



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016**

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Geologi Pertambangan

**Pedagogik : Pengembangan Kegiatan Ekstrakurikuler
Profesional : Rekonstruksi Peralatan Explorasi**

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Geologi Pertambangan

Penyusun :

**Mulya Gusman, ST., MT
UNP Padang
gusmanmulya_tambang@yahoo.co.id
085263018281**

Reviewer :

**Adree Octova, S.Si., MT
UNP Padang
aadree.octova@gmail.com
085263018281**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK
MEDAN
2016**



KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan Guru Pembelajar.

Pedoman Penyusunan Modul Diklat Guru Pembelajar Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan merupakan petunjuk bagi penyelenggara pelatihan di dalam melaksanakan pengembangan modul. Pedoman ini disajikan untuk memberikan informasi tentang penyusunan modul sebagai salah satu bentuk bahan dalam kegiatan Guru Pembelajar bagi guru dan tenaga kependidikan.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan pedoman ini, mudah-mudahan pedoman ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi penyusun modul, pelaksanaan penyusunan modul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan modul diklat GP.

Jakarta, Maret 2016
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

Halaman

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	vi
I	PENDAHULUAN
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta kompetensi.....	2
D. Ruang lingkup	4
E. Saran cara penggunaan modul.....	4
F. Indikator Pencapaian Kompetensi	4
II	KEGIATAN PEMBELAJARAN 1
	MENSKETSAKAN BENTANG ALAM STRUCTURAL(STRUCTURAL
	ATAU TECTONIC LEMPENG)
A. Tujuan pembelajaran.....	7
B. Uraian materi pembelajaran.....	7
A. Bentuk muka bumi.....	7
1. Tenaga yang Mengubah Bentuk Muka Bumi	8
2. Bentuk Bentuk Muka Bumi	22
3. Struktur geologi.....	30
C. Aktivitas pembelajaran.....	32
D. Latihan/kasus/tugas.....	34
E. Rangkuman	34
F. Umpan balik dan tindak lanjut.....	35
III	KEGIATAN PEMBELAJARAN 2
	MEREKONTRUKSI SEJARAH GEOLOGI YANG PERNAH TERJADI
	DI LOKASI PENGAMATAN
A. Tujuan pembelajaran	37
B. Uraian materi pembelajaran.....	37
1. Mangan.....	37
A. Geologi Regional.....	37
2. Bijih besi	41
B. Geologi Regional.....	42
3. Batubara	43
A. Geologi Regional	43
4. Timah	48
A. Keadaan Geologi dan Stratigrafi	48
5. Emas primer	56
Keadaan Geologi dan Stratigrafi	56
C. Aktivitas pembelajaran.....	61
D. Latihan/kasus/tugas.....	63
E. Rangkuman	64
F. Umpan balik dan tindak lanjut.....	65

IV	KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	
	MERUMUSKAN HASIL PENGAMATAN DI LAPANGAN	
	A. Tujuan Pembelajaran.....	67
	B. Uraian materi pembelajaran.....	67
	A. Pengantar	67
	1. Mikropalenteologi dan Mikrofosil.....	67
	2. Kegunaan dari Mkrfosil.....	68
	3. Makna dan Tata Nama Penamaan fosil.....	69
	4. Teknik Penyajian Fosil.....	71
	5. Pengenalan cangkang foraminifera dan bhentos	81
	B. Cara Penentuan Umur Fosil.....	95
	1. Penentuan Umur Fosil C-14	97
	C. Aktivitas pembelajaran.....	102
	D. Latihan/kasus/tugas.....	104
	E. Rangkuman	105
	F. Umpan balik dan tindak lanjut.....	106
V	KEGIATAN PEMBELAJARAN 4	
	MERANCANG PERALATAN EKSPLORASI BERDASARKAN	
	METODE, KEADAAN LAPANGAN, WAKTU, ALAT YANG TERSEDIA	
	BIAYA DAN KETELITIAN YANG DIINGINKAN	
	A. Tujuan Pembelajaran	108
	B. Uraian materi pembelajaran	108
	1. Usaha Pertambangan dan Eksplorasi	108
	2. Pengertian Eksplorasi dan Teknik eksplorasi.....	109
	3. Maksud dan Tujuan eksplorasi	110
	4. Prinsip Eksplorasi	111
	5. Cara atau Metoda Eksplorasi.....	112
	6. Faktor Yang mempengaruhi Eksplorasi	113
	7. Tahapan kegiatan Eksplorasi.....	119
	C. Aktivitas pembelajaran	127
	D. Latihan/kasus/tugas.....	129
	E. Rangkuman	130
	F. Umpan balik dan tindak lanjut.....	135
VI	KEGIATAN PEMBELAJARAN 5	
	MERUMUSKAN STRUKTUR DAN KONSISTENSI TANAH	
	A. Tujuan Pembelajaran	137
	B. Uraian materi pembelajaran	137
	1. Pengertian mekanika tanah	137
	2. Sifat- sifat Fisika Tanah	141
	3. Pengaruh Struktur Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman	158
	4. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kemantapan Struktur.....	158
	5. Manfaat Struktur Tanah Pada Bidang Pertanian.....	159
	C. Aktivitas pembelajaran	163
	D. Latihan/kasus/tugas.....	165
	E. Rangkuman	165
	F. Umpan balik dan tindak lanjut.....	167
VII	KEGIATAN PEMBELAJARAN 6	

MERUMUSKAN DRAINAGE DAN PORI-PORI TANAH

A. Tujuan Pembelajaran	169
B. Uraian materi pembelajaran	169
1. Pengertian Drainase	169
2. Drainase Permukaan Tanah	170
3. Drainase Permukaan Bawah Tanah	171
4. Drainase Menurut Fungsinya	172
5. Drainase Menurut Konstruksi.....	173
6. Drainase Jalan Raya	173
7. Drainase Lapangan Terbang	174
8. Drainase Lapangan Olahraga.....	174
9. Pola Jaringan Drainase	174
10. Pangklasifikasian Saluran Drainase.....	178
11. Keuntungan dn Kekurangan Drainase	179
C. Aktivitas pembelajaran	182
D. Latihan/kasus/tugas.....	184
E. Rangkuman	184
F. Umpan balik dan tindak lanjut.....	185

VIII KEGIATAN PEMBELAJARAN 7

MERUMUSKAN SIFAT-SIFAT LAIN (KEADAAN BATUAN, PADAS, KEDALAMAN EFEKTIF DAN LERENG)

A. Tujuan Pembelajaran	188
B. Uraian Materi Pembelajaran	188
1. Pengertian Tanah	188
2. Faktor-Faktor penghambat Lain Yang Terdapat Pada Tanah .	190
3. Konservasi Tanah dan Air	194
C. Aktivitas pembelajaran	196
D. Latihan/kasus/tugas.....	199
E. Rangkuman	199
F. Umpan balik dan tindak lanjut.....	200

IX EVALUASI

X GLOSARIUM

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Skema Pembentukan Retakan dari tenaga Bersifat endogen ..	9
Gambar 1.2 Vulcanic landform.....	11
Gambar 1.3 Bukit antiklin.....	12
Gambar 1.4 Lembah antiklin.....	13
Gambar 1.5 Bukit sinklin	13
Gambar 1.6 Lembah sinklin	14
Gambar 1.7 Bukit monoklin.....	14
Gambar 1.8 Struktur Bentang Alam	24
Gambar 1.9 Peta Tektonik Indonesia	39
Gambar 2.1 Peta geologi regional	41
Gambar 2.2 Peta Geologi	43
Gambar 2.3 Peta Geologi Sawahlunto.....	44
Gambar 2.4 Geologi Daerah Penelitian	45
Gambar 2.5 Stratigrafi cekungan ombilin	48
Gambar 2.6 Sabuk timah	50
Gambar 2.7 Endapan timah letakan	53
Gambar 2.8 Peta Geologi Regional	57
Gambar 2.9 Tahapan mineralisasi tambang emas cibaliung.....	59
Gambar 2.10 Peta Geologi Lembar Padang	64
Gambar 2.11 Peta geologi Bukit Karang Putih	67
Gambar 2.12 Peta geologi Lembar Padang.....	68
Gambar 3.1 Penampang ventral,dorsal dan sentral foraminifera	82
Gambar 3.2 Saccamina	82
Gambar 3.2 Lagena.....	83
Gambar 3.3 Hyperamina.....	83
Gambar 3.4 Ortovertella	84
Gambar 3.5 Rectocomuspira	84
Gambar 3.6 Rhabdamina abyssosorum.....	84
Gambar 3.7 Lenticulina	84
Gambar 3.8 Denrophyra crecta.....	85
Gambar 3.9 Astroshizalimicolasndhal	85
Gambar 3.10 planorbulooides reticnacuata	85
Gambar 3.11 Flabelina rugosa	86
Gambar 3.12 Textularia rugosa	86
Gambar 3.13 Textularia cretoa	86
Gambar 3.14 Vaginulina laguman.....	86
Gambar 3.15 Pavana flabeliformis	87
Gambar 3.16 Siphonogerina.....	87
Gambar 3.17 Nodosaria.....	87
Gambar 3.18 Glandulina.....	88
Gambar 3.19 Dentalina.....	88
Gambar 3.20 Elphidium	88
Gambar 3.21 Nonion	88
Gambar 3.22 Rotalia	89
Gambar 3.23 Globigerina	90
Gambar 3.24 Textularia	90
Gambar 3.25 Uvigerina	90

Gambar 3.26 Bigerina	90
Gambar 3.27 Vulvurina	91
Gambar 3.28 Bentuk bentuk foraminifera	93
Gambar 3.29 Chlistomela colonna	94
Gambar 3.30 Orthomorphina challegeriana	95
Gambar 3.31 Elphidium	95
Gambar 3.32 Format perhitungan kamar foraminifera	96
Gambar 3.33 Macam-macam aperture foraminifera.....	100
Gambar 3.34 Sphaeroidinela dehisces	101
Gambar 3.35 Elphidium incertum.....	101
Gambar 3.35 Rugoglobigerina rugosa	106
Gambar 3.36 Lenticulina costata	106
Gambar 3.37 Quingueloculina	108
Gambar 3.38 Spaerodinella dehisces	109
Gambar 3.39 Robulus sp	110
Gambar 3.40 Cibicides.	111
Gambar 3.41 Globorotalia menardi.....	111
Gambar 3.42 Hantkenina alabamensis	111
Gambar 3.43 Globogerina nepenthes	112
Gambar 3.44 Globoquadrina dehisces.....	112
Gambar 3.45 Globorotalia nana.....	112
Gambar 3.46 Catapydrax dissimilis.....	112
Gambar 3.47 Catapsydrax stainforty.....	112
Gambar 3.48 Pulleniatina primalis	113
Gambar 3.49 Orbulina bilobata	113
Gambar 3.50 Hedbergelina washitensis	113
Gambar 3.51 Rugoglobigerina rugosa	113
Gambar 3.52 Lenticulina costata	114
Gambar 3.53 Quingueloculina	114
Gambar 3.54 Geological conformities	114
Gambar 3.55 Diagram skematik dari sebuah spektrum.....	114
Gambar 3.56 Skema menentukan umur fosil	115
Gambar 3.57 tahapan industry pertambangan.....	126
Gambar 3.58 sistematika tahapan eksplorasi	140
Gambar 3.59 Resiko dan Investasi dalam Industry Pertamabangan	152
Gambar 3.40 Tahapan pengambilan keputusan	152
Gambar 3.41 Tahapan eksplorasi ,resiko geologi dan biaya.....	156
Gambar 6.1 Drainase Permukaan Tanah	196
Gambar 6.2 Drainase Permukaan Bawah Tanah	197
Gambar 6.3 Pola jaringan parallel.....	200
Gambar 6.4 Pola jaringan grid iron	201
Gambar 6.5 Pola jaringan Alamiah	201
Gambar 6.6 pola jaringan radial.....	202
Gambar 6.7 pola jaringan jarring-jaring	202

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Density Jenis Batuan Ombilin	46
Tabel 1.2 Stratigrafi Batuan Ombilin	52
Tabel 1.3 Tabel Stratigrafi Bukit Karang Putih	63
Tabel 1.4 Sifat fisik batugamping bukit karang putih	69
Tabel 2.1 Aktivitas Eksplorasi Pertambangan	143
Tabel 2.2 Pemakaian metode geofisika dan geokimia dalam eksplorasi.....	144
Tabel 5.1 Penggolongan Tanah berdasarkan Ukuran Butir.....	159
Tabel 6.1 Unsur Hara Tanah.....	165
Table 6.2 PH Tanah.....	166

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Program Guru Pembelajar (GP) adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Guru Pembelajar sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan GP akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan GP baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk GP dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat GP dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Pedoman penyusunan modul diklat GP bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam mengembangkan modul pelatihan yang diperlukan guru dalam melaksanakan kegiatan GP.

B. Tujuan

Tujuan disusunnya buku pedoman penyusunan modul diklat GP adalah memberikan pemahaman bagi instansi penyelenggara pelatihan dan para penulis modul tentang konsep dasar dan tahapan penyusunan dan pengembangan penulisan modul GP guru dan tenaga kependidikan. Secara khusus tujuan penyusunan pedoman ini adalah:

1. Memberikan panduan kepada penulis dalam penyusunan modul diklat GP.
2. Menjadi acuan pengelolaan GP bagi PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya untuk mengembangkan modul pelatihan yang diperlukan dalam kegiatan GP di sekolah/madrasah.

C. Peta Kompetensi

Pemetaan kompetensi dihasilkan melalui analisis pencapaian kompetensi dengan membuat Diagram Pencapaian Kompetensi. Diagram pencapaian kompetensi merupakan tahapan atau tata urutan logis kompetensi yang diajarkan dan dilatihkan kepada peserta diklat dalam kurun waktu yang dibutuhkan. Diagram pencapaian kompetensi dibuat untuk setiap kelompok muatan/objek kompetensi yang sejenis (mata pelajaran yang diampu). Setelah analisis dan diagram pencapaian kompetensi, maka dilakukan analisis untuk sinkronisasi pencapaian kompetensi antar kelompok kompetensi dan kompetensi pedagogik untuk penentuan tingkatan modul dari grade 1 sampai grade 10. Peta kompetensi dapat dilihat pada Tabel di bawah ini

PETA KOMPETENSI

Kompetensi Utama	Kompetensi Inti	Kompetensi Guru	Indikator Pencapaian Kompetensi
Pedagogik	6. Memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimiliki.	6.4 Menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.	6.4.2Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler diidentifikasi untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.
			6.4.3 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler dirancang untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.

Profesional	Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.	20.14 Menjelaskan hubungan gaya endogen dengan bentang alam.	20.4.1 Mensketsakan Bentang alam Struktural (Structural atau Tectonic Landforms).
		20.11 Merumuskan fenomena-fenomena batuan di lapangan.	20.11.3 Merekonstruksi sejarah geologi yang pernah terjadi di lokasi pengamatan.
		20.14 Menyajikan hasil analisis fosil mikro guna penentuan umur.	20.14.1 Merumuskan hasil pengamatan lapangan.
		20.32 Merekonstruksi peralatan yang digunakan untuk eksplorasi.	20.32.1 Merancang peralatan eksplorasi berdasarkan metode, keadaan lapangan, waktu, alat yang tersedia, biaya, dan ketelitian yang diinginkan.
		20.41 Merumuskan sifat-sifat fisik dan mekanik tanah.	20.41.2 Merumuskan struktur dan tanah konsistensi tanah.
			20.41.3 Merumuskan drainase dan pori-pori tanah.
			20.40.4 Merumuskan sifat-sifat lain (keadaan batuan, padas, kedalaman efektif, dan lereng).

D. Ruang Lingkup

Pedoman ini penyusunan modul diklat GP yang berisi pengertian dan manfaat modul, prinsip penulisan modul, ciri-ciri modul, kriteria penulisan modul, tahapan pengembangan modul.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Agar modul ini dapat dipergunakan seacara efektif dan tepat sasaran, maka pengguna modul diharapkan:

1. Membaca out line modul terlebih dahulu.
2. Mengetahui peta kompetensi.
3. Memahami kompetensi utama, kompetensi inti, kompetensi guru mata pelajaran atau kelas.

4. Memahami indikator esensial atau indikator pencapaian kompetensi (IPK)
5. Memahami tujuan pembelajaran setiap kegiatan pembelajaran.
6. Memahami seluruh isi kegiatan pembelajaran dengan menjawab soal latihan yang disediakan. Kemudian mencocokkan dengan kunci jawaban yang disediakan.
7. Melakukan pengayaan dengan membaca buku – buku sumber, artikel, karya ilmiah dan hasil penelitian sebelumnya.

F. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Indikator Pedagogik

A. PENGEMBANGAN DIRI

a) Pendahuluan

Secara umum, apabila dilihat dari sisi materi yang diajarkan di sekolah, kecil kemungkinannya untuk dapat memenuhi semua kebutuhan peserta didik. Terlebih lagi apabila dilihat dari tuntutan dunia kerja yang semakin kompleks. Pada masa lalu, untuk memperoleh pekerjaan seseorang cukup hanya dengan mengandalkan pengetahuan, dan keterampilan teknis. Saat ini pemberi kerja juga membutuhkan bentuk keterampilan lain, yang disebut sebagai keterampilan abad ke 21.

Keterampilan abad ke 21 pada dasarnya adalah sekumpulan keterampilan yang dibutuhkan oleh seseorang dalam berhubungan dengan orang lain, dan dirinya sendiri, yang juga dikenal dengan nama *soft skills*. Sebagai sekumpulan keterampilan, *soft skills* dapat ditularkan melalui berbagai kegiatan di luar proses pembelajaran di dalam kelas, yaitu dalam kegiatan pengembangan diri.

b) Pengembangan Diri

Di dalam Permendikbud Nomor 81 A Tahun 2013, dijelaskan bahwa pengembangan diri merupakan kegiatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan dan mengekspresikan diri melalui berbagai kegiatan ekstrakurikuler. Sementara Jatilawang (2011), menjelaskan bahwa pengembangan diri adalah suatu kegiatan yang bertujuan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk

mengembangkan dan mengekspresikan diri sesuai dengan kebutuhan, bakat dan minat setiap peserta didik sesuai dengan kondisi sekolah.

