. Beberapa contoh bentuklahan bentukan asal proses *glasial* antara lain :

- a. Medan salju
- b. *Drumline*
- c. *Circue*
- d. Akumulasi rombakan lereng
- e. Lembah menggantung
- f. *Moraine*
- g. Lembah *fluvio - glasial*
- h. Dataran *fluvio - glasial*.



**Gambar 5.30.** Pertumbuhan Bentuklahan Glasial. (A) Lembah Tertutup oleh Salju; (B) Setelah Mencair, Lembah Kembali Menjadi Dalam, Beberapa Lembah Menggantung Masuk Lembah Utama, *Horn*, *Cirqui*; (C) Lembah Terisi *Aluvium*; (D) Lembah Menjadi Lebih Rendah dari Muka Air La



**Gambar 5. 31.** Bentuklahan Asal Glisial :

- (A) Sebelum Terjadi Pencairan Es, Seluruh Daerah Tertutup Salju;
- (B) Setelah Terjadi Glasiasi Muncul Bentuklahan Bentuk *Horn*, *Cirqui*, *Cal*, *Firm*, dan Lain-Lain;
- (C) Tanpa Adanya Es yang Menutupi.

### 5.10. **Bentuklahan Bentukan Asal Kegiatan Biologis (Organik)**

Menurut Verstappen, 1977 bentuklahan *organik* itu bukan hanya karang saja melainkan juga termasuk didalamnya pesisir bakau (*mangrove coast*) serta rancah gambut (*pit bog*). Berbagai macam bentuklahan bentukan asal organik antara lain terumbu karang. Terumbu karang (*coral reef*) merupakan suatu bentukan yang terjadi di dalam lingkungan laut oleh aktifitas *organisme*. Bentukan tersebut terjadi dari endapan batu gamping cangkang dengan struktur tegar yang tahan terhadap pengaruh gelombang laut. Faktor - faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan bentuk terumbu karang adalah temperatur, salinitas, kedalaman laut, sirkulasi air laut, persediaan nutrisi, *turbulensi*, dan *turbiditas* (Siswondo 1987 dalam Dibyosaputro 1997). Ditinjau dari pertumbuhan karangnya maka syarat - syarat yang diperlukan antara lain air yang relatif panas ( $23^{\circ}$  -  $25^{\circ}$ ), sekurang - kurangnya air *subtropis* mempunyai transmisi matahari yang tinggi, airnya bebas dari pelumpuran dan *turbiditas*, serta syarat sekundernya adalah salinitas air laut yang relatif konstan (Siswono 1987 dalam Dibyosaputro 1997).

Indonesia yang terletak di daerah iklim tropis mempunyai kepentingan besar untuk mempelajari hal ikhwal tentang terumbu karang sebab kebanyakan terumbu karang hidup/terjadi di daerah tropis yang berekosistem bahari. Hal ini memberikan peluang bagi kita untuk memanfaatkan terumbu karang itu sebagai sumberdaya lahan. Sumberdaya lahan yang terkandung di dalamnya adalah potensial untuk pariwisata, ekosistem *biotik*, dan yang terpenting bahwa dari berbagai penelitian telah terbukti kalau terumbu karang berperan sebagai batuan *reservoar* minyak yang baik. Menurut Maxwell 1968 (dalam Dibyosaputro 1997), terumbu karang dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan utama yaitu terumbu paparan dan terumbu samudera. Baik terumbu paparan maupun terumbu samudera, kedua - duanya diawali dengan pertumbuhan koloni - koloni *embrionic*. Tabel 5.1. berikut ini menggambarkan klasifikasi terumbu karang yang didasarkan pada klasifikasi dari Maxwell, 1968 dan Pairoridge, 1950 (dalam Dibyosaputro 1997).

**Table 5.1.** Klasifikasi Terumbu Karang Terumbu

I. Terumbu Paparan		II. Terumbu Samudra	
A. Koloni - embrionik :		A. Koloni - embrionik	
1.	Terumbu Pelataran	B. Terumbu Pinggiran	
	a. Terumbu Pelataran <i>Guba</i>	C. Terumbu Penghalang	
	b. Terumbu Memanjang	D. <i>Atol</i> :	
	c. Terumbu Teresorbsi	1. <i>Atol</i> Samudra	
2.	Terumbu <i>Sumoat</i>	2. <i>Atol</i> Majemuk	
3.	Terumbu Dinding	3. <i>Atol</i> Paparan	
	a. Terumbu Taring	a. <i>Atol</i> Bentuk Ladam	
	• Terumbu Cincin Terbuka	b. <i>Atol</i> Bentuk Kuku Kuda	
	• Terumbu Cincin Tertutup	c. <i>Atol</i> Oval Kecil	
	b. Terumbu Garpu	d. <i>Semi Atol</i> Besar	
	• Terumbu Jala Terbuka	e. <i>Atol</i> Lengkap	
	• Terumbu Jala Tertutup	f. Pelataran Terumbu Besar	
	c. Terumbu <i>Apron</i> Campuran		

Berikut ini dibincangkan mengenai bentuklahan bentukan asal proses organik/biotik yang terjadi pada bentuklahan terumbu karang. Simbol untuk pemetaannya dengan huruf B (Biotik) yang diikuti dengan angka arab yang menunjukkan urutan dari darat ke arah laut. Macam - macam unit medan ini disajikan dalam Tabel 5.1. sebagai berikut.

**Table 5.2.** Macam - Macam Unit Medan Terumbu Karang

<b>Simbol</b>	<b>Unit Medan</b>	<b>Deskripsi</b>
B 1	<i>Sandy Cay</i>	Merupakan akumulasi pasir karang lepas dan batu <i>gisik</i> , terdapat di pelataran dengan energi gelombang , belum stabil, dan <i>lee side</i>
B 2	<i>Shingle Cay</i>	Akumulasi rombakan karang sebagai hasil lemparan gelombang atau badai, situasinya pada datangnya arah angin, sering tersemen membentuk <i>breksi koral</i> atau <i>konglomerat koral</i> yang <i>resistan</i> , perintis terbentuknya <i>gudus</i> dan <i>beting gisik</i> maupun <i>bura</i>
B 3	<i>Goba</i>	Tubuh perairan di dalam <i>atol</i> , umumnya dangkal, terisi endapan pasir atau terumbu
B 4	<i>Gudus</i>	Perkembangan dari <i>shingle cay</i>
B 5	Rataan Pasir	Rataan pada pelataran terletak dekat <i>gisik</i> , pada mintakat pasang surut
B 6	Rataan Terumbu	Kelerengan datar, bermaterial terumbu
B 7	<i>Tubir</i>	Lereng depan dari terumbu, terdapat pada mintakan pertumbuhan karang optimum, biasanya pada kedalaman 20 meter

Terpisah dengan pulau karang, beberapa tipe bentuklahan seperti: pantai *mangrove*, pantai gambut, termasuk dalam klas ini. Karang koral, pada umumnya tenggelam karena pengaruh *tektonik* dan gerakan air laut. Pada saat itu, tumbuh karang *atol* dan karang penghalang, akibat agihan binatang laut.