Bertolak dari kedua defisi, dapat disimpulkan bahwa pengembangan diri adalah kegiatan ekstrakurikuler, dan layanan konseling yang bertujuan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan dan mengekspresikan diri sesuai dengan kebutuhan, bakat dan minat setiap peserta didik sesuai dengan kondisi sekolah.

Sesuai dengan definisi di atas, secara khusus pengembangan diri akan terkait dengan pengembangan bakat, minat, kreativitas, kemampuan sosial, kemandirian, kemampuan mengatasi masalah dan kemampuan belajar. Di mana untuk pengembangan masing-masing bidang, membutuhkan cara dan kegiatan yang berbeda. Sehubungan dengan hal tersebut, maka bentuk kegiatan pengembangan diri dapat dibagi atas: layanan konseling, kegiatan ekstra kurikuler dan kegiatan pengembangan diri secara tidak terprogram. Khusus untuk kegiatan yang tidak terprogram dapat dilakukan secara rutin, spontan dan keteladanan.

Pengembangan diri dalam bidang layanan konseling antara lain terdiri dari konseling perorangan, konseling kelompok, bimbingan kelompok, konsultasi dan mediasi. Untuk kegiatan ekstra kurikuler dapat dibagi atas: krida, karya ilmiah latihan/lomba keberbakatan/prestasi, seminar, lokakarya, dan pameran/bazar. Sedangkan untuk kegiatan yang tidak terprogram, bentuknya dapat beragam sesuai dengan situasi dan kondisi sekolah. Sedangkan pelaksanaannya, dilakukan langsung oleh guru, konselor dan tenaga kependidikan di sekolah

Daftar Pustaka

Jatilawang, K. (2011). Pengembangan diri, pembiasaan dan ekstra kurikuler. Diakses tanggal 9 Desember 2015 di *jatilawan tulisan.blogspot.com/.../ pengembangan-diri*.

2. Indikator Profesional

- 20.4.1 Mensketsakan Bentang alam Struktural (Structural atau Tectonic Landforms).
- 20.11.3 Merekonstruksi sejarah geologi yang pernah terjadi di lokasi pengamatan.
- 20.14.1 Merumuskan hasil pengamatan lapangan.
- 20.32.1 Merancang peralatan eksplorasi berdasarkan metode, keadaan lapangan, waktu, alat yang tersedia, biaya, dan ketelitian yang diinginkan.
- 20.41.2 Merumuskan struktur dan tanah konsistensi tanah.
- 20.41.3 Merumuskan drainase dan pori-pori tanah.
- 20.40.4 Merumuskan sifat-sifat lain (keadaan batuan, padas, kedalaman efektif, dan lereng).

II. KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 MENSKETSAKAN BENTANG ALAM STRUCTURAL (STRUCTURAL ATAU TECTONIC LEMPENG)

A. Tujuan Pembelajaran

6. Memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimiliki.
- 6.4 Menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran untuk mendorong
- 6.4.2 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler diidentifikasi untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.
- 6.4.3 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler dirancang untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.

B. Uraian Materi Pembelajaran

A. Bentuk Muka Bumi

1. Definisi

Bumi yang kita tempati, antara satu tempat dengan tempat yang lain tidaklah sama bentuk kenampakan alamnya. Pada umumnya bumi terdiri atas daratan dan lautan, dimana luas lautan lebih besar daripada daratan. Wilayah daratan dengan lautan masing-masing memiliki keanekaragaman bentuk yang berbeda-beda. Sebagai contoh, di daratan saja memiliki banyak sekali kenampakan alam (ada gurun, pegunungan, gunung, sungai, hutan, dan masih banyak lagi).

Kenampakan bentuk muka bumi baik di daratan maupun di lautan dari waktu ke waktu akan mengalami perubahan bentuk, hal ini dikarenakan adanya tenaga yang berasal dari dalam bumi (**endogen**) maupun luar bumi (**eksogen**) yang menyertainya. Lalu apa sebenarnya yang dimaksud dengan bentuk muka bumi itu?.. pertanyaan ini mungkin akan memiliki banyak sekali jawaban dikarenakan banyak sekali cara yang bisa digunakan untuk mendefinisikan bentuk muka bumi.

Mendefinisikan bentuk muka bumi akan lebih mudah apabila kita melihat langsung kenampakan bentuk muka bumi yang ada. Sebagai contoh kita bisa mendefinisikan bentuk muka bumi sebagai kenampakan alam (permukaan bumi) yang kita lihat secara langsung dengan mata kita.

Untuk mempelajari bentuk muka bumi, maka geomorfologi adalah ilmu yang tepat dalam mengkaji berbagai kenampakan bentuk muka bumi. **Geomorfologi** berasal dari kata *geomorf* yang berarti bentuk lahan dan *logos* yang berarti ilmu. Jadi geomorfologi adalah ilmu atau uraian mengenai bentuk muka bumi. Cooke (1974) mengatakan bahwa geomorfologi adalah studi bentuk lahan dan proses-proses yang mempengaruhi pembentukannya dan menyelidiki hubungan antara bentuk dan proses dalam tatanan keruangnya.

Sedangkan menurut Verstappen (1983) geomorfologi merupakan ilmu pengetahuan alam tentang bentuk lahan pembentuk muka bumi, baik diatas maupun dibawah permukaan air laut dan menekankan pada asal mula dan perkembangan di masa mendatang serta konteksnya dengan lingkungan. Berdasarkan pengertian-pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa geomorfologi mempelajari bentuk lahan muka bumi.

1. Tenaga Yang Mengubah Bentuk Muka Bumi

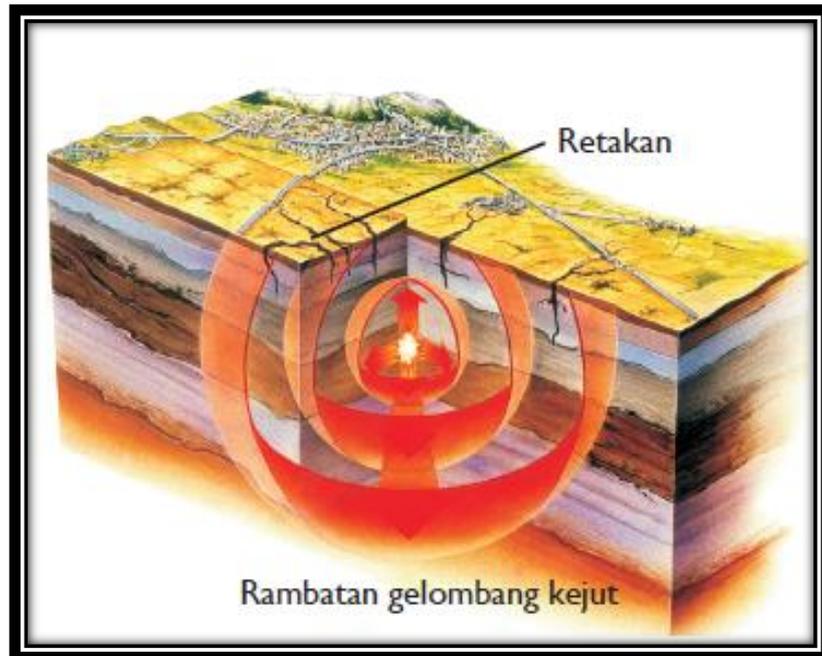
Permukaan bumi selalu dan akan selalu mengalami perubahan sebagai akibat geomorfologi. Proses ini dapat berupa proses endogen (dari dalam bumi), proses eksogen (dari luar bumi), maupun ekstraterestrial (angkasa, contoh meteor jatuh). Antara proses endogen dan eksogen saling berhubungan dimana apabila proses endogen terjadi (misal gunung meletus) maka proses eksogen akan menyertainya.

Berikut ini akan dijelaskan lebih detail mengenai proses-proses yang bertugas mengubah bentuk muka bumi. Ketiga proses tersebut adalah sebagai berikut:

a. Tenaga Endogen

Merupakan tenaga dari dalam bumi yang membentuk konfigurasi permukaan bumi. Tenaga endogen ini sifatnya membentuk permukaan bumi menjadi tidak rata. Tenaga Endogen sering menekan di sekitar lapisan-lapisan batuan pembentuk kulit bumi (litosfer). Mungkin saja di suatu daerah dulunya permukaan bumi rata (datar) tetapi akibat tenaga endogen ini berubah menjadi gunung atau bukit pegunungan. Pada bagian lain permukaan bumi turun menjadikan adanya lembah atau

jurang. Tenaga ini dapat berupa tektonisme (diastropisme), vulkanisme, dan gempa.



Gambar 1.1 Skema Bentuk Retakan Dari Tenaga Bersifat Endogen

Sumber : <http://www.plengdut.com/2013/03/tenaga-endogen.html>

Tektonisme (diastropisme) terdiri atas tenaga epirogenesa dan tenaga orogenesa. Tenaga epirogenesa merupakan proses pengangkatan (negative) atau penurunan (positive) letak bumi dalam wilayah luas dengan kecepatan relatif lambat. Contoh akibat dari tenaga epirogenesa positif adalah turunnya pulau-pulau di Indonesia Timur, dan akibat dari tenaga epirogenesa negatif adalah pengangkatan benua Asia. Sedangkan tenaga orogenesa merupakan pengangkatan pada daerah relatif sempit dalam waktu relatif singkat. Contoh dari tenaga ini adalah terbentuknya pegunungan lipatan di zone utara Jawa Timur (pegunungan Kendeng). Tenaga ini biasa disebut sebagai tenaga pembentuk pegunungan.

Proses Diastropisme adalah proses struktural yang mengakibatkan terjadinya lipatan dan patahan tanpa dipengaruhi magma tapi tenaga dari dalam bumi. Kalau tenaga endogen yang menekan litosfer arahnya mendatar dan bertumpukan yang mengakibatkan permukaan bumi melipat menyebabkan terbentuknya puncak dan lembah disebut lipatan.

Bentuk permukaan bumi dari hasil proses ini ada dua, yaitu, puncak lipatan (antiklin) dan lembah lipatan (sinklin). Proses diastropisme juga

dapat menyebabkan struktur lapisan-lapisan batuan retak-retak dan patah. Lapisan batuan yang mengalami proses patahan ada yang mengalami pemerosotan yang membentuk lembah patahan dan ada yang terangkat membentuk puncak patahan. Lembah patahan disebut **slenk** atau graben sedangkan puncak patahan dinamakan **horst**.

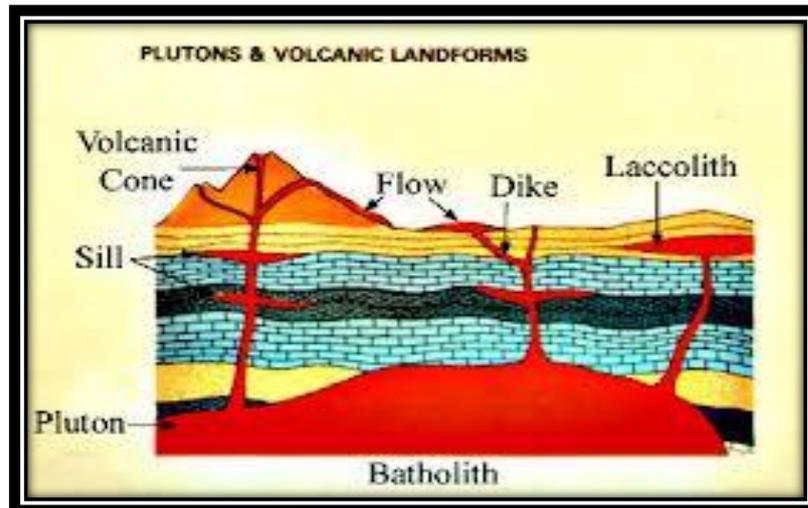
Vulkanisme adalah proses keluarnya magma ke permukaan bumi, baik melalui pipa kepundan maupun celah-celah batuan. Konfigurasi permukaan bumi yang dihasilkan oleh proses ini berupa bentuk lahan asal vulkanik. Gejala vulkanisme berhubungan dengan aktivitas keluarnya magma di gunungapi. Proses keluarnya magma ke permukaan bumi disebut erupsi gunung api. Proses vulkanisme terjadi karena adanya magma yang keluar dari zona tumbukan antar lempeng.

Tanda-tanda akan terjadi letusan gunung api adalah sebagai berikut:

- Kenaikan suhu udara disekitar gunung secara drastis.
- Sering terjadi gempa sebagai aktivitas gunung api.
- Bau belerang lebih menyengat dari biasanya.
- Tumbuhan disekitar gunung pada layu.
- Munculnya uap air panas.
- Karbon dioksida muncul lebih berlebihan.

Gempa bumi adalah proses pergeseran permukaan bumi, baik disebabkan oleh tektonisme, vulkanisme maupun terban (tanah runtuh). Gempa bumi ini kurang berperan dalam membentuk konfigurasi permukaan bumi dibandingkan kedua tenaga sebelumnya.

Berdasarkan peristiwa yang menimbulkannya, gempa dibedakan menjadi 3 (tiga), yakni: gempa tektonik, gempa vulkanik, dan gempa runtuh. Gempa vulkanik disebabkan oleh aktivitas gunung api, gempa tektonik disebabkan akibat gerakan tektonik yakni patahan dan retakan, sedangkan gempa runtuh disebabkan oleh akibat runtuh atap gua (sering terjadi pada gua-gua di daerah berkapur). Dari ketiga macam gempa ini yang terkuat adalah gempa yang diakibatkan oleh proses tektonik dan vulkanik.



Gambar 1.2

Vulcanic Landforms

Sumber : <https://ipsdismp.wordpress.com/ips-cls-7-sem-1/tenaga-endogen/>

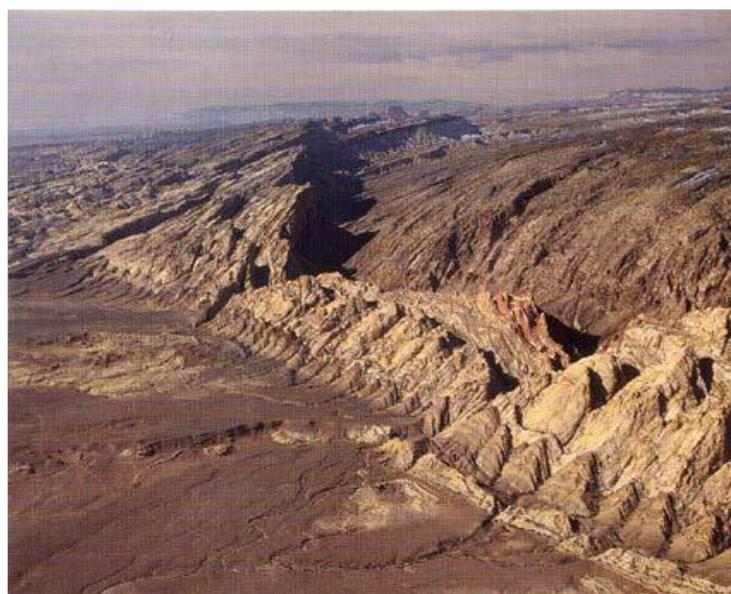
I. Bentang Alam Hasil Proses Endogen

Bentang alam endogen adalah bentangalam yang proses pembentukannya/genetiknya dikontrol oleh gaya-gaya endogen, seperti aktivitas gunungapi, aktivitas magma dan aktivitas tektonik (perlipatan dan patahan). Bentuk bentan galam endogen secara geomorfologi dikenal sebagai bentuk bentang alam konstruksional (*constructional landforms*). Adapun bentuk bentangalam yang dikendalikan oleh gaya-gaya endogen antara lain adalah:

➤ **Bentang Alam Struktural**

Bentangalam Struktural (*Structural landforms*) adalah bentang alam yang proses pembentuknya dikontrol oleh gaya tektonik seperti perlipatan dan atau patahan. "Morfologi Lipatan" dapat dibagi menjadi satuan-satuan morfologi yang lebih rinci lagi, antara lain adalah:

- i. **Bukit Antiklin** (*anticlinal ridges*) adalah bentang alam yang berbentuk bukit dengan litologi yang mendasarinya berstruktur antiklin.



Gambar 1.3 Bukit Antiklin (*anticlinal*)

ridges)

Sumber : <http://ipsspenska.blogspot.co.id/2011/05/antiklin-dan-sinklin.html>

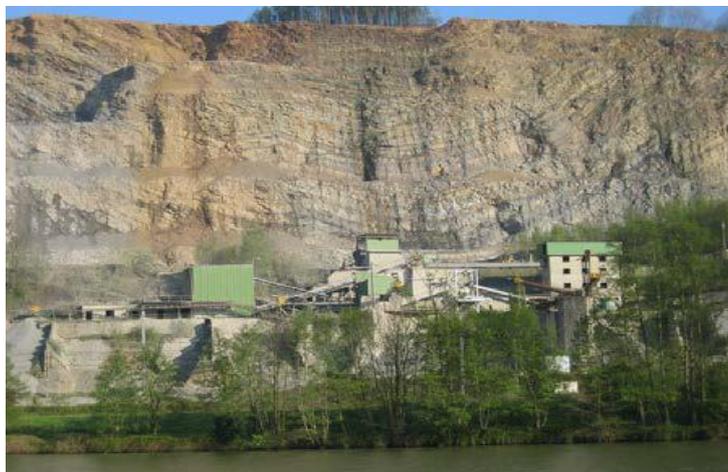
- ii. **Lembah Antiklin** (*anticlinal valleys*) adalah bentang alam yang berbentuk lembah dengan litologi yang mendasarinya berstruktur antiklin.