### **5.11. Bentuklahan Bentukan Asal Antropogenik**

Bentuklahan asal *antropogenik* merupakan kelompok besar satuan bentuklahan yang terjadi akibat aktivitas manusia. Waduk, kota, pelabuhan, merupakan contoh-contoh untuk satuan bentuk lahan antropogenik. Untuk dapat mengetahui agihan masing-masing bentuklahan perlu disajikan dalam bentuk peta geomorfologi, yakni penggambaran secara grafis dan teliti bentuklahan ke dalam bidang datar, yang mendasarkan pada aspek-aspek geomorfologi.

### **Evaluasi**

1. Apa kaitan antara aktivitas *vulkanisme* dengan morfologi *relief* permukaan bumi yang beragam?
2. Apa yang anda ketahui tentang bentuklahan - bentuklahan hasil bentukan asal proses *vulkanisme*, uraian penjelasannya dengan contohnya masing - masing!
3. Di permukaan bumi ini ada dijumpai bentanglahan yang *multisiklis*, jelaskan apa maksudnya, dan mengapa demikian?
4. Jelaskan samakah antara *fault scrap* dan *escarpment*, apa yang menyebabkan pembentukannya.
5. Pada daerah lipatan dan patahan pola aliran permukaan yang bagaimana terbentuk? Jelaskan!
6. Apa syarat - syarat yang harus dipenuhi agar bentukan asal *aeolin* dapat berkembang dengan baik ?
7. Kegiatan angin mempunyai dua aspek utama yaitu bersifat *erosif* dan *akumulatif*. Sebut dan jelaskan beberapa contoh bentuklahan asal proses angin hasil proses *aeolin* yang bersifat akumulatif?
8. Karakteristik bentuklahan *karst* dibedakan menjadi 2 yaitu bentuklahan positif dan bentuklahan negatif. Jelaskan masing - masing istilah tersebut disertai dengan uraian contohnya masing - masing!
9. Uraikan teori - teori yang menjabarkan siklus *morfologi* yang terjadi pada daerah *karst*, jelaskan!
10. Jelaskan apa yang anda ketahui bentuklahan - bentuklahan hasil bentukan asal proses *glasial*, uraian contohnya masing - masing!
11. Apa itu konsepsi pantai dan pesisir! Berbeda atau samakan kedua istilah tersebut, jelaskan pula jawaban anda!
12. Faktor apa saja yang berpengaruh terhadap perkembangan pantai, jelaskan!
13. Jelaskan mengapa pantai mengalami *akresi*? Jelaskan pula mengapa pada pantai *akresi* biasanya terdapat urutan (*sequence*) tumbuhan?
14. Apa yang anda ketahui dengan *rip current*? Bagaimana terjadinya? Di pantai yang bagaimana *rip current* dapat berpindah - pindah, Jelaskan!
15. Jelaskan apa yang anda ketahui dengan *flatfom* pada pantai *bercliff*, mengapa bisaterjadi?

**Daftar Pustaka**

- Alan H Strahler & Arthur N Strahler, 1992, *Modern Physical Geography*, New York-Chechester-Birsbane- Toronto-Singapore: John Wiley & Sons. Inc.
- Lobeck, AK., (1939), *Geomorphology, An Introduction to the study of Lanscape*, New York and London: Mc Graw-Hill Book Company. Inc.
- Mulfinger, George. Jr. M.S., & Donald E Snyder, M.Ed., ( 1979), *Earth Science*, Greenville, South Carolina: Bob Jones University Press, Inc. Textbook Division.
- Nagle dan Spencer, 1997, *Edvanced Geography*, New York: Oxford University Press.
- Sudarja Adiwikarta dan Akub Tisnasomantri, (1977), *Geomorfologi Jilid I*, Bandung: Jurusan Pend. Geografi IKIP Bandung.
- Suprpto Dibyosaputro, Drs. M.Sc., (1997), *Geomorfologi Dasar*, Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Van Zuidam, R.A, dan F.I. van Zuidam Cancelado, 1979. *Terrain Analysis And Classification Using Aerial Photographs*, International Institute for Aerial Survey and Earth Science (ITC) 350, Boulevard Al Enschede, The Netherlands

## BAB VI TEKNIK PENGUMPULAN DATA GEOMORFOLOGI

### 6.1. Teknik Pengukuran Tingkat Pelapukan

Tingkat pelapukan batuan dapat ditentukan secara kualitatif di lapangan. Cara pengukurannya dilakukan dengan pemecahan batuan memakai palu, hentakan kaki, tangan, dan air. Tingkat pelapukan ditentukan berdasarkan skala tingkat pelapukan yang dibuat oleh Dearman dkk (1978 dalam Tim KKL Geografi Fisik UGM 1997).

Tabel 6.1. Skala Tingkat Pelapukan

Tingkat	Derajat	Kriteria
I	Segar	Batuan tidak menunjukkan adanya pelapukan; kemungkinan adanya sedikit perubahan warna pada permukaan rekahan.
II	Agak lapuk	Perubahan warna yang menunjukkan pelapukan terjadi pada material batuan dan permukaan rekahan. Meskipun beberapa material batuan berubah warnanya karena pelapukan, akan tetapi batuan tersebut belum diperlunak secara nyata.
III	Lapuk sedang	Material batuan berubah warna dan beberapa batuan tampak lunak. Batuan yang telah berubah warna tetapi belum lunak itu terdapat sebagai inti batu.
IV	Sangat lapuk	Beberapa material batuan terdekomposisi dan/atau terdisintegrasi menjadi tanah. Batuan yang segar atau berubah warna atau lunak terdapat sebagai inti batu di dalam tanah.
V	Lapuk menyeluruh	Seluruh material batuan terdekomposisi dan/atau terdisintegrasi menjadi tanah. Struktur massa asli dan susunan material masih banyak yang utuh.
VI	Tanah residual	Seluruh material batuan telah berubah menjadi tanah. Struktur massa dan susunan material telah rusak. Terjadi perubahan volume yang besar, tetapi tanah tidak tertransportasi secara nyata. Dapat dibedakan menjadi horizon A (atas) sebagai tanah eluviasi dan horizon B (bawah) sebagai tanah <i>iluviasi</i> .

Sumber : Dearman dkk (1978 dalam Tim KKL Geografi Fisik UGM 1997).

## 6.2. Teknik Pengukuran Erosi Tanah

Tingkat erosi tanah yang terjadi di suatu daerah dapat ditentukan berdasarkan kriteria tingkat erosi yang telah dibuat oleh Kevie (1976 dalam Tim KKL Geografi Fisik UGM 1997). Cara penentuannya berdasarkan Tabel 6.2. berikut ini.

**Tabel 6.2.** Kriteria Penentuan Tingkat Erosi Lembar

Tingkat	Kriteria
Tidak ada erosi	Tidak tampak adanya erosi, <i>horizon A</i> berkembang baik.
Ringan	Horison A sebagian tererosi, alat - alat pertanian dapat mencapai <i>horizon</i> dibawahnya.
Sedang	Horison A amat tipis, muncul permukaan <i>horizon</i> dibawahnya.
Berat	Tanpa <i>horizon A</i> , sebagian <i>horizon</i> dibawahnya tererosi

Sumber : Kevie, 1976 (dalam Tim KKL Geografi Fisik UGM 1997)

**Tabel 6.3.** Kriteria Penentuan Tingkat Erosi Alur, Parit, dan *Ravine*

Kedalaman alur, parit, <i>ravine</i> (cm)	Jarak antar - alur, parit, <i>ravine</i> (m)				
	< 20	20-50	50 - 150	150 - 300	> 300
< 50	Sedang	Ringan	-	-	-
50 - 150	Berat	Sedang	Ringan	-	-
150 - 300	Berat	Berat	Sedang	Ringan	-
> 300	Berat	Berat	Berat	Sedang	Ringan

Sumber : Kevie, 1976 (dalam Tim KKL Geografi Fisik UGM 1997)

Catatan :

- Kedalaman alur erosi < 50 cm
- Kedalaman parit erosi 50 – 300 cm
- Kedalaman *ravine* erosi > 300 cm

## 6.3. Morfometri Longsoran

Asal proses pelongsoran ditunjukkan oleh bentuk - bentuk yang dihasilkan. Bentuk - bentuk itu dapat dikenal berdasarkan 3 macam kenampakan, yaitu :

- a. Kenampakan topografis
- b. Kenampakan geologis, dan
- c. Kenampakan budaya

Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)

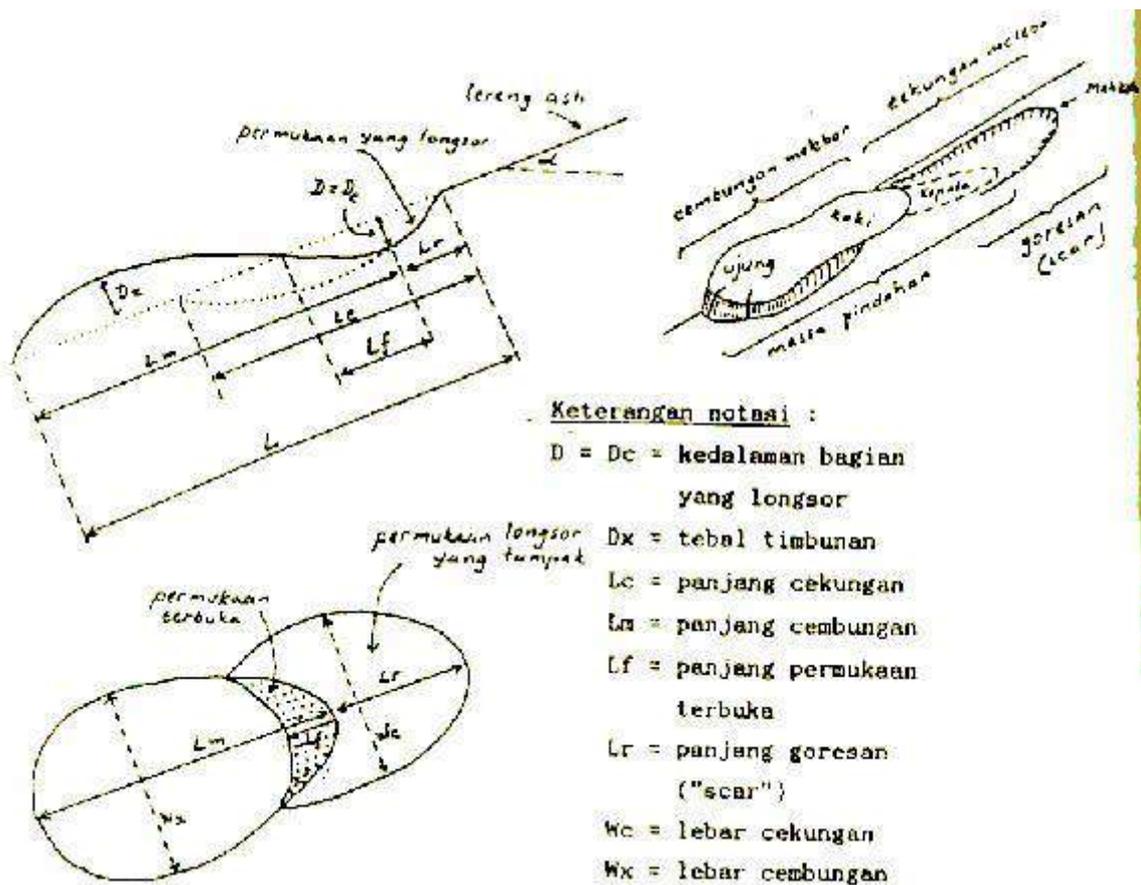
Dengan mengukur karakteristik bentuk longsor dari kenampakan topografis dimungkinkan untuk dasaran. Berdasarkan ukuran - ukuran bentuk (*morfometri*) longsor dapat ditentukan beberapa indeks yang dapat membedakan berbagai tipe longsor. Berbagai tipe longsor telah dikelompokkan oleh Crozin (1973) menurut kelompok prosesnya. Hasil pengelompokannya dapat dilihat pada **Tabel 6.4** berikut ini.

**Tabel 6.4** Pengelompokan Tipe Longsor berdasarkan Asal Proses

Kelompok Proses	Tipe Longsor
- Aliran Cair (F)	- <i>Mudflow, Debris Flow, dan Debris Avalanche</i>
- Aliran Pekat (V)	- <i>Earthflow dan Boulderly Earthflow</i>
- Aliran Longsor (S)	- <i>Slump (Mendatar)</i>
- Aliran Planar (P)	- <i>Truf Glide, Debris Slide, dan Rock Slide</i>
- Aliran Terputar (R)	- <i>Earth and Rock Slump</i>

Sumber : Crozin, 1973 (dalam Tim KKL Geografi Fisik UGM 1997)

Parameter - Parameter untuk mencari *indeks* dapat dilihat pada gambar *morfometri* longsor (Gambar 6.1.) seperti berikut :



**Gambar 6.1** Morfometri Longsor

**Indeks - Indeks Morfometri Longsor :**

Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)

- 1) Indeks klasifikasi utama =  $\frac{D}{L} \times 100 \%$
- 2) Indeks pelebaran =  $\frac{W_x}{W_c}$
- 3) Indeks aliran =  $\frac{W_x}{W_c} - 1 \times \frac{L_m}{L_c} \times 100\%$
- 4) Indeks perpindahan =  $\frac{L_r}{L_c}$
- 5) Indeks aliran pekat =  $\frac{L_f}{D_c}$
- 6) Indeks penipisan =  $\frac{L_m}{L_c}$