Gambar 1.4 Lembah Antiklin (*anticlinal valleys*)

Sumber : <http://ipsspenska.blogspot.co.id/2011/05/antiklin-dan-sinklin.html>

- iii. **Bukit Sinklin** (*synclinal ridges*) adalah bentang alam yang berbentuk bukit dengan litologi yang mendasarinya berstruktur sinklin.



Gambar

1.Gambar 1.5 Bukit Sinklin (*synclinal ridges*)

Sumber : <http://ipsspenska.blogspot.co.id/2011/05/antiklin-dan-sinklin.html>

- iv. **Lembah Sinklin** (*synclinal valleys*) adalah bentang alam yang berbentuk lembah dengan litologi yang mendasarinya berstruktur sinklin.



Gambar 1.6 Lembah Sinklin (*synclinal valleys*)

Sumber : <http://ipsspenska.blogspot.co.id/2011/05/antiklin-dan-sinklin.html>

- v. **Bukit Monoklin** (*monoclinial ridges*) adalah bentang alam yang berbentuk bukit dimana litologi yang mendasarinya memiliki kemiringan lapisan yang serarah/seragam.



Gambar 1.7 Bukit Monoklin (*monoclinial ridges*)

Sumber : <http://ipsspenska.blogspot.co.id/2011/05/antiklin-dan-sinklin.html>

b. Tenaga eksogen

Proses eksogen berlangsung pada permukaan bumi dan tenaganya berasal dari luar kulit bumi. Tenaga yang bekerja meliputi semua medium alami yang mampu mengikis dan mengangkut material di permukaan bumi. Tenaga ini dapat berupa pelapukan (baik pelapukan fisik, mekanis, organik, maupun campuran), gerakan massa batuan, longsor, dan erosi.

Tenaga yang menggerakkan dapat berupa air mengalir, air tanah, gelombang, dan arus tsunami, angin dan gletser. Berdasarkan proses yang bekerja pada permukaan bumi dikenal proses fluvial, marin, eolian, glasial, pelapukan dan gerakan massa batuan. Akibat bekerjanya proses tersebut terjadilah proses gradasi yang terdiri atas degradasi dan aggradasi.

Proses degradasi cenderung menyebabkan penurunan permukaan bumi, sedangkan aggradasi menyebabkan kenaikan permukaan bumi. Pada proses degradasi tercakup proses pelapukan, gerak massa batuan dan erosi. Berlangsungnya proses eksogen tersebut dipengaruhi oleh faktor geologi (jenis batuan, struktur geologi, sikap perlapisan), iklim, topografi, vegetasi, dan tanah.

a) Pelapukan

Pelapukan atau *weathering* (*weather*) merupakan perusakan batuan pada kulit bumi karena pengaruh cuaca (suhu, curah hujan, kelembaban, atau angin). Karena itu pelapukan adalah penghancuran batuan dari bentuk gumpalan menjadi butiran yang lebih kecil bahkan menjadi hancur atau larut dalam air.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pelapukan, yakni:

- Iklim terutama temperatur dan curah hujan.
- Vegetasi sebagai penutup dari sinar matahari secara langsung, sehingga akan memperlambat pelapukan mekanis. Vegetasi sebagai pemasok asam organik dan karbondioksida (CO_2) kedalam tanah sehingga akan mempercepat pelapukan kimia.
- Topografi berkaitan arah kemiringan tempat yang menghadap sinar matahari secara langsung akan mempercepat pelapukan.

- Jenis batuan.

Pelapukan dibagi menjadi 3 (tiga), yakni: Pelapukan mekanis, pelapukan kimiawi, dan pelapukan organik.

Pelapukan mekanis merupakan penghancuran batuan secara fisik tanpa mengalami perubahan kimiawi. Penghancuran batuan ini bisa disebabkan oleh akibat pemuaian, pembekuan air, perubahan suhu tiba-tiba, atau perbedaan suhu yang sangat besar antara siang dan malam.

Pelapukan kimiawi merupakan pelapukan yang ditimbulkan oleh reaksi kimia terhadap massa batuan. Air, oksigen dan gas asam arang mudah bereaksi dengan mineral, sehingga membentuk mineral baru yang menyebabkan batuan cepat pecah. Faktor-faktor yang mempengaruhi intensitas pelapukan kimiawi yakni sama seperti faktor-faktor yang mempengaruhi pelapukan pada umumnya. Jenis-jenis pelapukan kimiawi yakni: proses oksidasi dan proses hidrolisis.

Pelapukan organik dihasilkan oleh aktifitas makhluk hidup, seperti pelapukan oleh akar tanaman (lumut dan paku-pakuan) dan aktivitas hewan (cacing tanah dan serangga).

b) Gerakan Massa Batuan (*masswasting / mass movement*)

Gerakan massa batuan juga disebut dengan perpindahan tanah atau batuan yang ada dilereng oleh pengaruh gaya berat (gravitasi) atau kejenuhan air. Mass wasting biasa terjadi pada lereng yang labil, yaitu lereng yang gaya menarik (*shear strees*)nya > gaya menahan (*shear strenght*). Untuk lereng yang stabil, $shear\ strenght > shear\ strees$ sehingga tidak terjadi gerakan massa batuan. Faktor-faktor yang mempengaruhi mass wasting (gerakan massa batuan, yakni:

- Kemiringan lereng, dimana semakin besar kemiringannya maka peluang terjadi gerakan massa batuan akan semakin besar dikarenakan gaya berat semakin besar pula.

- Relief lokal, terutama yang mempunyai kemiringan lereng cukup besar misalnya kubah, perbukitan mempunyai peluang yang besar untuk terjadi mass wasting.
- Ketebalan hancuran batuan diatas batuan dasar, makin tebal maka peluang untuk terjadinya mass wasting dikarenakan permukaan yang labil makin besar pula.
- Iklim.
- Gempa bumi.
- Vegetasi.
- Dan tambahan material di bagian atas lereng.

Berikut ini akan dijelaskan lebih rinci mengenai klasifikasi mass wasting adalah sebagai berikut:

- Gerakan lambat (*slow flowage*).
- Rayapan tanah (*soil creep*) yaitu gerakan massa tanah atau batuan secara lambat.
- *Talus creep* adalah rayapan puing-puing hasil pelapukan yang tertimbun di suatu lereng. Terjadi karena pengaruh gravitasi, yang tertimbun di suatu lereng. Terjadi karena pengaruh gravitasi, yang dibantu oleh air sebagai pendorong.
- *Rock creep* yaitu gerakan massa batuan secara lambat menuruni lereng disebabkan karena gravitasi.
- Gerakan cepat (*rapid flowage*). Gerakan ini dikontrol oleh kejenuhan air pada massa batuan.
- *Earth flow* adalah aliran massa batuan yang jenuh air menuruni lereng
- *Mud flow* yakni aliran hancuran batuan halus yang bercampur dengan air melalui lembah-lembah (saluran), terjadi di daerah beriklim kering.
- Gerakan sangat cepat (*very rapid flowage*). Gerakan ini dipengaruhi oleh gravitasi.

Cara untuk mencegah gerakan mass wasting adalah sebagai berikut:

- Menanami lereng dengan vegetasi.
- Membuat teras-teras pada lereng.

- Bangunan di dekat lereng dibuatkan beton penahan.
- Dan usaha-usaha yang lain.

c) Erosi dan transportasi

Erosi adalah suatu bagian dari proses geomorfologi, yaitu proses pelepasan dan terangkutnya material bumi oleh tenaga geomorfologis. Menurut Arsyad (1989), erosi adalah pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Media dapat berupa aliran sungai, angin, gerakan massa tanah, dan lain-lain. Erosi sering juga disebut dengan pengikisan, baik berupa air, angin atau gletser.

Adapun faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya erosi, faktor tersebut adalah sifat hujan, kemiringan lereng dari jaringan aliran air, tanaman penutup tanah, dan kemampuan tanah untuk menahan dispersi dan untuk menghisap kemudian merembeskan air ke lapisan yang lebih dalam. Morgan (1980) menyebutkan bahwa erosi merupakan interaksi antara faktor iklim, topografi, tanah, vegetasi, dan aktivitas manusia yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

Dimana:

$$E = f(c.t.v.s.h)$$

E = erosi
 v = vegetasi
 h = manusia.

topografi
 = tanah

Jenis-jenis erosi menurut Morgan (1979) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Erosi percik, yakni proses percikan partikel-partikel tanah halus yang disebabkan oleh pukulan tetes air hujan terhadap tanah dalam keadaan basah.
- Erosi lembar, yakni erosi yang terjadi karena pengangkutan/pemindahan lapisan tanah yang hampir merata di tanah permukaan oleh tenaga aliran perluapan. Kekuatan

jatuh tetes-tetes hujan dan aliran perluapan merupakan penyebab utama erosi lembar.

- Erosi alur, merupakan erosi yang terjadi karena adanya proses erosi dengan sejumlah saluran kecil (alur) yang kedalamannya.
- Erosi parit, proses terbentuknya sama seperti erosi alur, akan tetapi tenaga erosinya berupa aliran limpasan, dan alur-alur yang terbentuk sudah sedemikian dalam sehingga sudah tidak dapat dihilangkan dengan pengolahan tanah secara biasa.

d) Sedimentasi

Batuan hasil pelapukan secara berangsur diangkut ke tempat lain oleh tenaga air, angin, dan gletser. Air mengalir di permukaan tanah atau sungai membawa batuan halus baik terapung, melayang atau digeser di dasar sungai menuju tempat yang lebih rendah. Hembusan angin juga bisa mengangkat debu, pasir, bahkan bahan material yang lebih besar.

Makin kuat hembusan itu, makin besar pula daya angkutnya, di padang pasir misalnya, timbunan pasir yang luas dapat dihembuskan angin dan berpindah ke tempat lain. Sedangkan gletser, walaupun lambat gerakannya, tetapi memiliki daya angkut besar. Lalu, apa yang dimaksud dengan sedimentasi?

Sedimentasi adalah peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin. Pada saat pengikisan terjadi, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air tadi. Karena itu pengendapan ini bisa terjadi di sungai, danau, dan di laut.

Pengendapan yang terjadi di sungai disebut sedimen fluvial. Hasil pengendapan ini biasanya berupa batu giling, batu geser, pasir, kerikil, dan lumpur yang menutupi dasar sungai. Di danau juga bisa terjadi endapan batuan. Hasil endapan ini

biasanya dalam bentuk delta, lapisan batu kerikil, pasir, dan lumpur.

Proses pengendapan di danau ini disebut sedimen limnis. Sedimentasi atau pengendapan yang dilakukan secara terus menerus dalam jangka waktu lama dapat mengubah permukaan bumi menjadi dataran yang lebih tinggi. Pengikisan oleh tenaga air atau mungkin angin di daerah pegunungan mengakibatkan adanya pengendapan di daerah yang agak rendah, sehingga lama kelamaan berubah menjadi dataran tinggi. Misalnya Dataran Tinggi Dieng, Dataran Tinggi Gayo.

2. Bentuk-bentuk Muka Bumi

Pada dasarnya bentuk-bentuk muka bumi dibagi menjadi 2 (dua), yakni bentuk muka bumi pada wilayah daratan dan bentuk muka bumi pada wilayah lautan. Masing-masing bentuk muka bumi baik di daratan maupun di lautan memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Lalu apa saja bentuk muka bumi di wilayah daratan dan lautan tersebut. Berikut akan dijelaskan lebih rinci bentuk-bentuk muka bumi di kedua wilayah tersebut.

1) Daratan

Bentuk muka bumi di wilayah daratan berada di permukaan bumi yang tidak tertutupi air. Bentuk muka bumi di daratan ini terbagi menjadi 3 (tiga), yakni

- Dataran rendah

Merupakan suatu bentang alam tanpa banyak memiliki perbedaan ketinggian antara satu tempat dengan tempat yang lain. Dataran ini mempunyai ketinggian mencapai 200 m di atas permukaan air laut. Contoh dari dataran rendah, yakni dataran aluvial (contoh dataran aluvial di Sumatra Bagian Timur).

- Dataran tinggi

Merupakan dataran yang luas yang letaknya di daerah tinggi atau pegunungan. Dataran tinggi terbentuk sebagai akibat hasil erosi dan sedimentasi. Dataran ini juga dinamakan plato, contoh dataran tinggi gayo, dataran tinggi dieng.

- Gunung

Merupakan bentuk muka bumi yang berbentuk kerucut atau kubah berdiri sendiri. Pada beberapa gunung ditemukan juga yang bersambung dengan gunung lainnya, namun bentuk terpisahnya masih jelas. Umumnya gunung merupakan gunung berapi, contoh gunung bromo, gunung semeru, dan gunung merapi.

- Pegunungan

Bentuk muka bumi ini berbeda dengan gunung, tetapi juga memiliki persamaan yakni letaknya sama-sama tinggi. Perbedaannya adalah kalo pegunungan merupakan suatu jalur memanjang yang berhubungan antara puncak yang satu dengan puncak yang lainnya. Pegunungan biasanya relatif luas.

Pegunungan dapat dibedakan menjadi pegunungan tua dan muda. Pegunungan tua merupakan pegunungan yang relatif rendah dengan puncaknya yang relatif tumpul dan lerengnya landai (contoh pegunungan skandinavia dan australia timur), sedangkan pegunungan muda pada umumnya tinggi dengan puncaknya yang runcing dan lerengnya relatif curam. Contoh dari pegunungan di Indonesia adalah pegunungan bukit barisan.

2) Lautan

Bentuk muka bumi di wilayah lautan merupakan daerah yang tergenang oleh air laut dan letaknya di dasar laut. Contoh relief dasar laut, yakni:

- Palung laut (*trough*) merupakan daerah ingresi di laut yang bentuknya memanjang. Contoh palung sunda (7450 meter).
- Lubuk laut (*basin*) terjadi akibat tenaga tektonik merupakan laut ingresi dan bentuknya bulat. Contoh lubuk sulawesi, lubuk banda.
- Gunung laut adalah gunung yang kakinya ada di dasar laut dan puncaknya menjulang ke atas permukaan air laut. Contoh gunung Krakatau.
- Punggung laut merupakan satuan atau deretan bukit di dalam laut. Contoh punggung laut Sibolga.
- Ambang laut adalah punggung laut yang memisahkan dua bagian laut atau dua laut dalam. Contoh ambang laut Sulu, ambang laut sulawesi.

Secara umum dasar laut terdiri atas empat bagian. Pembagian ini dimulai dari bagian daratan menuju ke tengah laut, adalah sebagai berikut:

1. Landasan Benua (*Continental Shelf*)

Continental shelf (landasan benua) adalah dasar laut yang berbatasan dengan benua. Di dasar laut ini sering ditemukan juga lembah yang menyerupai sungai. Lembah beberapa sungai yang terdapat di *Continental Shelf* ini merupakan bukti bahwa dulunya *continental shelf* merupakan bagian daratan yang kemudian tenggelam.

2. Lereng Benua (*Continental Slope*)

Continental slope (lereng benua) biasanya terdapat di pinggir *continental shelf*. Daerah *continental slope* bisa mencapai kedalaman 1500 m dengan sudut kemiringan biasanya tidak lebih dari 5 derajat.

3. *Deep Sea Plain*

Deep sea plain meliputi dua pertiga seluruh dasar laut dan terletak pada kedalaman lebih dari 1.500 m, biasanya relief di daerah ini bervariasi, mulai dari yang rata sampai pada puncak vulkanik yang menyembul di atas permukaan laut sebagai pulau yang terisolasi.

4. *The Deeps*

The deeps merupakan kebalikan dari *deep sea plain*. Hanya sebagian kecil dasar lautan sebagai *the deeps*. *The deeps* permukaan laut adalah dasar laut dengan ciri adanya palung laut (*trog*) dan mencapai kedalaman yang besar, misalnya di Samudera Pasifik mencapai kedalaman 75.000 m

3. Struktur Bentang Alam

a. Morfologi

Morfologi adalah ilmu yang membahas tentang rona muka bumi dan aspek-aspek yang mempengaruhinya. Selain itu morfologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari bentuk – bentuk bentangan alam, bagaimana bentangan alam tersebut terbentuk secara kontruksional yang diakibatkan oleh gaya endongen atau bagaimana

bentangan alam tersebut dipengaruhi oleh faktor luar berupa gaya eksogen.



Gambar 1.8 Struktur Bentang Alam Yang Terbentuk Secara Geologi

Sumber: <https://alfaruka.wordpress.com/2012/03/26/bentang-alam-struktural/>

Faktor – faktor yang mempengaruhi bentuk bentangan alam adalah :

- Faktor endogen merupakan faktor dari dalam bumi yang membentuk bentangan alam yang proses pembentukannya dikontrol oleh gaya-gaya endogen, seperti aktivitas gunung api, aktivitas magmatis dan aktivitas tektonik (perlipatan dan patahan).
- Aktifitas magmatis adalah aktifitas magma yang berasal dari dalam bumi, sedangkan aktifitas tektonik adalah aktifitas atau gerakan yang berasal dari lempeng-lempeng yang berada pada kerak bumi.
- Bentuk bentangan alam yang dikendalikan oleh gaya endogen adalah :

i. Bentangan Alam Struktural

Merupakan proses pembentukan bentangan alam yang dipengaruhi oleh gaya tektonik seperti lipatan dan patahan.