#### 6.4. Teknik Identifikasi Sifat - Sifat Tanah di Lapangan

- a. Tentukan titik - titik pengamatan pada peta kerja, dengan mendasarkan kepada :
  - 1) Satuan bentuk lahan
  - 2) Batuan induk
  - 3) Klas lereng
  - 4) Penggunaan lahan
  - 5) *Banjar* lereng (*toposequence*) atau *katena* tanah
- b. Buatlah lubang pengamatan (profil tanah) atau dengan pengeboran pada titik - titik pengamatan yang telah direncanakan
- c. Pengamatan dan pengukuran sifat - sifat tanah pada profil atau *boring*
  - 1) **Jeluk** masing - masing lapisan atau horison tanah, bila menggunakan bor, amatilah setiap pengeboran sedalam 15 cm atau setiap perubahan sifat tanah secara jelas

Table 6.5 Klasifikasi Jeluk Tanah

Jeluk (cm)	Kelas (sebutan)	Singkatan
0–30	Sangat dangkal	Sd
30–60	Dangkal	Dk
60–90	Sedang	Sdg
90 – 150	Dalam	Dm
di atas 150	Sangat dalam	Sm

- 2) **Warna Tanah**, ditentukan berdasarkan notasi warna *MUNSELL* yaitu menggunakan buku warna (*Munsell Soil Colour Charts*). Ada 3 komponen warna yaitu *Hue*, *Value*, *Chroma*. Sebagai contoh warna tanah menurut *Munsell* 10 YR 3/2 berarti *Hue* = 10, *Value* = 3, dan *Hue* = 2, warna sebutan “*Very Dark Greyish Brown*”.

3) **Tekstur Tanah.** Penentuan tekstur tanah di Lapangan dengan cara meremas atau memilih gumpalan tanah dalam keadaan lembab, seperti terlihat pada Skema Penentuan Tekstur Tanah di Lapangan (Diagram 6.1.). Perlu diingat bahwa penentuan tekstur tanah di lapangan tentu saja sangat kasar dan memerlukan pengalaman yang cukup. Klasifikasi tekstur tanah ialah sebagai berikut :

1. Tekstur kasar : pasir, pasir bergeluh, dan geluh berpasir.
2. Tekstur sedang atau menengah : geluh, geluh berdebu, dan geluh berlempung.
3. Tekstur halus : lempung berpasir, lempung berdebu, dan lempung.

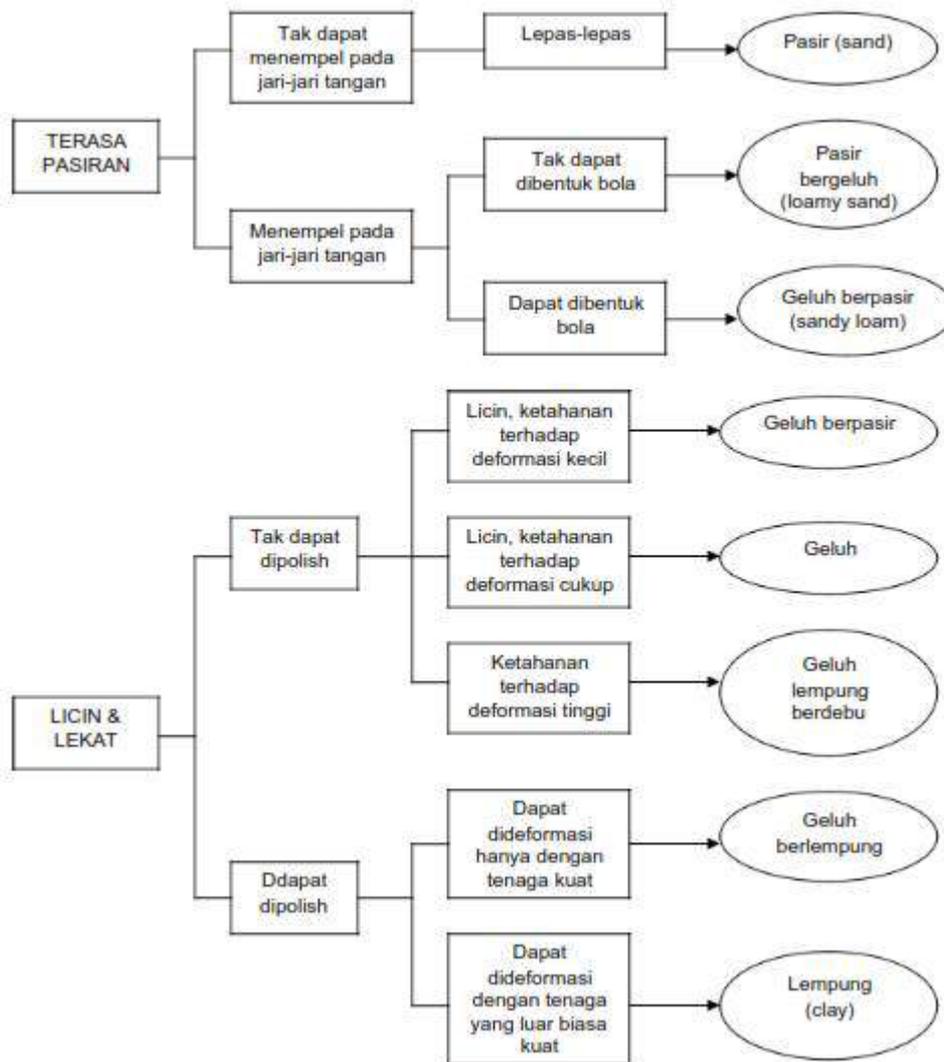


Diagram 6.1. Penentuan Tekstur Tanah di Lapangan

4) **Struktur Tanah.** Penentuan struktur tanah meliputi 3 komponen yaitu (a) tipe struktur, (b) derajat struktur, dan (c) kelas struktur. Klasifikasi struktur tanah seperti terlihat pada Tabel 6.6.

Tabel 6.6. Klasifikasi Struktur Tanah

Tipe Struktur	Derajat Struktur	Kelas Struktur
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berbutir tunggal</li> <li>- Granuler (kersai)</li> <li>- Remah</li> <li>- Gumpal</li> <li>- Tiang (<i>columnar</i>)</li> <li>- Prismatik</li> <li>- Lempeng</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak Berstruktur</li> <li>- Lemah</li> <li>- Sedang</li> <li>- Kuat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sangat Halus atau Sangat Tipis</li> <li>- Sedang</li> <li>- Kasar atau Tebal</li> <li>- Sangat Kasar atau Sangat Tebal</li> </ul>

5) **Konsistensi Tanah.** Penentuan konsistensi tanah dapat dilakukan dalam 3 keadaan kelengasan tanah, yaitu : keadaan kering, keadaan lembab, dan keadaan basah.