Morfologi atau bentuk-bentuk lipatan terbagi atas :

- Bukit antiklin (*anticlinal ridges*)
- Lembah antiklin (*synclinal valleys*)
- Bukit Sinklin (*synclinal ridges*)
- Lembah Sinklin (*synclinal valleys*)
- Bukit Monoklin (*monoclinial ridges*)

ii. Bentangan Alam Intrusi

Merupakan bentangan alam yang proses terbentuknya dikontrol oleh aktivitas magma. Terbagi atas :

- Bukit intrusi
- Plateau Basalt

iii. **Bentangan Alam fluvial**

Bentang alam fluvial adalah bentang alam hasil proses kimia maupun fisika yang menyebabkan perubahan bentuk muka bumi karena pengaruh air permukaan. Proses pembentukan bentang alam fluvial dapat dibedakan menjadi:

- Proses erosi : proses terkikisnya batuan karena air. Pengikisan ini dapat berupa abrasi, skouring, pendongkelan dan korosi.
- Proses transportasi : proses terangkutnya material-material hasil erosi. Proses ini dapat berupa menggelinding, meloncat, atraksi dan mengambang.
- Proses pengendapan : proses yang terjadi apabila tenaga angkut dari sungai berkurang sehingga beban yang lebih berat akan terendapkan di bawah material yang lebih ringan.

iv. **Bentangan Alam Denudasional**

Bentang alam denudasional adalah bentuk bentang alam yang terbentuk akibat dari proses erosi, pelapukan dan pergerakan massa batuan yang menyebabkan terjadinya pengikisan permukaan bumi sehingga akan menjadi bentukan lahan yang lebih rendah dan proses tersebut akan berhenti apabila permukaan bumi telah mencapai level dasar yang sama dengan permukaan di sekitarnya.

- Faktor Eksogen

Faktor eksogen merupakan faktor dari luar bumi ,yaitu proses yang terjadi dari interaksi antara selaput hidrosfir, atmosfer, litosfir, dan biosfir.

Bentuk-bentuk aktifitas yang dipengaruhi oleh faktor eksogen adalah

1. Pelapukan

Merupakan proses perubahan fisik (desintegrasi) atau dekomposisi dari material penyusun

kulit bumi yang berupa batuan. Pelapukan dipengaruhi oleh iklim, temperature dan komposisi kimia.

Bentuk – bentuk pelapukan adalah :

- Pelapukan mekanis
- Pelapukan kimiawi
- Pelapukan biologis

2. Erosi

Merupakan proses pengikisan yang terjadi pada batuan maupun hasil pelapukan batuan oleh media seperti air, angin, gletser.

3. Sedimentasi

Proses pengendapan material yang ditransport oleh media air, angin, gletser disuatu cekungan. Delta yang terdapat dimulut-mulut sungai adalah hasil dari proses pengendapan material-material yang diangkut oleh air sungai, sedangkan Sand Dunes yang terdapat digurun-gurun dan di tepi pantai adalah hasil pengendapan yang diangkut oleh angin.

b. Topografi

Topografi adalah ilmu yang membahas tentang bentuk permukaan bumi. Umumnya topografi menunjukkan relief permukaan dalam tiga dimensi serta identifikasi lahan. Bentuk yang dibahas memperlihatkan perbedaan – perbedaan diantara wilayah-wilayah, misalnya wilayah yang relatif tinggi, dataran rendah, pegunungan, dan lain-lain.

c. Litologi

Litologi merupakan ilmu tentang batu-batuan yang berkenaan dengan sifat fisik, kimia, dan strukturnya. Bagian dari bumi yang ikut dikaji dalam litologi adalah litosfer, yang tersusun atas lapisan kerak, lapisan mantel, dan lapisan inti.

▪ Batuan

Batuan (*Rocks*) adalah bahan padat bentukan alam yang umumnya tersusun oleh kumpulan atau kombinasi dari satu macam mineral atau lebih. Batuan terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu sebagai berikut:

a. Batuan Beku

Batuan beku merupakan hasil pendinginan dari magma pijar. Contoh batuan beku antara lain adalah andesit dan diorit.

c. Batuan Sedimen

Batuan sedimen terbentuk dari endapan material batuan beku yang terangkut oleh air, angin, atau es yang kemudian diendapkan di suatu tempat. Contohnya adalah batu breksi dan batu gamping.

c. Batuan Metamorf

Batuan metamorf merupakan jenis batuan yang terbentuk akibat proses metamorfisme yang meliputi proses tekanan, temperatur, serta aktifitas dari cairan kimia. Contohnya adalah marmer dan kuarsit.

o **Tanah**

Tanah adalah lapisan batuan gembur yang terbentuk dari pelapukan batuan induk dan pembusukkan bahan organik. Tanah juga didefinisikan sebagai kumpulan benda alam di permukaan bumi yang tersusun dalam horison-horison, yang terdiri atas bahan mineral, bahan organik, air dan udara. Berikut merupakan jenis tanah:

▪ **Tanah Humus**

Tanah humus adalah tanah yang sangat subur terbentuk dari lapukan daun dan batang pohon di hutan hujan tropis yang lebat.

b. Tanah Pasir

Tanah pasir adalah tanah yang bersifat kurang baik bagi pertanian yang terbentuk dari batuan beku serta batuan sedimen yang memiliki butir kasar dan berkerikil.

c. Tanah Alluvial/ Tanah Endapan

Tanah aluvial adalah tanah yang dibentuk dari lumpur sungai yang mengendap di dataran rendah yang memiliki sifat tanah yang subur dan cocok untuk lahan pertanian.

d. Tanah Podzolid

Tanah podzolit adalah tanah subur yang umumnya berada di pegunungan dengan curah hujan yang tinggi dan bersuhu rendah / dingin.

e. Tanah Vulkanis

Tanah vulkanis adalah tanah yang terbentuk dari lapukan materi letusan gunung berapi yang subur mengandung zat hara yang tinggi. Jenis tanah vulkanik dapat dijumpai di sekitar lereng gunung berapi.

f. Tanah Laterit

Tanah laterit adalah tanah tidak subur yang tadinya subur dan kaya akan unsur hara, namun unsur hara tersebut hilang karena larut dibawa oleh air hujan yang tinggi. Contoh : Kalimantan Barat dan Lampung.

g. Tanah Mediteran/ Tanah Kapur

Tanah mediteran adalah tanah sifatnya tidak subur yang terbentuk dari pelapukan batuan yang kapur. Contoh : Nusa Tenggara, Maluku, Jawa Tengah dan Jawa Timur.

h. Tanah Vertisol

Tanah Vertisol adalah tanah yang umumnya berwarna hitam legam atau abu-abu kehitaman yang mempunyai ciri fisik mudah membentuk rekahan lebar dan dalam di musim kemarau dan mengalami pembalikan alami di musim hujan.

3. Struktur Geologi

Struktur geologi merupakan bentuk-bentuk geometri yang terdapat di kulit bumi yang terbentuk karena pengaruh gaya-gaya endogen, baik berupa tekanan maupun tarikan. Ada tiga jenis struktur geologi yang dikenal, yaitu kekar, sesar, dan juga lipatan

i. Klimatologi

Klimatologi adalah ilmu yang mempelajari segala sesuatu yang berhubungan dengan iklim seperti suhu, tekanan udara, kelembaban, angin, dan curah hujan. Iklim adalah cuaca pada suatu daerah yang terjadi dalam jangka waktu yang lama. Iklim di dunia digolongkan menjadi 4, penggolongan iklim ini didasarkan pada letak suatu daerah menurut garis lintang dan suhu.

Macam – macam iklim dunia ada 4 jenis (Matthews,2005), yaitu:

- Iklim kutub

- Iklim sedang
- Iklim tropis
- Iklim subtropis

ii. Stratigrafi

Stratigrafi dalam arti sempit merupakan ilmu pemerian atau deskripsi lahan-lahan. Sedangkan dalam artian luas adalah ilmu yang membahas aturan hubungan dan kejadian macam-macam batuan di alam. Statigrafi menjelaskan hubungan geometris dan umur antara macam-macam lensa, dasar dan formasi dalam geologi sistem dari asal terjadinya sedimentasi.

Stratigrafi digunakan untuk menentukan urutan cara terjadinya batuan, struktur geologi, fisiografis dan penilaian secara ekonomi pada suatu daerah peneliti.

iii. Hidrogeologi

Hidrogeologi adalah ilmu yang mempelajari tentang air tanah.

iv. Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang kejadian, perputaran, dan penyebaran air di atmosfer dan permukaan bumi serta di bawah permukaan bumi.

v. Bahaya Geologi

Bahaya geologi merupakan aktivitas geologi yang dapat menimbulkan perubahan-perubahan keadaan geologi dari keadaan eksisting semula. Perubahan tersebut menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, khususnya manusia.

C. Aktivitas Pembelajaran

Tahap Kegiatan	Kegiatan Dosen	Kegiatan Guru	Teknik Penilaian	Media
Pendahuluan	1. Memperkenalkan diri, memberi salam 2. Menjelaskan learning outcomes	1. Memperhatikan 2. Mencatat penjelasan yang diberikan	Lisan	PPT

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Menjelaskan materi yang akan diberikan dan system penilaian 4. Memotivasi karakter religius 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Memperhatikan dan mencatat cakupan materi 	sikap	
Penyajian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meminta pendapat guru tentang gejala di alam 2. Memberikan reinforcement atas jawaban guru 3. Menjelaskan definisi dan pengertian gaya endogen dan bentang alam 4. Meminta pendapat guru tentang ruang lingkup topik tsb 5. Menyimpulkan jawaban guru 6. Menjelaskan bagaimana hubungan antara gaya endogen dengan bentang alam 7. Mensketsakan bentang alam struktural 8. Menyimpulkan bersama guru jawaban wacana tersebut 9. Membentuk kelompok diskusi 10. Meminta pendapat Kelompok tentang materi tersebut 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengajukan pendapat tentang metode pengukuran dan kesalahan pengukuran 2. Menerima reinforcement 3. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan 4. Mengemukakan pendapat 5. Memperhatikan dan mencatat 6. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan 7. Memperhatikan dan mencatat 8. Memperhatikan dan mencatat 9. Mengajukan pendapat 10. Mengajukan pendapat 11. Menerima 	<p>Lisan</p> <p>Tulisan</p> <p>Kinerja diskusi</p>	PPT

	11. Memberikan reinforcement atas jawaban guru 12. Memberikan kesempatan kepada guru untuk bertanya tentang materi yang telah dibahas. 13. Menjawab dan menyimpulkan jawaban mahasiswa	reinforcement 12. Mengajukan pertanyaan 13. Memperhatikan dan mencatat		
Penutup	1. Menyimpulkan bersama mahasiswa tentang materi yang telah disampaikan. 2. Menugaskan mahasiswa untuk membaca dan membuat referensi materi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya	1. Memperhatikan 2. Memperhatikan dan mencatat materi yang ditugaskan. 3. Memperhatikan dan mencatat materi penugasan pertemuan berikutnya	Tulisan kinerja	

D. Latihan/Kasus/Tugas

A. TUJUAN TUGAS:

Mengidentifikasi topik kajian tentang gaya endogen dan bentang alam serta hubungannya

B. URAIAN TUGAS:

a. Obyek Garapan :

- Apakah yang dimaksud dengan gaya endogen
- Apa itu bentang alam struktural

- Bagaiamanakah hubungan bentang alam dengan gaya endogen tersebut

b. Metode/Cara Pengerjaan (acuan cara pengerjaan):

- Mencari defenisi, topik, kajian bentang alam struktural dan gaya endogen serta sketsakan
- Mengidentifikasi hubungan antara bentang alam dengan gaya endogen tersebut

E. Rangkuman

- Tenaga Endogen Merupakan tenaga dari dalam bumi yang membentuk konfigurasi permukaan bumi. Tenaga endogen ini sifatnya membentuk permukaan bumi menjadi tidak rata
- Bentang alam endogen adalah bentangalam yang proses pembentukannya/genetiknya dikontrol oleh gaya-gaya endogen, seperti aktivitas gunungapi, aktivitas magma dan aktivitas tektonik (perlipatan dan patahan).
- Morfologi adalah ilmu yang membahas tentang roman muka bumi dan aspek-aspek yang mempengaruhinya
- Bentangan Alam Struktural Merupakan proses pembentukan bentangan alam yang dipengaruhi oleh gaya tektonik seperti lipatan dan patahan.
- Litologi merupakan ilmu tentang batu-batuan yang berkenaan dengan sifat fisik, kimia, dan strukturnya

F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

DIMENSI	Sangat Memuaskan	Memuaskan	Batas	Kurang Memuaskan	Di bawah standard	SKOR
KELENGKAPAN	Aspek yang dijelaskan lengkap dan integratif	Aspek yang dijelaskan lengkap	Masih kurang aspek model yang	Hanya menunjukkan sebagian model	Tidak ada konsep	

			belum terungkap	saja		
KEBENARAN	Diungkapkan dengan tepat, aspek penting tidak dilewatkan, bahkan analisis dan membantu memahami model	Diungkap dengan tepat, namun deskriptif	Sebagian besar model sudah terungkap, namun masih ada yang terlewatkan	Kurang dapat mengungkapkan aspek penting, dalam materi	Tidak ada model yang disajikan	

Daftar Pustaka

1. Jagoips."Tenaga Endogen". 2 Januari 2015.
2. Anonim. "Tenaga Pembentuk Muka Bumi". 8 Februari 2015.
3. Jagoips." Tenaga Endogen dan Eksogen Dalam Pembentukan Muka Bumi" . 22 Desember 2012.
4. Alfaruka. "Bentang Alam Structural". 26 Maret 2012.
5. Aryadani. "Bentang Alam Structural". Mei 2009.
6. Anonym. "Geologi Struktur." 12 Januari 2011.

III. KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

MEREKONSTRUKSI SEJARAH GEOLOGI YANG PERNAH TERJADI DI LOKASI PENGAMATAN

G. Tujuan Pembelajaran

6. Memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimiliki.
- 6.4 Menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran untuk mendorong
- 6.4.2 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler diidentifikasi untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.
- 6.4.3 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler dirancang untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.

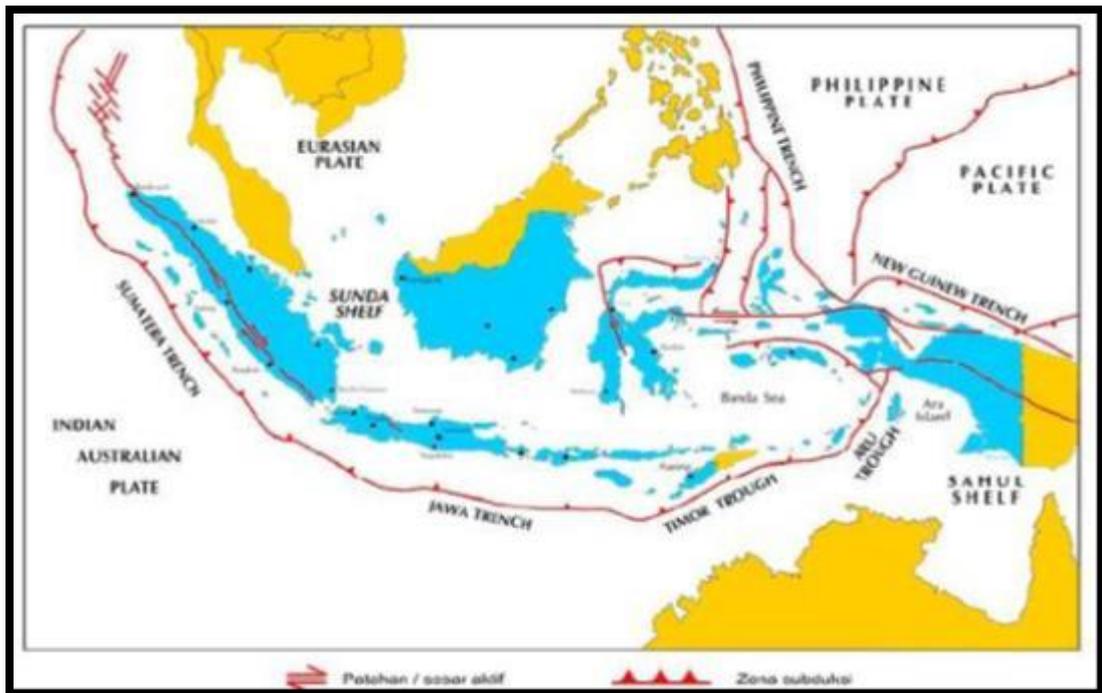
H. Uraian Materi Pembelajaran

1. MANGAN

a. GEOLOGI REGIONAL

1. Tektonik

Secara tektonik Pulau Sumatera terbentuk sebagai akibat adanya interaksi subduksi antara Lempeng Samudera Hindia atau "Indian-Australia Oceanic Crust" dengan Lempeng Benua Asia "Asia Continental Crust" (Gambar 2.1).



Gambar 2.1. Peta Tektonika Indonesia

Sumber : <https://noroadityo.wordpress.com/2012/04/14/alasan-sering-terjadinya-gempa-bumi-di-indonesia/>

2. Stratigrafi

Urutan stratigrafi daerah ini dari tua ke muda adalah sebagai berikut : Batuan alas malihan dan metasedimen Paleozoikum yang disebut Kelompok Batuan Tapanuli; Batuan Mesozoikum tersusun atas Batuan Metasedimen Mesozoikum-Paleozoikum dan Kelompok Batuan Woyla; Batuan Beku Paleozoikum-Mesozoikum; Batuan Beku Mesozoikum (berumur Jura– Kapur); Batuan Intrusi Mesozoikum - Kenozoikum (Kapur - Oligosen); Batuan Sedimen Tersier (Oligosen – Miosen); Batuan gunung api Tersier (Miosen – Pliosen); Batuan Intrusi Tersier (Miosen-Pliosen); Batuan gunung api Kuartar (Pleistosen – Holosen); Batuan Sedimen dan Endapan Permukaan Kuartar (Pleistosen – Holosen). Peta geologi daerah ini secara rinci dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Mineralisasi ditemukan pada daerah batuan yang berumur Perm–Jura–Kapur, seperti batuan metasedimen Kelompok Batuan Woyla dan Kelompok Batuan Tapanuli yang diterobos oleh batuan intrusi yang berumur Oligosen – Miosen – Pliosen.