1. Dalam keadaan kering <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lepas-Lepas</li> <li>- Lunak</li> <li>- Agak Keras</li> <li>- Keras</li> <li>- Luar Biasa Keras</li> </ul>	2. Dalam keadaan lembab <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lepas - Lepas</li> <li>- Sangat Gembur</li> <li>- Gembur</li> <li>- Agak Gembur</li> <li>- Teguh</li> <li>- Sangat Teguh</li> <li>- Luar Biasa Teguh</li> </ul>	3. Dalam keadaan basah <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak Lekat</li> <li>- Agak Lekat</li> <li>- Lekat</li> <li>- Sangat Lekat</li> <li>- Tidak <i>Plastis</i></li> <li>- Agak <i>Plastis</i></li> <li>- <i>Plastis</i></li> <li>- Sangat <i>Plastis</i></li> </ul>
---	--	---

6) **Permeabilitas** ialah kecepatan tanah meloloskan air, setelah tanah mencapai kejenuhan maksimum, satuannya ialah cm/jam atau m/hari. Cara pengukuran dapat menggunakan *permeameter* atau pendekatan dengan alat *ring infiltrometer* tunggal (*single ring infiltrometer*). Klasifikasi *permeabilitas* menurut UHLAN & O'NEAL (1951), ialah sebagai berikut :

Kelas	Kecepatan (cm/jam)
- Sangat lambat	< 0,1
- Lambat	0,1 – 0,5
- Agak lambat	0,5 – 2,0
- Sedang	2,0 – 6,3
- Agak cepat	6,3 – 12,5
- Cepat	12,5 – 25
- Sangat cepat	> 25

*Permeabilitas* mempengaruhi *drainase*. Disamping itu *drainase* dipengaruhi oleh *tekstur*, ada tidaknya lapisan padas, jeluk air tanah, timbulan (*relief*), dan lereng. *Drainase* dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. *Drainase* luar (pengaliran) sangat ditentukan oleh kemiringan lereng dan *relief*.
2. *Drainase* dalam (dakhil) yang ditentukan oleh *tekstur* dan *permeabilitas* tanah.

Klasifikasi *drainase* adalah sebagai berikut :

Kelas 0 : *Drainase* sangat buruk, air sering menggenang, gerak air sangat lambat, permukaan air sangat dangkal, bahkan sering di atas permukaan tanah.

### Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)

Kelas 1 : *Drainase* buruk, gerak air lambat dan tanah selalu basah selama jangka waktu tertentu, jeluk air tanah dangkal *permeabilitas* lambat.

Kelas 2 : *Drainase* terhambat, gerak air cukup lambat sehingga tanah tetap basah selama periode tertentu, mempunyai lapisan *permeabilitas* lambat dalam profil, dan permukaan air tanah dangkal.

Kelas 3 : *Drainase* sedang, gerak air lambat, profil tanah basah selama waktu pendek, dalam lapisan bawah *permeabilitas* lambat.

Kelas 4 : *Drainase* baik, gerak air cukup tetapi terikat sejumlah lengas di dalam profil tanah untuk pertumbuhan tanaman setelah hujan jatuh atau penambahan dari air irigasi.

Kelas 5 : *Drainase* agak cepat, gerakan dalam profil cepat, tanah mempunyai diferensiasi horison dan pasirana serta *porous*.

Kelas 6 : *Drainase* cepat, gerakan air dari profil tanah sangat cepat, pengaliran cepat karena kemiringan lereng besar, dan pengatusan lancar karena tanah sangat *porous*.

Secara cepat *drainase* dalam (*dakhil*) profil tanah dapat ditentukan dengan cara meneteskan contoh tanah dengan "*αα dypiridil*", dengan kriteria sebagai berikut :

- a. Bila ditetesi dengan "*αα dypiridil*" warna tanah tetap atau tidak berubah, berarti dalam profil tanah telah terjadi *oksidasi* secara sempurna, ini menandakan *drainase* baik
- b. Bila ditetesi, warna tanah berubah agak kemerahan, ini menandakan *drainase* agak buruk
- c. Bila ditetesi, warna tanah berubah menjadi merah, ini menandakan *drainase* tanah buruk - sangat buruk

6) **Reaksi (pH) Tanah.** Pengukuran pH tanah ada dua cara yaitu (1) metode *elektrik* dengan menggunakan pH-meter saku di lapangan, (2) metode *colorimetrik* menggunakan indikator dan zat pelarut H<sub>2</sub>O dan KCl 1N. Secara sederhana yang biasa dilakukan di lapangan yaitu dengan melarutkan contoh tanah ke dalam *aquades* (H<sub>2</sub>O) atau KCl 1N, dengan perbandingan volume contoh tanah : zat pelarut = 1 : 2,5. perlakukan *gojok* larutan tanah dalam tabung reaksi selama 10 menit, kemudian diamkan selama 3 menit sampai terbentuk larutan jernih. Selanjutnya celupkan indikator *pH stick* dan cocokan perubahan warna dengan skala warna yang menunjukkan angka pH.

8) **Kadar Kapur.** Secara kualitatif di lapangan kadar kapur ditentukan dengan meneteskan contoh tanah dengan HCl 10%, Urutan kelas adalah sebagai berikut :

- a. Bila berbuih atau memercik kuat, berarti kadar kapur tinggi
- b. Bila berbuih atau memercik lemah, berarti kadar kapur sedang hingga rendah
- c. Bila tidak memercik, berarti sangat rendah hingga hampir tidak ada

9) **Kadar Bahan Organik.** Secara kualitatif meneteskan contoh tanah dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%. Urutan kelas adalah sebagai berikut :

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implementasi)*

- a. Bila berbuih atau memercik kuat, berarti kandungan bahan organik tinggi
- b. Bila memercik lemah, berarti kandungan bahan organik sedang hingga rendah
- c. Bila tidak memercik, berarti kandungan bahan organik sangat rendah hingga hampir tidak ada.

10) **Konkresi Fe dan Mn** disidik dengan cara meneteskan contoh tanah dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%.

11) **Pengamatan Gleisasi** atau *drainase* dalam profil tanah.

Ada dua cara, yaitu :

1. Mengamati warna bercak (*motling*) dengan *Munsell Soil Color Chart* untuk tanah *gleik*
2. Meneteskan tanah dengan "*α dypiridil*" :
  - a. Bila terjadi perubahan warna dari kelabu keputihan menjadi merah menandakan *gleisasi* kuat atau *drainase* jelek.
  - b. Bila terjadi perubahan ke warna merah tetapi tidak kuat, maka *drainase* agak jelek.
  - c. Bila tidak terjadi perubahan warna berarti *drainase* baik.

## 6.5. Profil Lereng

Lereng terbentuk oleh interaksi antara dua pengaruh yaitu pengaruh *internal* (yaitu jenis dan sikap kedudukan batuan, tanah, dan vegetasi) dan faktor eksternal yaitu proses *denudasi* (pelapukan massa batuan dan erosi). Lereng memiliki parameter - parameter seperti kemiringan, panjang, dan bentuk (cembung, cekung, dan lurus). Parameter - parameter lereng tersebut terbentuk sebagai akibat dari interaksi faktor internal dan eksternal tersebut di atas. Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut maka dengan membuat profil lereng di lapangan akan dicoba untuk menganalisis tentang hubungan antara profil lereng tersebut dengan jenis dan sikap batuan, perkembangan tanah, proses *geomorfologis*, dan penggunaan lahannya. Dengan demikian akan diperoleh suatu pemahaman tentang integrasi dari faktor - faktor pembentuk lereng dengan proses geomorfologi.