Batuan sedimen dan metasedimen pada daerah penelitian terdiri dari :

- Kipas Piedmont (Qf): konglomerat dan pasir
- Formasi Kuantan (Puku): batusabak, kuarsit, arsenit, metakuarsa, wake, filit.

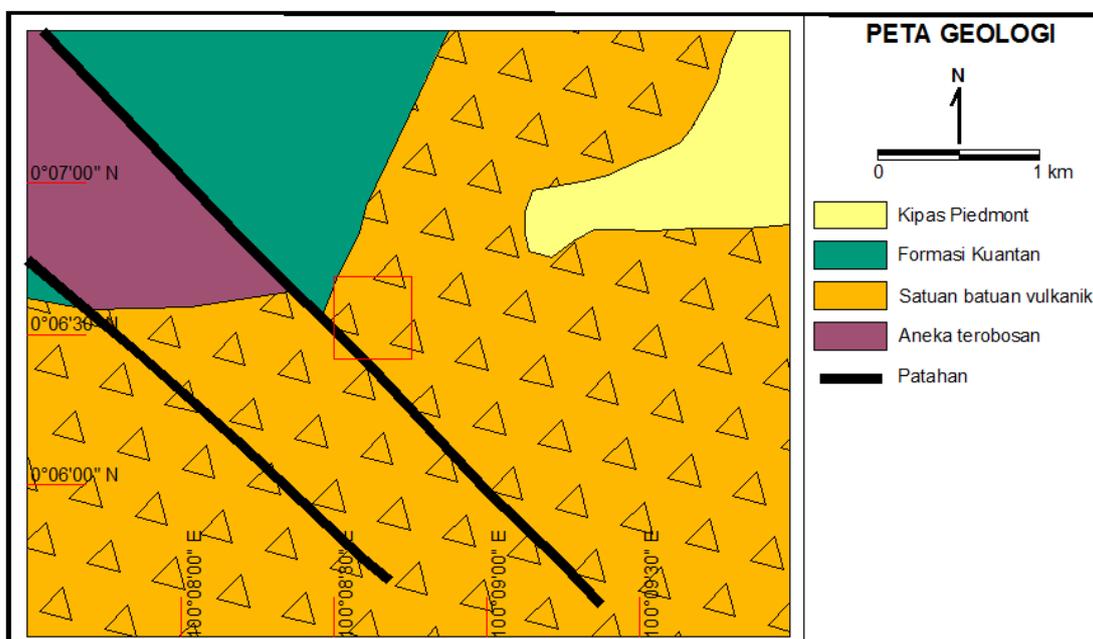
Batuan gunung api terdiri dari satuan batuan vulkanik tak terbedakan (Tmv), terdiri dari lapisan batuan gunung api.

Batuan terobosan terdiri dari Aneka Terobosan (Tmi) yaitu granodiorit, granit dan leukogranit.

3. Struktur

Struktur geologi adalah suatu struktur atau kondisi geologi yang ada di suatu daerah sebagai akibat dari terjadinya perubahan-perubahan pada batuan oleh proses tektonik atau proses lainnya

Sesar-sesar utama yang berkembang di daerah ini terdiri dari: sesar normal dan sesar mendatar/geser mengangan yang umumnya berarah baratlaut – tenggara (searah dengan Sesar Semangko). Sesar-sesar ini berhubungan dengan pembentukan Batuan Intrusi Mesozoikum. Sedangkan beberapa sesar normal yang berarah relatif barat-timur, diduga erat kaitannya dengan intrusi granitik, granodiorit dan diorit Tersier dan pembentukan batuan metasedimen Mesozoikum. Sesar-sesar tersebut diperkirakan sebagai pengontrol jalannya larutan hidrotermal yang membentuk mineralisasi emas dan logam dasar di daerah penyelidikan. Kondisi stratigrafi dan struktur pada daerah studi diperlihatkan di dalam peta Geologi Regional pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. Peta Geologi Regional

Sumber : <https://petatematikindo.wordpress.com/2013/06/10/peta-geologi-kabupaten-bone-lembar-camming/>

4. Sifat Fisik

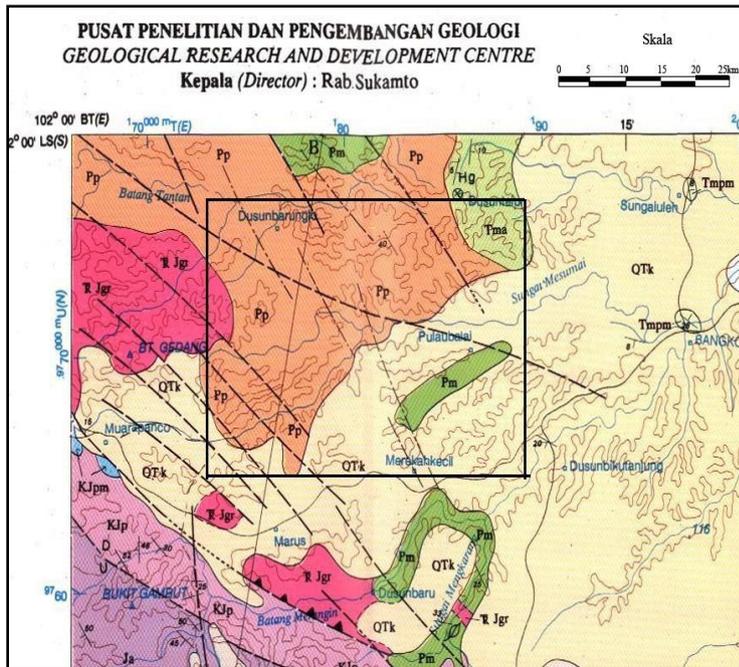
Mangan berwarna putih keabu-abuan, dengan sifat yang keras tapi rapuh. Mangan sangat reaktif secara kimiawi, dan terurai dengan air dingin perlahan-lahan. Mangan digunakan untuk membentuk banyak alloy yang penting. Dalam baja, mangan meningkatkan kualitas tempaan baik dari segi kekuatan, kekerasan dan kemampuan pengerasan. Dengan aluminium dan bismut, khususnya dengan sejumlah kecil tembaga, membentuk alloy yang bersifat ferromagnetik.

Logam mangan bersifat ferromagnetik setelah diberi perlakuan. Logam murninya terdapat sebagai bentuk allotropik dengan empat jenis. Salah satunya, jenis alfa, stabil pada suhu luar biasa tinggi; sedangkan mangan jenis gamma, yang berubah menjadi alfa pada suhu tinggi, dikatakan fleksibel, mudah dipotong dan ditempa.

2. Bijih Besi

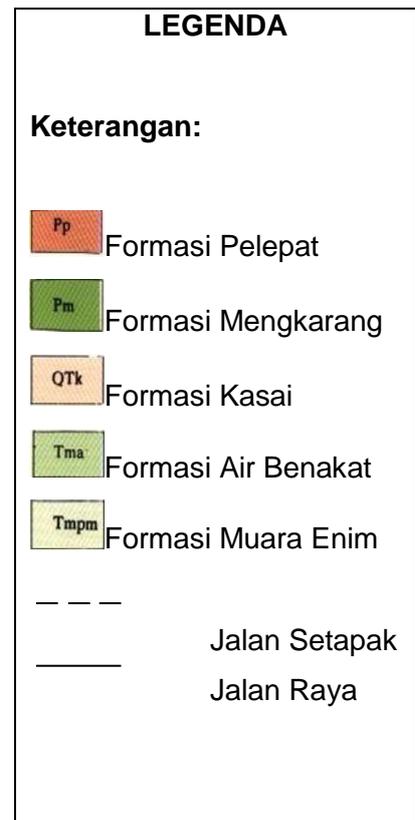
Proses terjadinya cebakan bahan galian bijih besi berhubungan erat dengan adanya peristiwa tektonik pra-mineralisasi. Akibat peristiwa tektonik, terbentuklah struktur sesar, struktur sesar ini merupakan zona lemah yang memungkinkan terjadinya magmatisme, yaitu intrusi magma menerobos batuan tua, dicirikan dengan penerobosan batuan granitan (Kgr) terhadap Formasi Barisan (Pb,Pbl). Akibat adanya kontak magmatik ini, terjadilah proses rekristalisasi, alterasi, mineralisasi, dan penggantian (replacement) pada bagian kontak magma dengan batuan yang diterobosnya.

Perubahan ini disebabkan karena adanya panas dan bahan cair (fluida) yang berasal dari aktivitas magma tersebut. Proses penerobosan magma pada zona lemah ini hingga membeku umumnya disertai dengan kontak metamorfosa. Kontak metamorfosa juga melibatkan batuan samping sehingga menimbulkan bahan cair (fluida) seperti cairan magmatik dan metamorfik yang banyak mengandung bijih.



Gambar 2.3. Peta Geologi

Sumber: Peta geologi Sumatera lembar Sarolangun



Prediksi skema terjadinya bijih besi di daerah ini adalah karena adanya intrusi magma menerobos batuan tua. Akibat adanya kontak magmatik ini, terjadilah proses rekristalisasi, alterasi, mineralisasi, dan penggantian (*replacement*) pada bagian kontak magma dengan batuan yang diterobosnya.

a. Geologi Regional

1. Fisiografi

Endapan yang terjadi berupa endapan *Placer eluvial*. Partikel mineral/bijih pembentuk jenis cebakan ini diendapkan di atas lereng bukit suatu batuan sumber. Di beberapa daerah ditemukan *placer eluvial* dengan bahan-bahan pembentuknya yang bernilai ekonomis terakumulasi pada kantong-kantong (*pockets*) permukaan batuan dasar. Peristiwa ini disertai deformasi dan peralihan (*metamorf*) regional berderajat rendah. Formasi pelepat yang sebagian tersusun dari hasil kegiatan gunung berapi yang berhubungan erat dengan busur gunung api sejak parem terakhir, baik dengan pulau-pulau gunung api maupun dengan gunung-gunung bawah laut atau mungkin dengan *erupsi* bawah laut.

2. Statigrafi

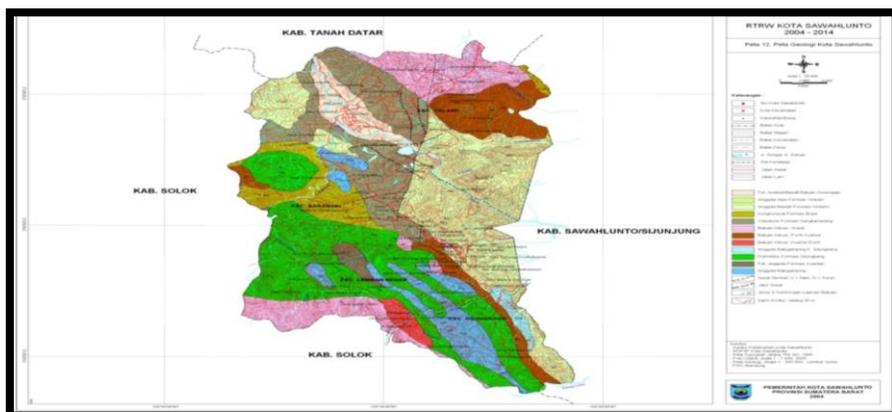
Berdasarkan peta geologi umum, bijih besi Pulau Layang, termasuk kepada peta geologi lembar Sarolangun, Pulau Sumatra. Berdasarkan peta geologi tersebut maka stratigrafi daerah penyelidikan PT. Sitasa Energi adalah sebagai berikut:

- a.) Formasi Pelepat (Pp) : Andesit, dasit dan diabas, sisipan tufa, breksi gunung api, serpih, batu lanau batu pasir, batu lempung, konglomerat dan batu gamping. Telah berubah (*altered*) umur: Trias
- b.) Granit Tantan (Tjgdt) : granit , diorite. Umur jura

3. BATU BARA

3.1 Geologi Regional

Cekungan Ombilin terbentuk sebagai akibat langsung dari gerak mendatar mengangan sistem sesar Sumatera pada paleosen awal. Akibatnya terjadi tarikan yang di batasi oleh sistem sesar normal berarah Utara-selatan. Daerah tarikan tersebut di jumpai di bagian utara cekungan pada daerah pengundakan mengiri antara sesar Sitangakai dan sesar Silungkang yaitu terban Talawi. Sedangkan bagian selatan cekungan merupakan daerah kompresi yang ditandai oleh terbentuknya sesar naik dan lipatan. Ketebalan batuan sedimen di cekungan Ombilin mencapai ± 4.500 M terhitung sangat tebal untuk cekungan berukuran panjang ± 60 Km dan lebar ± 30 Km

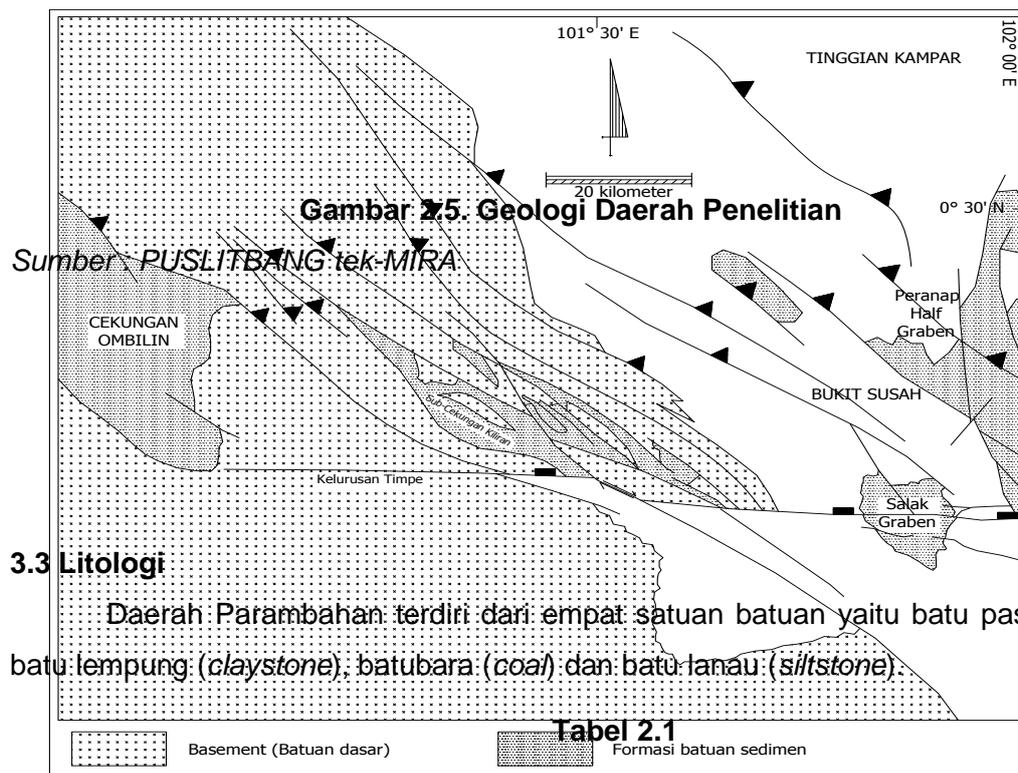


Gambar 2.4.
Peta Geologi Sawahlunto

Sumber : RTRW kota sawahlunto, 2004

3.2 Geologi Daerah

Dari hasil beberapa penyelidikan yang telah dilakukan, daerah penelitian diyakini terletak pada sub-cekungan Kiliran yang merupakan bagian dari suatu sistim cekungan intramontana (cekungan antar pegunungan), yang merupakan bagian tengah bentangan Pegunungan Bukit Barisan. Cekungan-cekungan tersebut mulai berkembang pada pertengahan Tersier, sebagai akibat pergerakan ulang dari patahan-patahan yang menyebabkan terbentuknya cekungan-cekungan tektonik di daerah tinggi (*intra mountain basin*). Cekungan-cekungan yang terbentuk di antara pegunungan tersebut merupakan daerah pengendapan batuan-batuan tersier, yang merupakan siklus sedimentasi tahap kedua.



3.3 Litologi

Daerah Parambahan terdiri dari empat satuan batuan yaitu batu pasir (*sandstone*), batu lempung (*claystone*), batubara (*coal*) dan batu lanau (*siltstone*).

Densitas Jenis Batuan Ombilin

No	Jenis Batuan	Density (ton/m ³)
1.	Claystone	2,50
2.	Coaly Clay	2,45
3.	Carbonaceous Clay	2,45
4.	Coal	1,35
5.	Sandstone (atap)	2,24
6.	Sandstone (lantai)	2,47
7.	Siltstone (atap)	2,59
8.	Siltstone (lantai)	2,60

Sumber : Satuan Kerja Kajian Operasi dan Pelaporan, PT. AICJ, 2005 **Stratigrafi**

Berdasarkan peta geologi lembar Solok Sumatera Barat oleh P.H. Silitonga, 1975 maka stratigrafi daerah penyelidikan dan sekitarnya berurutan dari muda ke tua terdiri dari satuan aluvial (Kuarter) dan satuan batulanau, batubara, serpih (Tersier), serta satuan batuan Pra-Tersier. Sedangkan secara lokal berdasarkan hasil eksplorasi dan pengamatan lapangan, maka satuan-satuan batuan yang ditemukan adalah sebagai berikut :

Aluvium : Terdapat di sepanjang sungai dan muara sungai,

Batu Lanau : Menutupi hampir di seluruh daerah penelitian dengan sisipan batu pasir glaukonit, batulempung, serpih, dan batubara,

Breksi : Umumnya berwarna coklat sampai kemerahan, dengan batuan penyusun andesit dan lempung sebagai matrik.

Secara regional stratigrafi daerah Sawahlunto dapat dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu kompleks batuan Pra – Tersier dan kompleks batuan Tersier. Stratigrafi daerah sawahlunto berdasarkan umurnya dapat dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu :

1. Komplek batuan Pra Tersier terdiri dari:

a. Formasi Silungkang.