**Tujuan :**

1. Membuat profil lereng, mengukur kemiringan lereng, dan panjang penggal lereng.
2. Mengidentifikasi jenis dan penyebaran batuan, proses geomorfologi, perkembangan tanah, kondisi hidrologi, dan penggunaan lahan.

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

3. Mempelajari hubungan profil lereng dengan macam batuan (*litologi*), proses geomorfologi (pelapukan, *mass wasting*, dan erosi), perkembangan tanah, kondisi hidrologi, dan penggunaan lahan pada masing - masing *segmen* lereng.

**Alat :**

*Yalon*, kompas geologi, *abney level*, pita meter, palu geologi, bor tanah, cangkul, *soil test kit*, *munsell colour chart*, gelas ukur, saringan, timbangan analitik, penggaris, busur derajat, buku catatan lapangan, pensil, dan karet penghapus.

**Profil Lereng**

Pembuatan profil lereng ini dikerjakan dengan cara pengukuran di lapangan. Cara pengukuran dapat dilaksanakan sebagai berikut :

- a) Tentukan arah garis profil yang dikehendaki dengan kompas geologi.
- b) Ukur panjang penggal lereng dengan *pita meter*.
- c) Ukur sudut kemiringan lereng dengan *abney level*.
- d) Catat bentuk lereng (cembung, cekung, rata, dan tidak teratur).

Catatan

Sudut kemiringan lereng adalah sudut yang dibentuk oleh bidang lereng dengan bidang horizontal

**Data yang perlu dicatat**

Deskripsi sejauh 25 m di kiri dan kanan dari garis profil tentang :

- a) Material penutup permukaan.
- b) Tipe batuan.
- c) Struktur batuan.
- d) Proses geomorfologi.
- e) Tanah.
- f) Kondisi hidrologis.

## 1. Material Penutup Permukaan

### 1.1. Bentuk Material Penutup Permukaan (Tabel 6.7.)

Tabel 6.7. Bentuk Material Penutup Permukaan

Diameter (cm)	Membulat	Meruncing
< 25	Bongkah (Bo)	Bongkah lancip (Bl)
7,5-<25	Berongkal (Co)	Berongkal lancip (Ch)
1,2 5 -<7,5	Kerakal (Pe)	Kerakal lancip (Fe)
0,2 0 - < 1,25	Kerikil (Gr)	Kerikil lancip
0,0 2 - < 0,20	Pasir kasar (Ca)	

### 1.2. Kerapatan Material Permukaan (Tabel 6.8.)

Tabel 6.8. Kerapatan Material Permukaan

Prosentase (%)	Kerapatan	Singkatan
< 25	Permukaan terbuka	T
25-<50	Permukaan menengah	N
50-<75	Permukaan padat	P
75-100	Permukaan sangat padat	S

### 1.3. Vegetasi Penutup

Dibedakan : pohon, semak, atau rumput

Dicatat :

- Jenis atau nama : pohon, semak, atau rumput
- Tinggi : pohon, semak, atau rumput
- Ukur mahkota pohon.

### 1.4. Penggunaan Tanah

Dicatat mengenai tipe penggunaan tanah : Sawah (S), Tegall (T), Pekarangan (P), dan Hutan (H). Usaha pengawetan tanah yang telah dikerjakan. Misalnya teras perlu dicatat :

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

- a. Tinggi, lebar, dan arah kedudukan muka teras
- b. Teras dengan penguat atau tidak dengan penguat
- c. Arah teras sejalan dengan garis kontur atau tidak.

## **2. Tipe Batuan**

Catatan tipe dan jenis batuan sepanjang profil lereng yang dibuat, berikan tanda perubahan tipe dan jenis batumannya.

## **3. Struktur Batuan**

Catatlh sebaran dan perubahan sikap dan kedudukan batuan atau struktur batuan.

## **4. Proses Geomorfologi**

Sepanjang profil lereng catatlh macam proses geomorfologi (pelapukan, gerak massa batuan, dan erosi) termasuk di dalamnya intensitas/tingkat berlangsungnya proses. Untuk erosi perlu catat bentuk erosinya yaitu apakah erosi bidang, erosi alur, atau erosi parit.

## **5. Tanah**

Buatlah lubang pengamatan profil tanah atau dengan pengeboran, terus deskripsikan *morfologi* tanah di lapangan (tebal horizon, warna tanah, *tekstur* tanah, dan konsistensi tanah dan pH tanah).

## **6. Kondisi Hidrologis**

Di sepanjang profil lereng bila ditemukan mata air (*spring* atau *seepage*) dan sumur supaya diukur : debit, pH dan EC mata air, kedalaman, pH, dan EC air sumur.

## **7. Vegetasi dan Penggunaan Lahan**

- a. Penggunaan Lahan
  - 1) Bentuk penggunaan lahan.
  - 2) Komposisi dan rotasi tanaman.
  - 3) Produksi tanaman.
  - 4) Perlakuan pengolahan tanah dan konservasi lahan (antara lain *terasiring*, guludan dan rorak atau saluran).
  - 5) Ukuran lebar teras, tinggi teras dan arahnya.

b. Vegetasi

Catatlah mengenai : jenis pohon, tinggi pohon, dan ukuran vegetasi di beda - bedakan : pohon, semak, dan rumput.

Catatan

- Perlu diperhatikan ada penggembalaan atau tidak
- Untuk tanah pertanian, perlu diperhatikan : ada irigasi atau tidak ada irigasi, sumber air, jenis tanaman, dan kesuburan (baik, sedang, jelek).

**6.6. Data Geomorfologis**

Mengidentifikasi dan mengumpulkan data *geomorfologis* di daerah penelitian, yang meliputi data yang berkaitan dengan unsur medan dan lahan. Adapun variabel atau data tersebut meliputi :

**6.6.1. Relief, meliputi :**

- Topografi* : lereng, tinggi *absolut*, dan hadap lereng.
- Morfologi* : kemiringan lereng, panjang lereng, bentuk lereng, dan bentuk lembah.
- Aspek *relief* yang lain : hubungan antara unit *relief* dengan kemiringan lereng dan perbedaan tinggi relatif (seperti disajikan dalam **Tabel 6.9.**), kepadatan aliran, dan pola aliran sungai.