Nama formasi ini mula-mula diusulkan oleh Klompe, Katili dan Sukendar pada tahun 1958. Secara petrografi formasi ini masih dapat dibedakan menjadi empat satuan yaitu : Satuan lava andesit, satuan lava basalt, satuan tufa andesit, dan satuan tufa basalt. Umur dari formasi ini di perkirakan Perm sampai Trias.

b. Formasi Tuhur

Formasi ini di cirikan oleh lempung abu-abu kehitaman berlapis baik dengan sisipan-sisipan batu pasir dan batu gamping hitam. Formasi ini diperkirakan berumur Trias.

2. Komplek batuan Tersier terdiri dari :

a. Formasi Singkarewang.

Nama formasi ini pertama kali diusulkan oleh Kastowo dan Silitonga pada tahun 1975. Formasi ini terutama terdiri dari serpih gampingan sampai napal berwarna coklat kehitaman, berlapis halus dan mengandung fosil ikan serta tumbuhan. Formasi ini di perkirakan berumur Eosen Tengah – Eosen Atas.

b. Formasi Sawahlunto

Nama formasi ini pertama kali diusulkan oleh R.P. Kusumadinata dan TH. Matasak pada tahun 1979. Formasi paling penting karena mengandung batubara yang dicirikan oleh adanya batu lanau, batu lempung, dan berselingan dengan batubara. Diperkirakan umur formasi ini Oligosen.

c. Formasi Brani

Formasi ini terdiri dari konglomerat dan batu pasir kasar yang berwarna coklat keunguan, dengan kondisi terpilah baik (*well sorted*), padat, keras, dan umumnya memperlihatkan adanya suatu perlapisan. Formasi ini diperkirakan berumur Paleosen.

d. Formasi Sawah tambang

Nama formasi ini pertama kali diusulkan oleh Kastowo dan Silitonga pada tahun 1975. Bagian bawah formasi ini dicirikan oleh beberapa siklus endapan yang terdiri dari batu pasir konglomerat, batu lanau dan batu lempung, sedangkan bagian atas didominasi oleh batu pasir konglomerat tanpa adanya sisipan lempeng atau batu lanau. Umur formasi ini diperkirakan lebih tua dari Miosen bawah.

e. Formasi Ombilin

Nama formasi ini pertama kali diusulkan oleh Kastowo dan Silitonga pada tahun 1975. Formasi ini terdiri dari lempung gampingan, napal dan pasir gampingan yang berwarna abu-abu kehitaman, berlapis tipis dan mengandung fosil. Umur dari formasi ini diperkirakan Miosen bawah.

f. Formasi Ranau

Nama formasi ini pertama kali diusulkan oleh Marks pada tahun 1961. Formasi ini terdiri dari tufa batu apung berwarna abu-abu kehitaman. Umur dari formasi ini diperkirakan Pleistosen.

JUTA THN	KRONOSTRATIGRAFI	LITOSTRATIGRAFI	FORMASI	TEKTONIK	SEDIMENTASI	
1.6	Kuarter	Pliosen	BANAU	KOMPRESI	Gunungapi kuarter aktif Sesar tua aktif kembali	Endapan Tufa vulkanik
9.3			O MBILIN 1600 meter	EKSTENSI	Terbentuknya Terban Sinamar Berpindahnya pusat endapan dari barat laut ke tenggara cek	Endapan pantai-laut dangkal Btps gp, glaukonitan, napal, Btps tf
23.7	Miosen	Tengah	SAWAHTAMBANG 1500 meter	KOMPRESI	Pengangkatan dari lp. danau menjadi lp. meander F. SL Pengangkatan dari lp. meander menjadi lp. bradded F. ST Pengangkatan Punggungan Bukit Barisan Sesar Mendatar Takung menjadi sesar naik Sesar tua aktif kembali	Erosi pada batuan Paleogen Meander - Bradded stream Btps vol, Btps tf, Btbp, Batubara Erosi pada batuan Pratersier-Eosen
26.7						
54.6	Oligosen	Akhir	SANGKAREWANG 350 meter	KOMPRESI	Gerak turun cekungan dengan endapan F. Sangkarewang Intraformasional F. Brani dan F. Sangkarewang	Endapan kipas aluvium-danau Breksi, Kgl, Btps kgl Erosi pada batuan Pratersier-Eosen
57.9						
63.8	Eosen	Akhir	BRANI 500 meter	EKSTENSI	Awal terbentuknya Cekungan Tanik Pisah Ombilin Gerak Sesar Silungkang dan Sesar Takung Awal pengendapan F. Brani dan F. Sangkarewang	
	PRATERSIER		GRANIT TUHUR SILUNGKANG KUANTAN	?	?	?

Gambar 2.6.
Stratigrafi Cekungan Ombilin (Marhaendrasworo, 1999)

Sumber : PUSLITBANG tek-MIRA

4. TIMAH

1. Keadaan Geologi Dan Stratigrafi

a. Keadaan Geologi

Endapan timah di Indonesia terletak pada satu jalur timah terkaya di dunia, yang dikenal sebagai sabuk timah (*Tin belt*) Asia Tenggara (lihat Gambar 1.8). Jalur ini memanjang dari Yunan (Cina) melalui Myanmar, Thailand, Malaysia berlanjut ke Indonesia. Potensi Timah di Indonesia terdapat di Pulau Bangka, Pulau Belitung, Pulau Singkep, dan Pulau Karimun Kundur.

Batuan pembawa mineral *cassiterite* adalah batuan granit yang berhubungan dengan magma asam dan menembus lapisan sedimen (*intrusi granit*). Pada awalnya timah terbentuk akibat adanya proses hidrothermal yang menerobos rekahan-rekahan yang ada pada batuan granit, yang menghasilkan granit cair yang mengandung gas-gas, uap air, dan unsur-unsur logam diantaranya logam timah. Cairan tadi naik keatas dan masuk kecelah batuan atasnya selanjutnya terjadi pengendapan logam yang dibawanya. Karena tekanan dan temperatur berubah, maka terjadilah proses kristalisasi yang akan membentuk deposit dan batuan sampling pada batuan granit.

Dalam periode waktu yang panjang, terjadilah proses pelapukan terhadap endapan timah primer, sehingga menguraikan dan merombaknya menjadi material lepas. Selanjutnya proses erosi dan transportasi dengan media air telah memilah material lepas berdasarkan berat jenisnya dan mengkonsentrasikan mineral-mineral berat dalam satu lapisan.



Gambar 2.7.Sabuk Timah (*Tin Belt*)
(Sumber: Ikhwan, TA, hal 15, 2010)

Secara umum endapan timah yang ada di Pulau Bangka berdasarkan ganesanya terdiri dari endapan primer dan sekunder :

1) Endapan Timah Primer

Endapan timah primer terbentuk dari proses hidrotermal yang berhubungan dengan batuan granit, yaitu terbentuk dari magma cair yang disebut juga *Tin Bearing Granite*. Proses pembentukan bijih timah primer melalui dua tahap, yaitu tahap pemisahan magma yang akan menghasilkan larutan pembawa bijih timah dan proses pengendapan larutan pembawa bijih timah tersebut.

Dalam tahap pemisahan magma awalnya terjadi proses intrusi magma yang menerobos batuan granit, yang menghasilkan granit cair (*Tin Bearing Granite*) yang mengandung gas-gas, uap air, dan unsur-unsur logam diantaranya logam timah. Selanjutnya gas-gas dan unsur-unsur logam cair tersebut naik kepermukaan dan masuk ke celah-celah pada batuan atasnya sehingga akan terjadi pengendapan logam yang dibawanya.

2) Endapan Timah Sekunder

Endapan Timah Sekunder yaitu endapan timah yang berasal dari pelapukan endapan primer. Akibat dari pengaruh temperatur yang tinggi dan kelembaban maka terjadi pelapukan mekanis dan pelapukan kimiawi yang kemudian berlanjut dengan proses erosi dan transportasi melalui sungai-sungai dan akhirnya *casiterite* di endapkan sebagai mineral berat bersama produk rombakan lain yang lebih ringan seperti pasir kuarsa (SiO_2) dan mineral-mineral ikutan lainnya.

Tipe cebakan endapan timah Sekunder yang terdapat di Pulau Bangka adalah sebagai berikut :

a) Endapan *Elluvial*

Endapan *elluvial* adalah endapan bijih timah yang terjadi akibat pelapukan secara intensif. Proses ini diikuti dengan disintegrasi batuan samping dan perpindahan mineral kasiterit (SnO_2) secara vertikal sehingga terjadi konsentrasi residual.

Ciri-ciri endapan *elluvial* adalah sebagai berikut :

- (1) Terdapat dekat sekali dengan sumbernya
- (2) Tersebar pada batuan sedimen atau batuan granit yang telah lapuk
- (3) Ukuran butir agak besar dan angular

b) Endapan *Kolluvial*

Endapan bijih timah *kolluvial* adalah endapan yang terjadi akibat peluncuran hasil pelapukan endapan bijih timah primer pada suatu lereng dan terhenti pada suatu gradien yang agak mendatar diikuti dengan pemilahan.

Ciri-cirinya :

- (1) Butiran agak besar dengan sudut runcing
- (2) Biasanya terletak pada lereng suatu lembah

c) Endapan *Alluvial*

Endapan bijih yang terjadi akibat proses transportasi sungai, dimana mineral berat dengan ukuran butiran yang lebih besar diendapkan dekat dengan sumbernya. Sedangkan mineral-mineral yang berukuran lebih kecil diendapkan jauh dari sumbernya.

Ciri-cirinya :

- (a) Terdapat di daerah lembah
- (b) Mempunyai bentuk butiran yang membulat

d) Endapan *Miencang*

Endapan bijih timah yang terjadi akibat pengendapan yang selektif secara berulang-ulang pada lapisan tertentu.

Ciri-cirinya :

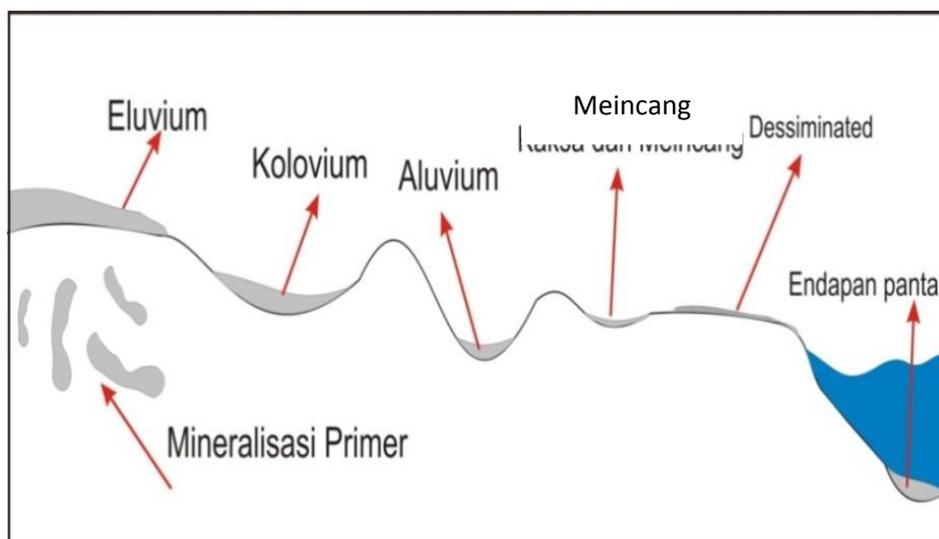
- (a) Endapan berbentuk lensa-lensa
- (b) Bentuk butiran halus dan bundar
- e) Endapan *Disseminated*

Endapan bijih timah yang terjadi akibat transportasi oleh air hujan. Jarak transportasi sangat jauh sehingga menyebabkan penyebaran yang luas tetapi tidak teratur.

Ciri-cirinya :

- (a) Tersebar luas, tetapi bentuk dan ukurannya tidak teratur
- (b) Ukuran butir halus karena jarak transportasi jauh
- (c) Terdapat pada lapisan pasir atau lempung
- f) Endapan pantai (laut), secara garis besar endapan timah yang terdapat di laut hampir sama dengan endapan di darat. bedanya hanya karena pengaruh gelombang dan arus laut, dimana transportasi yang jauh kelaut menyebabkan ukuran butiran menjadi halus.

Dari bermacam-macam endapan di atas, hubungan satu lingkungan pengendapan dengan lingkungan pengendapan lainnya memiliki perbedaan karakteristik endapan alluvial. Penjelasan pengendapan timah sekunder seperti yang dikemukakan di atas dapat terlihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8. Endapan Timah Letakan (*Placer Deposit*)

(*Sumber : evaluasi dan geologi tambang, Unit laut Tambang*)

b. Stratigrafi

Menurut Katili (1967) di Pulau Bangka terdapat 2 generasi granit. Granit yang tua tidak mengandung kasiterit dan umunya terdapat di daerah rendah, yakni granit Klabat & A. Kapo dan Granit generasi muda sebagai pembawa Timah umumnya telah tererosi lanjut. Menurut Suyitno, S (1981), generasi granit tersebut adalah :

1. Granit Klabat-Jebus terletak di utara
2. Granit Belinyu-sungailiat, menyebar di bagian timur granit jebus
3. Granit Menumbing
4. Granit Tempilang
5. Granit Mangkol
6. Granit Pading-koba
7. Granit Toboali

Granit yang terpenting adalah grait Klabar, Menumbing, Plangas, Tempilang, Mangkol, dan padding. Umunya tubuh granit tersebut tersusun atas granit biotit, granit hornblende, granit muskovit ; mineral yang umum terdiri atas kwarsa, ortpklas, oligoklas, biotit, serta sebagai asesori zircon, apatit dan ortit.

Ada empat kelompok endapan yang dianggap mewakili sedimentasi Quarter di pulau Bangka, antara lain :

1. Lapisan Alluvium Muda, umumnya mengandung bijih timah, terdapat di lembah, diatas batuan Pra Tersier dan dialasi lapisan lempung liat.
2. Lapisan Marine Muda, menutupi lapisan alluvium muda, berupa pasir hingga lempung.
3. Lapisan Alluvium Tua, mewakili keadaan daratan yang meluas pada saat regeresi muka air laut karena glacial.
4. Lapisan marine tua, merupakan bidang erosi dan dapat dikorelasikan dengan lapisan lempung liat.

Tabel 2.2. Stratigrafi Pulau Bangka (Osberg, 1965 dan Katili, 1967)

Umur	Litologi	Keterangan (Lingkungan Pengendapan)
Resen	Pasir, Lempung dengan cassiterite (kaksa)	endapan sungai dan pantai
Pleistosen		
Pliosen	Pasir, lempung dan konglomerat	endapan sungai dan pantai
MiosenKetidakselarasan.....	
Oligosen		
Eosen		
Kapur		
Yura		
Trias	sebagian batuan metamorf dinamik, batuan pasir, serpih, rijang, batu gamping Berfosil, konglomerat diabetes, fosil noric.	
Perm	Filit, kwarsa, serpih, batu pasir, dengan lensa batu gamping berfosil, rijang yang menyisip dalam tuf vulkanik	
karbonKetidakselarasan.....	
Pra-Karbon	Batuan Metamorf Dinamik	

- a. Elluvium, terjadi akibat pelapukkan pada batuan sumber diikuti pemindahan mineral cassiterite secara vertical sehingga mengalami konsentrasi kemudian transport pada lereng yang relative landai.
- b. Colloviium, terjadi sama dengan elluvium, namun sepanjang tertransport lebih jauh lereng menuju lembah.
2. Endapan Kaksa, terjadi karena proses erosi selektif terhadap elluvium dan colluviiums, dimana mineral berat diendapkan dekat sumber dan minral ringan diendapkan jauh dari sumber. Endapan ini terletak di atas batuan Pra-tercier dengan keterdapatan dominan pada lembah.
3. Endapan Meicang, terjadi akibat proses transportasi endapan sedimen sebelumnya, berupa endapan lebih tipis dan tidak terdapat di atas batuan Pra-Tersier.

Diantara endapan–endapan tersebut diatas yang terpenting adalah endapan kaksa yang ditemukan diatas batuan dasar. Sedangkan jenis - jenis batuan dasar yang sering dijumpai antara lain :

1. Batuan Dasar Granit lapuk

Batuan ini berwarna putih kekuningan dengan butir – butir mineral kuarsa berwarna putih susu atau berwarna coklat terang, mineral biotit berwarna hitam gelap.

2. Batuan dasar Batu Lempung

Batuan ini berwarna coklat kemerahan bergaris urat – urat mineral feldspar dan kuarsa.

3. Batuan Dasar Batu Pasir

Batuan ini berwarna abu - abu gelap kompak, butiran kuarsa bertebaran dengan diselingi urat – urat feldspar.

4. Batu Dasar Malihan (Metamorf)

Biasanya berwarna abu – abu muda sampai abu – abu gelap. Sering terlihat lembaran–lembaran mika yang halus dan berwarna putih mengkilap.

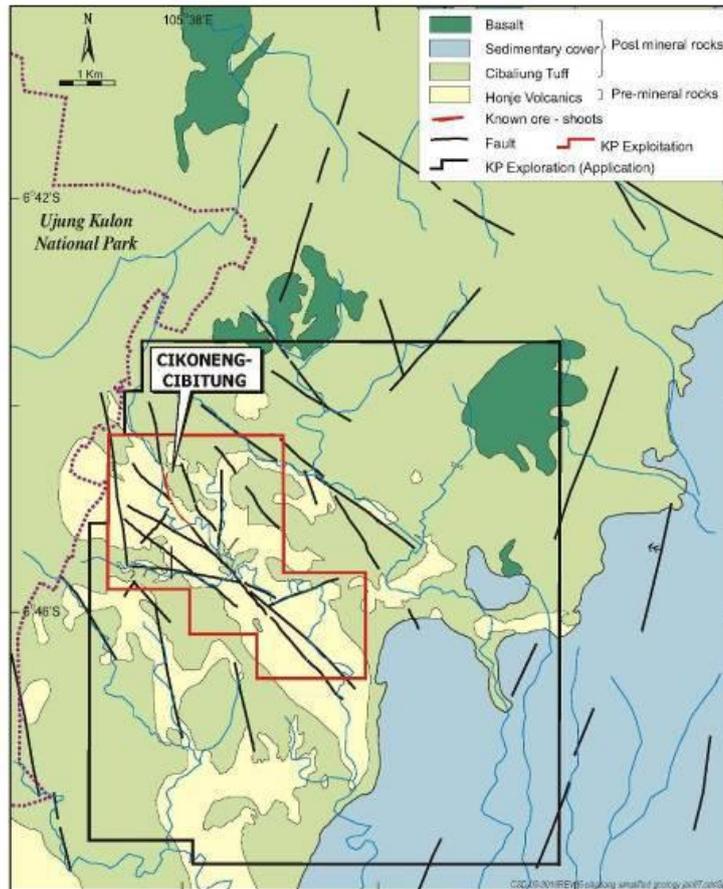
5. EMAS PRIMER

A. Keadaan Geologi dan Stratigrafi

a. Kondisi Geologi

Keadaan geologi di PT Cibaliung Sumberdaya terletak di bagian tengah dari busur magmatik Sunda – Banda yang berumur *Neogene*. Batuan asal (*Host Rock*) pembawa bijih emas – perak adalah batuan *Honje Vulkanic* dengan umur Akhir Miosen yang diterobos oleh *Subvulcanic Andesit – Diorit* berupa *plugdan dike* dan kadang terpotong oleh diameter *Breccia*. Menumpang tidak selaras di atas batuan asal ini berupa *Dacitic tuff*, sediment muda, dan aliran lava basalt yang berumur Miosen Kuartar. Daerah penyelidikan merupakan bagian dari Peta Geologi Lembar Cikarang dengan formasi cipacar dan bojongmanik.

Jawa terletak pada *Sunda Vulkanic Arc* yang memanjang dari ujung Sumatera melewati Jawa dan Bali, dan terus berlanjut hingga Indonesia bagian timur. Jawa Bagian Barat sendiri terletak pada Zona Transisi antara subduksi miring di bagian barat dan subduksi normal di bagian timur. Area ini dibatasi oleh sesar Cimandiri dan sesar Ujung Kulon. Daerah *Vulcanic Arc* merupakan daerah yang memiliki potensi mineral tinggi. Hasil kegiatan eksplorasi bahan galian logam yang dilakukan oleh Subdit. Daerah Cibaliung yang terletak di Zona *Magmatic Arc* merupakan wilayah memiliki yang potensi emas yang tinggi.



Gambar.2.9. Peta Geologi Regional

Sumber : Dokumen Departemen Kendali Mutu PT. Cibaliung Sumber Daya, 2015

b. Geomorfologi

Berdasarkan peta Geomorfologi Daerah Cibaliung daerah kajian termasuk ke dalam satuan struktural bergelombang. Satuan ini terbagi menjadi dua kelas, yaitu Satuan bergelombang kuat struktural dan satuan bergelombang lemah struktural. Satuan bergelombang lemah struktural mendominasi daerah kajian. Satuan geomorfologi ini mengelilingi seluruh wilayah kajian, sedangkan di bagian tengahnya daerahkajian termasuk ke dalam satuan bergelombang kuat struktural. Pada zona Jawa Bagian Barat, Pannekoek (1946), membagi zona morfologi ini menjadi tiga bagian, yaitu:

- 1) Zona Utara terdiri atas daerah lipatan, endapan kipas *alluvial*, jalur *penepelan*, Gunung Ciremei, Kompleks Gunung Tangkuban Perahu, dan Kompleks Pegunungan di Banten.

- 2) Zona Tengah merupakan zona depresi yang diisi endapan vulkanik muda. Pada zona ini terdapat lipatan menjungkir atau membentuk struktur yang menjorok (*thrusting*) yang menyebabkan batuan tersier tertutup.
- 3) Zona Selatan (daerah kajian termasuk ke dalam zona ini) merupakan dataran tinggi yang luas yang memanjang dari Kabupaten Sukabumi (sebenarnya merupakan suatu plato yang memiliki lereng ke Samudera Hindia dengan bentuk tebing patahan/*escarpment* pada bagian utaranya, namun sudah terkikis, sehingga tidak terlihat lagi platonya) sampai ke timur yaitu Karangnunggal *section* atau plato Karangnunggal.

c. Tahap Mineralisasi

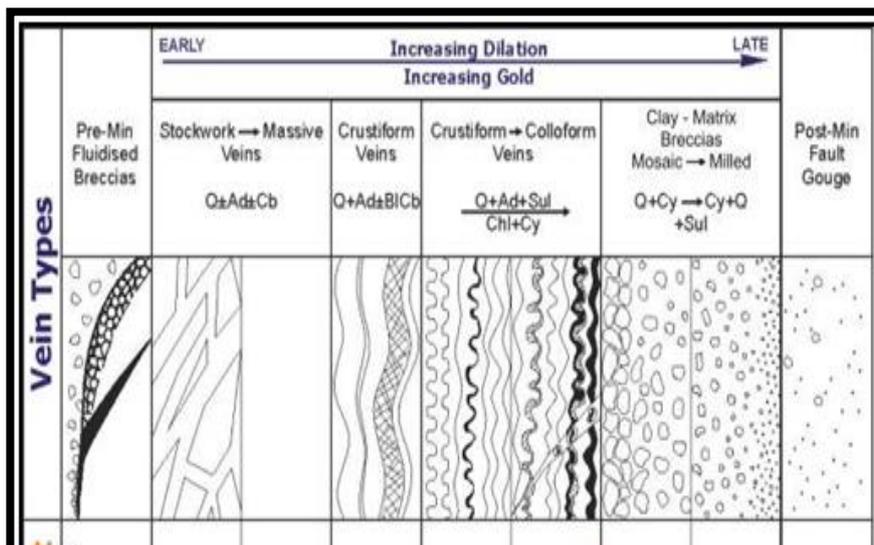
Bijih emas di Cikoneng - Cibitung terbentuk oleh beberapa fase urat kuarsa “*low sulfidation adularia-sericite*” dalam sistem epitermal. Model geologi yang terdiri dari dua tahapan mineralisasi utama antara lain sebagai berikut (Leach 2002 & 2003). Untuk dapat melihat tahapan-tahapan mineralisasi tambang emas PT Cibaliung Sumberdaya dapat dilihat pada Gambar 2.17.

1. Tahap *retrograde* yang banyak membawa mineralisasi.

Tahap ini diinterpretasikan bahwa logam mulia sebagai hasil dari *sulfidasi* yang bercampur dengan larutan dari permukaan dan *upwelling* larutan mineralisasi, yang ditunjukkan dengan adanya formasi dari *clay-sulphide-quartz colloform-crustiform bands*, *clay-sulphide-rich breccias*, dan *Mn-rich carbonate*. Struktur yang memotong dan *hanging wall split* diduga membentuk kondisi dilasional yang maksimal dan percampuran larutan.

2. Tahap *prograde* pengendapan vein

Tahap ini diinterpretasikan berhubungan dengan *upwelling* dan massa *boiling* larutan mineralisasi. Tahapan *prograde* ini ditunjukkan dengan *fluidized breccias*, *massive quartz-calcite*, *crustiform banded quartz-adularia-bladed calcite* dan *colloform-crustiform banded quartz-adularia*. Tahap ini bukan periode pengendapan logam mulia.



Gambar 2.10. Tahapan Mineralisasi Tambang Emas Cibaliung
(Sumber: Leach 2002 & 2003)

d. Stratigrafi

Sudana dan Santosa (1992) dalam Peta Geologi Lembar Cikarang skala 1:100.000 membagi stratigrafi regional daerah penelitian ke dalam tujuh formasi, yaitu:

1) *Formasi Cimapag*

Formasi ini terdiri dari dua bagian, bagian bawah terdiri dari litologi breksi aneka bahan, lava andesit, batupasir, batulempung, batugamping, konglomerat, aglomerat dan tuf; bagian atas terdiri dari tuf dasit, lava andesit, dan tuf breksi. Umurnya diduga Miosen Awal.

2) *Formasi Honje*

Satuan ini terdiri dari litologi berupa breksi gunungapi, tuf, lava, andesit-basal, dan kayu terkarsikan. Formasi ini diduga berumur Miosen Akhir berdasarkan sebagian dari satuan batuan ini yang menjemari dengan Formasi Bojongmanik. Tebal Formasi Honje diperkirakan berkisar dari 500–600 m. Sebarannya terdapat di sekitar Gn. Honje, Gn. Tilu, dan daerah Citerureup; setempat diterobos batuan andesit-basalt (Sudana dan Santosa, 1992).

3) *Formasi Bojongmanik*

Formasi Bojongmanik terdiri dari litologi berupa perselingan batupasir dan batulempung bersisipan napal, batugamping, konglomerat, tuf, dan lignit. Fosil-fosil foraminifera yang ditemukan pada satuan ini menunjukkan

umur Miosen Akhir-Pliosen atau pada zonasi Blow N16–N19. Selain fosil foraminifera ditemukan juga pecahan moluska, ostrakoda, ekinoid, dan kerang dengan lingkungan pengendapan darat hingga laut dangkal. Tebal formasi ini diperkirakan mencapai 400 m (Sudana dan Santosa, 1992).

4) *Formasi Cipacar*

Formasi ini terdiri dari tuf, tuf berbatuapung, batupasir tuf, batulempung tuf, tuf breksi, dan napal. Satuan ini umumnya berlapis baik dan tebalnya diperkirakan ± 250 m, ditindih tak selaras oleh Formasi Bojong dan satuan batuan yang lebih muda. Fosil-fosil foraminifera dalam formasi ini menunjukkan umur relatif Pliosen (N19-N21). Dalam formasi ini dijumpai pula fosil *moluska*, kerang–kerangan dan *ostrakoda*. Lingkungan pengendapannya adalah darat-laut dangkal (Sudana dan Santosa, 1992).

5) *Andesit-Basalt*

Batuan terobosan berupa andesit dan basalt yang diduga berumur Pliosen. Satuan ini menerobos Formasi Cimapag dan Formasi Honje (Sudana dan Santosa, 1992).

6) *Formasi Bojong*

Formasi ini terdiri dari litologi berupa batupasir gampingan, batulempung karbonan, napal, lensa batugamping, tuf, dan gambut. Formasi ini umumnya berlapis baik, tebalnya antara 150-200 m, ditindih tak selaras oleh satuan batuan yang lebih muda. Fosil-fosil foraminifera yang ditemukan pada formasi ini menunjukkan umur relatif Pleistosen atau N22. Lingkungan pengendapannya adalah litoral luar (Sudana dan Santosa, 1992).

7) *Volkanik Kuarter*

Batuan gunungapi Kuarter terdiri dari litologi breksi gunungapi, aglomerat, dan tuf. Satuan ini tebalnya diperkirakan lebih dari 100 m dan umurnya diduga Pleistosen (Sudana dan Santosa, 1992). Berdasarkan Sudana dan Santosa (1992), daerah Sindanglaya dan sekitarnya termasuk ke dalam dua satuan batuan, yaitu Formasi Bojongmanik dan Formasi Honje. Formasi Honje merupakan nama formasi baru yang diusulkan Sudana dan Santosa tahun 1992 untuk endapan volkanik dengan lokasi tipe terletak di Pegunungan Honje, Cimanggu, Banten Selatan.

5.1. Geologi Regional

Secara regional daerah penelitian merupakan bagian dari jalur Pegunungan Bukit Barisan yang terletak pada lereng sebelah Barat. Berdasarkan penyelidikan Kastowo dan Gerhard (1973) diketahui batuan tertua yang tersingkap di sekitar Indarung dan sekitarnya berumur Pra-Tersier (Jura), terdiri dari kelompok batuan metamorf yang secara umum merupakan dasar perbukitan dan punggung-punggungan. Kelompok batuan ini terdiri dari batuan metamorf, batulanau metamorf yang berasosiasi dengan fillit dan batulempung tufa yang terkersikkan (batulempung terkersikkan), dan kelompok batugamping hablur bersifat marmieran dan pejal (kristalin).

Di atas kelompok batuan Pra-Tersier tersebut secara tidak selaras diendapkan kelompok batuan vulkanik Tersier hingga Kwartter dan endapan Kwartter, seperti yang terlihat pada Tabel II.1. Kelompok batuan vulkanik Tersier-Kwartter ini terdiri dari aliran-aliran (lahar, konglomerat), perselingan antara andesit dan tufa serta tufa kristal yang sangat keras, pejal, dan tersemen baik.

Untuk endapan Kwartter terdiri dari endapan kipas alluvial, yang merupakan hasil rombakan dari endapan Gunung Api, dan sebagian kelompok batuan paling muda adalah endapan alluvial, terdiri dari bongkah-bongkah batuan beku, kerakal, kerikil, pasir, dan lanau yang bersifat lepas. Struktur geologi utama yang dijumpai di daerah penyelidikan adalah sesar, yang berupa sesar geser dan sesar normal dengan arah Timur-Barat dan beberapa berarah hampir Utara-Selatan.

I. Aktivitas Pembelajaran

Tahap Kegiatan	Kegiatan Dosen	Kegiatan Guru	Teknik Penilaian	Media
Pendahuluan	5. Memperkenalkan diri, memberi salam 6. Menjelaskan learning outcomes 7. Menjelaskan materi yang akan diberikan dan system penilaian 8. Memotivasi karakter religius	4. Memperhatikan 5. Mencatat penjelasan yang diberikan 6. Memperhatikan dan mencatat cakupan materi	Lisan Sikap	PPT

Penyajian	<p>14. Meminta pendapat guru tentang gejala batuan di alam</p> <p>15. Memberikan reinforcement atas jawaban guru</p> <p>16. Menjelaskan aspek yang mempengaruhi geologi regional</p> <p>17. Meminta pendapat guru tentang ruang lingkup topik tsb</p> <p>18. Menyimpulkan jawaban guru</p> <p>19. Menjelaskan bagaimana proses geologi yang terjadi pada suatu daerah</p> <p>20. Mengamati perbedaan struktur geologi yang terjadi di suatu daerah dengan daerah lainnya</p> <p>21. Menyimpulkan bersama guru jawaban wacana tersebut</p> <p>22. Membentuk kelompok diskusi</p> <p>23. Meminta pendapat Kelompok tentang materi tersebut</p> <p>24. Memberikan reinforcement atas jawaban guru</p>	<p>14. Mengajukan pendapat tentang metode pengukuran dan kesalahan pengukuran</p> <p>15. Menerima reinforcement</p> <p>16. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>17. Mengemukakan pendapat</p> <p>18. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>19. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>20. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>21. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>22. Mengajukan pendapat</p> <p>23. Mengajukan pendapat</p> <p>24. Menerima reinforcement</p> <p>25. Mengajukan pertanyaan</p> <p>26. Memperhatikan dan mencatat</p>	<p>Lisan</p> <p>Tulisan</p> <p>Kinerja diskusi</p>	<p>PPT</p> <p>Lembar kinerja</p>

	<p>25. Memberikan kesempatan kepada guru untuk bertanya tentang materi yang telah dibahas.</p> <p>26. Menjawab dan menyimpulkan jawaban mahasiswa</p>			
Penutup	<p>3. Menyimpulkan bersama mahasiswa tentang materi yang telah disampaikan.</p> <p>4. Menugaskan mahasiswa untuk membaca dan membuat referensi materi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya</p>	<p>4. Memperhatikan</p> <p>5. Memperhatikan dan mencatat materi yang ditugaskan.</p> <p>6. Memperhatikan dan mencatat materi penugasan pertemuan berikutnya</p>	Tulisan kinerja	

J. Latihan/Kasus/Tugas

A. TUJUAN TUGAS:

Mengidentifikasi topik kajian tentang struktur geologi, Genesha bahan galian dan struktur geologi suatu daerah

B. URAIAN TUGAS:

a. Obyek Garapan :

- Apa yang dimaksud dengan struktur geologi
- Apa yang membedakan timah primer dan timah sekunder

- Apa yang menyebabkan perbedaan struktur geologi suatu daerah dengan daerah yang lainnya

b. Metode/Cara Pengerjaan (acuan cara pengerjaan):

- Mencari definisi, topik, kajian tentang fenomena-fenomena batuan, Mengidentifikasi sejarah geologi yang terjadi pada suatu daerah

K. Rangkuman

- Struktur geologi adalah suatu struktur atau kondisi geologi yang ada di suatu daerah sebagai akibat dari terjadinya perubahan-perubahan pada batuan oleh proses tektonik atau proses lainnya
- Endapan mangan dapat terbentuk dari beberapa cara yaitu proses hidrotermal yang dapat dijumpai dalam bentuk (*vein*), metamorfik dan cebakan sedimenter dan residual.
- Proses terjadinya cebakan bahan galian bijih besi berhubungan erat dengan adanya peristiwa tektonik pra-mineralisasi
- Endapan Timah Primer terbentuk dari proses hidrotermal yang berhubungan dengan batuan granit, yaitu terbentuk dari magma cair yang disebut juga *Tin Bearing Granite*.
- Endapan Timah Sekunder yaitu endapan timah yang berasal dari pelapukan endapan primer
- Pembentukan endapan batugamping digolongkan dengan endapan karbonat yaitu endapan yang terbentuk karena akumulasi material organik yang terjebak atau terendapkan pada suatu lingkungan yang khusus yaitu dalam suasana reduksi sehingga terawetkan dengan baik dan mengalami diagenesa

L. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

DIMENSI	Sangat Memuaskan	Memuaskan	Batas	Kurang Memuaskan	Di bawah standard	SKOR
KELENGKAPAN	Aspek yang dijelaskan lengkap dan integratif	Aspek yang dijelaskan lengkap	Masih kurang aspek model yang belum terungkap	Hanya menunjukkan sebagian model saja	Tidak ada konsep	
KEBENARAN	Diungkapkan dengan tepat, aspek penting tidak dilewatkan, bahkan analisis dan membantu memahami model	Diungkap dengan tepat, namun deskriptif	Sebagian besar model sudah terungkap, namun masih ada yang terlewatkan	Kurang dapat mengungkap aspek penting, dalam materi	Tidak ada model yang disajikan	

Daftar Pustaka

1. Aryanto. "Kegunaan Isotop C-14 Untuk Menentukan Umur Fosil. 20 April 2015.
2. Tjoa, suchaja . "Mengukur Usia Artefak dan Fosil. 02 April 2011".
3. Anonim. "Cara Menentukan Umur Fosil". September 2014.
4. Anonim. "Perhitungan Umur Fosil". 26 Juni2013.