**Tabel 6.9.**

Hubungan antara Unit *Relief*, Kemiringan Lereng, dan Beda Tinggi Relatif

No.	Unit <i>Relief</i>	Lereng (%)	Beda Tinggi Relatif (m)
1.	Topografi datar - hampir datar	0 - 2	< 5
2.	Topografi berombak dengan lereng landai	3 - 7	5 - 50
3.	Topografi berombak/bergelombang	8 - 13	25 - 75
4.	Topografi bergelombang/berbukit dengan lereng sedang	14 - 20	50 - 200
5.	Topografi berbukit terkikis dalam dengan lereng terjal	21 - 55	200 - 500
6.	Pegunungan terkikis kuat dengan lereng sangat terjal	56 - 140	500 - 1000
7.	Pegunungan dengan lereng sangat terjal sekali	> 140	> 1000

Sumber : Zuidam RA. 1979

**6.6.2. Jenis Batuan, meliputi :**

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

- a. Batuan beku
- a. Batuan sedimen
- b. Batuan ubah
- c. Material lepas/endapan permukaan
- d. Gambut
- e. *Padas curi*
- f. Kedalaman pelapukan

### **6.6.3. Karakteristik Tanah, meliputi :**

- a. Kedalaman efektif
- b. Kandungan humus
- c. Tekstur dan struktur
- d. Permukaan berkerikil
- e. Singkapan batuan
- f. Drainase (permukaan/*dakhil*)

### **6.6.4. Proses Geomorfologi**

#### **a. Tipe Gradasi**

- 1) Erosi (tipe erosi, aktivitas erosi, dan luas daerah efektif).
- 2) Pelarutan *karst* (tipe *karst* dan luas efektif).
- 3) Banjir (tipe banjir, tenaga banjir, frekuensi banjir, lama genangan, kedalaman genangan, dan luas efektif daerah genangan).
- 4) Gerak massa batuan (klasifikasi zona gerak massa batuan, tingkat gerak massa batuan, tingkat aktivitas gerak massa batuan, dan luas daerah efektif).

#### **b. Tipe Agradasi**

Agradasi merupakan proses geomorfologis yang cenderung menaikkan permukaan bumi menuju ke level umum (*common base level*). Di dalamnya termasuk semua tipe akumulasi sedimen atau endapan, baik yang disebabkan oleh tenaga angin, air, es, maupun gelombang/ arus.

- 1) Air permukaan dan air tanah : kelembaban permukaan, kuantitas air permukaan, kualitas air permukaan, kedalaman muka air tanah, fluktuasi air tanah, kualitas air tanah, dan kuantitas air tanah.
- 2) Vegetasi alami dan budidaya atau penggunaan lahan : tipe penutupan vegetasi, kepadatan penutupan vegetasi, periode penutupan vegetasi, lama penutupan vegetasi total, dan usaha konservasi.

## Cara Mendapatkan Data Geomorfologis

### 1. Interpretasi Peta Topografi

Dari peta topografi didapatkan informasi parameter geomorfologis secara langsung, antara lain : *morfometri*, *relief*, *morfografi*, kesan topografi yang dicerminkan oleh pola, dan kerapatan garis kontur. *Morfometri* yang dapat disadap dari peta topografi antara lain : kemiringan, panjang, dan bentuk lereng, *relief* lokal, dan regional, kesan topografi, bentuk lembah, kerapatan aliran, serta bentuk DAS (Daerah Aliran Sungai). Secara tidak langsung data geomorfologis yang dapat disadap dari peta topografi, antara lain : struktur batuan, proses geomorfologi, dan jenis batuan (semuanya ini mendasarkan pada pola dan kerapatan garis *kontur*). Beberapa parameter yang dapat diukur dari peta topografi adalah sebagai berikut:

$$Re = K_{tt} - K_{tr} \quad (m) \quad \dots\dots\dots (1)$$

Catatan : Re = relief (m), K<sub>tt</sub> = kontur tertinggi (m), K<sub>tr</sub> = kontur terendah (m) Dengan relief ini dapat ditetapkan kesan topografi apakah dataran, perbukitaan, atau pegunungan. **Lihat Tabel 6.8.**

$$\alpha = \frac{(N - 1) \times C_i}{L} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (2)$$

atau

$$\alpha = \arctg \frac{(N - 1) \times C_i}{L} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Catatan :  $\alpha$  = Besar lereng dalam persen (%) menggunakan rumus (2) atau dalam derajat (°) dengan menggunakan rumus (3)

N = Jumlah kontur yang terpotong oleh diagonal L

L = Panjang diagonal tiap *grid* peta (m)

C<sub>i</sub> = Kontur *interval* (m)

Dengan menghitung besarnya lereng ini akan membantu di dalam menetapkan ekspresi *topografi*. Di dalam ekspresi *topografi* tersebut terlihat bahwa beberapa bentuklahan mempunyai kemiringan dari datar, landai, agak miring, miring, terjal, dan amat terjal. Data ini penting karena ada kaitan dengan kecepatan aliran permukaan dan proses gerak massa yang bekerja pada sebidang lahan dengan kelerengan tertentu.

### 2. Interpretasi Foto Udara / Citra Non Foto

*Buku Ajar Geomorfologi (Konsep dan Implimentasi)*

Interpretasi dapat menggunakan *stereoskop* untuk yang bertampalan atau secara *visual* untuk yang tidak bertampalan. Karakteristik *citra* foto maupun non foto yang sangat membantu dalam interpretasi antara lain : *rona, pola, tekstur, situs*, dan bayangan. Dari *foto udara / citra non foto* ini dapat diidentifikasi bentuklahannya.

### **3. Interpretasi Peta Geologi**

Data geomorfologis yang dapat disadap dari peta geologi antara lain : jenis, macam, dan umur batuan, serta struktur geologi. Jenis batuan mencakup batuan beku, sedimen dan batuan ubah, sedangkan masing - masing jenis batuan terdiri atas berbagai macam batuan. Umur batuan dapat diperoleh dari peta geologi, yakni umur geologi dalam : period (*periode*), epoh (*era*), dan umur (*age*). Struktur geologi tercermin pada peta geologi dari simbol garis, antara lain : arah jurus (*strike*) dan kemiringan perlapisan batuan (*dip*), sumbu *antiklinal* dan *sinklinal*, garis sesar *gawir*, serta macam batuan tertentu yang dapat mencerminkan atau memberikan informasi struktur geologi, misalnya ketidakselarasan (*unconformity*) yang terjadi dari berbagai macam batuan yang kontak satu sama lain.

### **4. Kerja Lapangan**

Kerja lapangan dilakukan untuk mendapatkan data hasil pengukuran parameter *geomorfologis* secara langsung. Kerja lapangan dilakukan untuk mendapatkan data primer yang tidak dapat disadap dari peta atau *citra penginderaan jauh*. Untuk mendapatkan data tersebut dilakukan pengukuran lapangan dengan menggunakan berbagai alat survei lapangan berupa : bor tanah, sekop, pita ukur, kompas geologi, *abney level*, palu, sekop, cangkul, kaca pembesar, dan alat ukur lainnya sesuai dengan kebutuhan.

## Evaluasi

1. Apa yang dimaksud bahwa tingkat pelapukan batuan dapat ditentukan secara kualitatif di lapangan? Bagaimana cara pengukurannya? berikan penjelasan dengan gambar!
2. Bagaimana cara penentuan *tekstur*? berikan penjelasan dengan gambar!
3. Jelaskan cara penentuannya erosi tanah maupun longsor tanah?
4. Bagaimana teknik identifikasi sifat - sifat tanah? Jabarkan!
5. Sebutkan dan jabarkan tentang bagaimana cara membuat profil lereng, mengukur kemiringan lereng, dan panjang penggal lereng. Jelaskan!
6. Sebutkan dan uraikan tentang bagaimana cara mengidentifikasi jenis dan penyebaran batuan, proses geomorfologi, perkembangan tanah, kondisi hidrologi, dan penggunaan lahan. Jelaskan!
7. Sebutkan dan jelaskan tentang bagaimana cara mempelajari hubungan profil lereng dengan macam batuan (*litologi*), proses geomorfologi (pelapukan, *mass wasting* dan erosi), perkembangan tanah, dan kondisi hidrologi serta penggunaan lahan pada masing - masing *segmen* lereng. Jelaskan!
8. Mengidentifikasi dan mengumpulkan data *geomorfologis* di daerah penelitian, yang meliputi data yang berkaitan dengan unsur medan dan lahan, jelaskan apa maksudnya, dan apa *variabel - variabel* data tersebut?
9. Sebutkan dan jelaskan cara mendapatkan data geomorfologis ?
10. Intepretasi jenis data apa saja yang dapat di gunakan untuk mendapatkan informasi *geomorfologis* suatu bentanglahan?

**Daftar Pustaka**

- Alan H Strahler & Arthur N Strahler, 1992, *Modern Physical Geography*, New York-Chechester-Birsbane-Toronto-Singapore: John Wiley & Sons. Inc.
- Lobeck, AK., (1939), *Geomorphology, an Introduction to The Study of Landscape*, New York and London: Mc Graw-Hill Book Company. Inc.
- Mulfinger, George. Jr. M.S., & Donald E Snyder, M.Ed., ( 1979), *Earth Science*, Greenville, South Carolina: Bob Jones University Press, Inc. Textbook Division.
- Nagle dan Spencer, 1997, *Edvanced Geography*, New York: Oxford University Press.
- Sudarja Adiwikarta dan Akub Tisnasomantri, (1977), *Geomorfologi Jilid I*, Bandung: Jurusan Pend. Geografi IKIP Bandung.
- Sarwono Hardjowigeno, 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta : Akademika Pressindo.
- Suharyadi, 2004. *Pengantar Geologi Teknik*. Yogyakarta : Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Suprpto Dibyosaputro, 1997. *Geomorfologi Dasar*. Yogyakarta : Fakultas Pasca Sarjana UGM.
- Tim Fakultas Geografi UGM, 1996. *Pengenalan Bentanglahan Parangtritis – Bali*. Yogyakarta : Yayasan Pembina Fakultas Geografi UGM.
- Tim KKL Geografi Fisik UGM, 1997. *Buku Panduan KKL II Identifikasi dan Pengukuran Proses dan Hasil Proses Fisik*. Yogyakarta : Jurusan Geografi Fisik Fakultas Geografi UGM.
- Verstappen, H. Th., 1983. *Applied Geomorphology : Geomorphological Surveys for Environmental Developments*. Elsevier. Amsterdam.
- Van Zuidam, R.A, dan F.I. Van Zuidam Cancelado, 1979. *Terrain Analysis and Classification using Aerial Photographs*, International Institute for Aerial Survey and Earth Science (ITC) 350, Boulevard Al Enschede, The Netherlands.



**Dr. Nasruddin, M.Sc.** menempuh pendidikan tingginya mulai Pendidikan Sarjana Pendidikan Geografi, Program Studi Pendidikan Geografi, Jurusan Geografi, FMIPA Universitas Negeri Malang 1999 - 2003, *kemudian* melanjutkan Magister Geografi, di Program Pascasarjana Fakultas Geografi UGM, 2006-2008. Mulai tahun 2011 sampai tahun 2017 menyelesaikan Doktor Ilmu Geografinya di Program Pascasarjana, Fakultas Geografi UGM. Di Program Geografi, FISIP ULM, Kelompok Bidang Keilmuan dan Keahliannya adalah Geografi / Pengembangan Wilayah - Kawasan Pertambangan.

Bersinggungan dengan kajian - kajian geomorfologi diawali ketika mengambil Skripsi berjudul Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan Budidaya Tanaman Karet di Kecamatan Muara Jawa, Kabupaten Kutai Kartanegara. Tesis untuk Magisternya berjudul Evaluasi Program Pengembangan Masyarakat bidang Ekonomi Perusahaan Minyak dan Gas Bumi di Kecamatan Muara Jawa, Kabupaten Kutai Kartanegara dan riset - riset keilmuan geomorfologinya semakin diperdalam ketika menyelesaikan Disertasi Doktornya berjudul Pengembangan Kawasan Pascatambang Batubara untuk Mendukung Pembangunan Wilayah di Kabupaten Kutai Kartanegara.



**Dr. Arif Rahman Nugroho., M.Sc.** menempuh pendidikan tingginya mulai Sarjana Pendidikan Geografi, FISIP Universitas Negeri Semarang, lulus Tahun 2005 *kemudian* melanjutkan Magister Geografi, di Program Pascasarjana Fakultas Geografi UGM, lulus 2008. Predikat Doktor Ilmu Geografinya, berhasil digondolnya di Program Pascasarjana Fakultas Geografi UGM, lulus Tahun 2019. Di Program Geografi, FISIP ULM, Kelompok Bidang Keilmuan dan Keahliannya adalah Geografi / Pengembangan Wilayah - Kawasan Permukiman.

Penelitian - penelitian dalam kajian bidang geomorfologi diawalnya ketika mengambil Skripsi: berjudul Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Wisata Alam di Obyek Wisata Goa Kreo, Kecamatan Gunung Pati, Kota Semarang. Kemudian semakin memperdalam riset keilmuan geomorfologinya ketika mengambil Tesis berjudul Kajian Erosi Permukaan di Tipologi Karst Gunung Sewu: Kasus Daerah Gunung Kidul Bagian Selatan. Pendekatan - pendekatan keilmuan geomorfologi juga dijadikannya sebagai rujukan ketika menyelesaikan Disertasinya yang berjudul Strategi Penghidupan Pemukim di Kawasan Permukiman Liar (Squatter) Kota Banjarmasin ketika menelaah bentuk - bentuk umum ronan permukaan bumi berdasarkan genetiknya khususnya bentuklahan asal struktural dan *fluvial*.



**Nurlina., S.Si., M.Sc** menempuh pendidikan tingginya di Program Studi Geofisika, Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Hasanuddin. *kemudian melanjutkan* Magister Geografinya, di Program Pascasarjana Fakultas Geografi UGM. Di Program Fisika FMIPA ULM Kelompok Bidang Keilmuan dan Keahliannya : Remote Sensing Geographyc Information ScienceHidrologyGeophysics