IV. KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

MERUMUSKAN HASIL PENGAMATAN DI LAPANGAN

M. Tujuan Pembelajaran

6. Memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimiliki.
- 6.4 Menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran untuk mendorong
- 6.4.2 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler diidentifikasi untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.
- 6.4.3 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler dirancang untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal

N. Uraian Materi Pembelajaran

A. Pengantar

Paleontology adalah cabang ilmu geologi yang mempelajari kehidupan masa lampau yang didasarkan atas fosil tanaman atau hewan.yang terbagi atas:

1. Makropalenteologi yaitu mempelajari fosil-fosil dengan ukuran relatif besar sehingga mempelajarinya tidak menggunakan alat bantu seperti loupe dan mikroskop.
2. Mikropalenteologi yaitu mempelajari fosil-fosil yang berukuran relatif kecil sehingga dalam pengamatan menggunakan alat bantu seperti mikroskop binokuler, mikroskop elektron dll.

1. Mikropalenteologi dan Mikrofosil

Mikropalenteologi cabang ilmu palenteologi yang khusus membahas semua sisa-sisa organisme yang biasa disebut mikro fosil.yang dibahas antara lain adalah mikrofosil, klasifikasi, morfologi, ekologi dan mengenai kepentingannya terhadap stratigrafi.

- Pengertian Mikrofosil Menurut Jones (1936)

Setiap fosil (biasanya kecil) untuk mempelajari sifat-sifat dan strukturnya dilakukan di bawah mikroskop. Umumnya fosil ukurannya lebih dari 5 mm namun ada yang berukuran sampai 19 mm seperti genus fusulina yang memiliki cangkang-cangkang yang dimiliki organisme, embrio dari fosil-fosil makro serta bagian-bagian tubuh dari fosil makro yang mengamainya menggunakan mikroskop serta sayatan tipis dari fosil-fosil, sifat fosil mikro dari golongan foraminifera kenyataannya foraminifera mempunyai fungsi/berguna untuk mempelajarinya.

- Dari cara hidupnya dibagi menjadi 2 :
 1. Pelagic (mengambang)
 - a. Nektonic (bergerak aktif)
 - b. Lanktonic (bergerak pasif) mengikuti keadaan sekitarnya
 2. Benthonic (pada dasar laut)
 - a. Secile (mikro fosil yang menambat/menempel)
 - b. Vagile (merayap pada dasar laut)

Dari dua bagian itu digunakan pada ilmu perminyakan dimana dari kedua fosil itu identik dengan hidrokarbon yang terdapat pada trap (jebakan). Dalam geologi struktur dimana dapat digunakan untuk mengidentifikasi adanya sesar, kekar serta lipatan.

2. Kegunaan Dari Mikrofosil

Beberapa manfaat mikrofosil antara lain sebagai berikut:

1. Dalam korelasi untuk membantu korelasi penampang suatu daerah dengan daerah lain baik bawah permukaan maupun di permukaan.
2. Menentukan umur misalnya umur suatu lensa batu pasir yang terletak di dalam lapisan serpih yang tebal dapat ditentukan dengan mikrofosil yang ada dalam batuan yang melingkupi.
3. Membantu studi mengenai species.
4. Dapat memberikan keterangan-keterangan paleontologi yang penting dalam menyusun suatu standar section suatu daerah.
5. Membantu menentukan batas-batas suatu transgresi/regresi serta tebal/tipis lapisan.

Berdasarkan kegunaannya dikenal beberapa istilah, yaitu :

1. Fosil indeks/fosil penunjuk/fosil pandu

Yaitu fosil yang dipergunakan sebagai penunjuk umur relatif. Umumnya fosil ini mempunyai penyebaran vertikal pendek dan penyebaran lateral luas, serta mudah dikenal.

Contohnya : *Globorotalina Tumida* penciri N18 atau Miocen akhir.

2. Fosil bathymetry/fosil kedalaman

Yaitu fosil yang dipergunakan untuk menentukan lingkungan kedalaman pengendapan. Umumnya yang dipakai adalah benthos yang hidup di dasar.

Contohnya : *Elphidium spp* penciri lingkungan transisi.

3. Fosil horizon/fosil lapisan/fosil diagnostic

Yaitu fosil yang mencirikan khas yang terdapat pada lapisan yang bersangkutan.

Contoh : *Globorotalia tumida* penciri N18.

4. Fosil lingkungan

Yaitu fosil yang dapat dipergunakan sebagai penunjuk lingkungan sedimentasi.

Contohnya : *Radiolaria* sebagai penciri lingkungan laut dalam.

5. Fosil iklim

Yaitu fosil yang dapat dipergunakan sebagai petunjuk iklim pada saat itu.

Contohnya : *Globigerina Pachyderma* penciri iklim dingin.

3. Makna dan Tata Nama Penamaan Fosil

Seorang sarjana Swedia Carl Von Line (1707-1778) yang kemudian melatinkan namanya menjadi Carl Von Linnaeus membuat suatu hukum yang dikenal dengan LAW OF PRIORITY, 1958 yang pada pokoknya menyebutkan bahwa nama yang telah dipergunakan pada suatu individu tidak dipergunakan untuk individu yang lain.

Nama kehidupan pada tingkat genus terdiri dari satu kata sedangkan tingkat spesies terdiri dari dua kata, tingkat subspecies terdiri dari tiga kata. Nama-nama kehidupan selalu diikuti oleh nama orang yang menemukannya.

Contoh penamaan fosil sebagai berikut:

- *Globorotalia menardi exilis* Blow, 1968

Arti dari penamaan adalah fosil hingga subspecies ditemukan oleh BLOW pada tahun 1969

- *Globorotalia ruber elongatus* (D Orbigny), 1826

Arti dari n. sp adalah spesies baru.

- *Pleurotoma carinata* GRAY, Var *Woodwardi* MARTIN
Arti dari penamaan adalah GRAY memberikan nama spesies sedangkan MARTIN memberikan nama varietas.
- *Globorotalia acostaensis pseudopima* n sbsp BLOW, 1969
Arti dari n.sbsp adalah subspecies.
- *Dentalium* (s.str) *rutteni* MARTIN
Arti dari penamaan adalah fosil tersebut sinonim dengan *dentalium rutteni* yang diketemukan MARTIN.
- *Globorotalia of tumda*
Arti dari penamaan ini adalah penemu tidak yakin apakah bentuk tersebut betul *Globorotalia tumida* tetapi dapat dibandingkan dengan spesies ini.
- *Sphaeroidinella* aff *dehiscens*
Arti dari penamaan tersebut adalah fosil ini berdekatan (berfamily) dengan *sphaeroidinella dehiscens*. (aff = affiliation)
- *Ammobaculites* spp
Artinya mempunyai bermacam-macam spesies
- *Recurvoides* sp
Artinya spesies (nama spesies belum dijelaskan)

4. Teknik Penyajian Fosil

➤ Pengambilan sampel

Pengambilan sampel batuan di lapangan hendaknya dengan memperhatikan tujuan yang akan dicapai. Untuk mendapatkan sampel yang baik diperhatikan interval jarak tertentu terutama untuk menyusun biostratigrafi.

Kriteria-kriteria pengambilan sampel:

- a. Memilih sampel batuan insitu dan bukan berasal dari talus, karena dikhawatirkan fosilnya sudah terdisplaced atau tidak insitu.
- b. Batuan yang berukuran butir halus lebih memungkinkan mengandung fosil, karena batuan yang berbutir kasal tidak dapat mengawetkan fosil. Batuan yang dapat mengawetkan fosil antara lain lempung (clay), serpih (shale), napal (marl), tufa napalan (marly tuff), batu gamping bioklastik, batu gamping dengan campuran batu pasir sangat halus.

- c. Batuan yang lunak akan memudahkan dalam proses pemisahan fosil.
- d. Jika endapan turbidit diambil pada endapan berbutir halus, yang diperkirakan merupakan endapan suspensi yang juga mencerminkan kondisi normal.

➤ Penguraian/pencucian

Langkah-langkah proses pencucian batuan adalah sebagai berikut :

- a. Batuan sedimen ditumbuk dengan palu karet atau palu kayu hingga berukuran dengan diameter 3-6 mm.
- b. Larutkan dalam larutan H_2O_2 (hydrogen peroksida) 50% diaduk dan dipanaskan.
- c. Diamkan sampai butiran batuan tersebut terlepas semua (24 jam) jika fosil masih nampak kotor dapat dilakukan dengan perendaman menggunakan air sabun, lalu dibilas dengan air sampai bersih.
- d. Keringkan dengan terik matahari dan fosil siap untuk diayak.

➤ Pemisahan fosil

Cara memisahkan fosil-fosil dari kotoran adalah dengan menggunakan jarum dari cawan tempat contoh batuan, untuk memudahkan dalam pengambilan fosilnya perlu disediakan air (jarum dicelupkan ke air terlebih dahulu sebelum pengambilan)

Alat-alat yang dibutuhkan dalam pemisahan fosil antara lain adalah :

1. Cawan untuk tempat contoh batuan
2. Jarum untuk mengambil batuan
3. Kwas bulu halus
4. Cawan tempat air
5. Lem untuk merekatkan fosil
6. Kertas untuk memberi nama fosil
7. Tempat fosil
8. Mikroskop

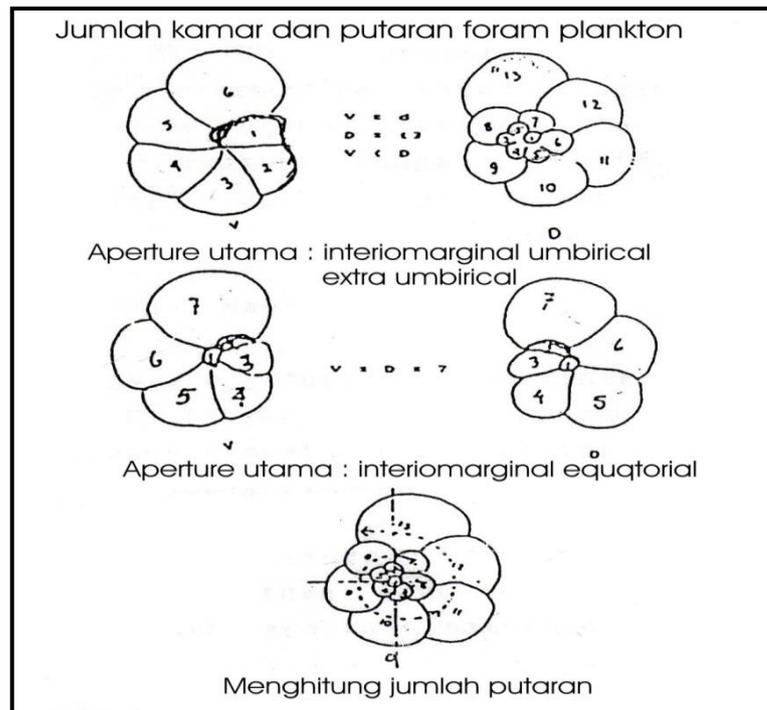
Fosil yang telah dipisahkan diletakkan pada plate (tempat fosil).

5. Pengenalan Cangkang Foraminifera Plankton dan Benthos

- a. Susunan kamar
 1. Susunan kamar foraminifera plankton

Susunan kamar foraminifera plankton dibagi menjadi :

- Planispiral yaitu sifatnya berputar pada satu bidang, semua kamar terlihat dan pandangan serta jumlah kamar ventral dan dorsal sama. Contoh: *Hastigerina*
- Trochospiral yaitu sifat berputar tidak pada satu bidang, tidak semua kamar terlihat, pandangan serta jumlah kamar ventral dan dorsal tidak sama. Contohnya : *Globigerina*.
- Streptospiral yaitu sifat mula-mula trochospiral, kemudian planispiral menutupi sebagian atau seluruh kamar-kamar sebelumnya. Contoh: *Pulleniatina*.



Gambar 3.1. Penampang Ventral, Dorsal dan Sentral Foraminifera

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

2. Susunan kamar foraminifera benthos

Susunan kamar foraminifera benthonik memiliki kemiripan dengan foraminifera planctonik, susunan kamar dan bentuknya dapat dibedakan menjadi :

- a. Monothalamus yaitu susunan dan bentuk kamar-kamar akhir foraminifera yang hanya terdiri dari satu kamar. Macam-macam dari bentuk monothalamus antara lain adalah :
 - Bentuk globular atau bola atau spherical, terdapat pada kebanyakan subfamily saccaminidae.

Contohnya: *Saccamina*



Gambar 3.2. *Saccamina*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Berbentuk botol (flarkashaped), terdapat pada kebanyakan subfamily proteonaniae.

Contoh: *Lagena*.

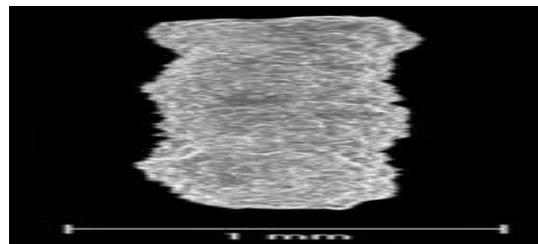


Gambar 3.3. *lagena*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Berbentuk tabung (tabular), terdapat pada kebanyakan subfamily Hyperminidae.

Contoh: *Hyperammia*, *Bathysiphon*.



Gambar.3.4 *Hyperammia*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Berbentuk antara kombinasi botol dan tabung.

Contohnya : *Lagena*

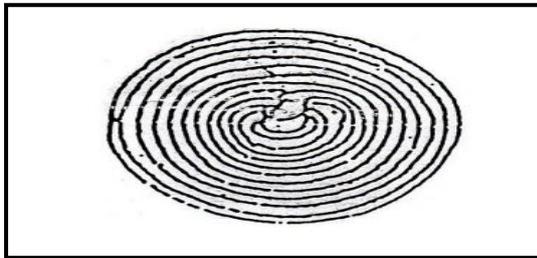


Gambar 3.5. *Lagena*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Cyclical atau annular chamber
- Planispiral pada awalnya kemudian terputar tak teratur.

Contoh : *Orthovertella*, *Psammaphis*.

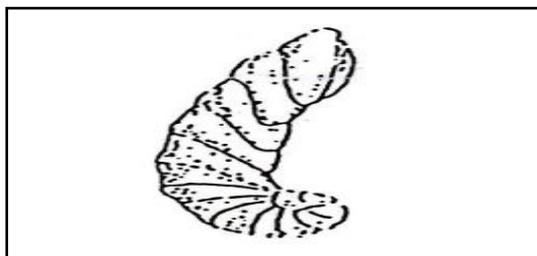


Gambar 3.6. *Orthovertella*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Planispiral kemudian lurus (uncoiling).

Contoh : *Rectocornuspira*.



Gambar 3.7. *Rectocornuspira*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Cabang (bifurcating).

Contohnya : *Rhabdamina abyssorum*.



Gambar 3.8. *Rhabdamina abyssorum*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Zig-zag. Contohnya *Lenticulina sp.*

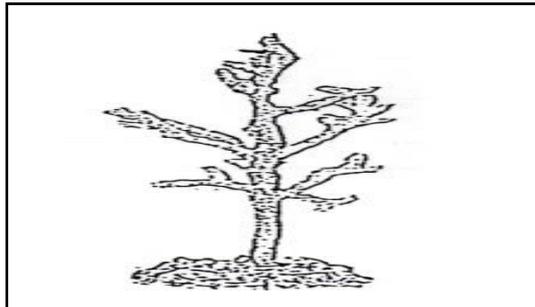


Gambar 3.9. *Lenticulina sp.*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Stellate
- Fistoluse
- Arburescent.

Contohnya : *Dendrophyra crecta*.

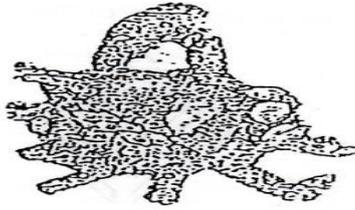


Gambar 3.10. *Dendrophyra crecta*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Radiate.

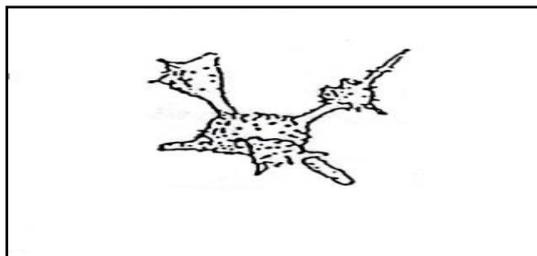
Contohnya : *Astroshizalimi colasandhal*.



Gambar 3.11. *Astroshizalimi colasandhal*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

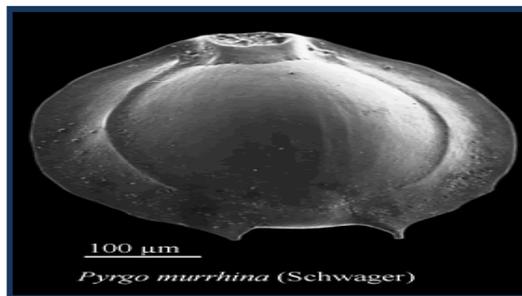
- Tak teratur (irregular).
Contohnya : *Planorbulooides reticnacuata*.



Gambar 3.12. *Planorbulooides reticnacuata*

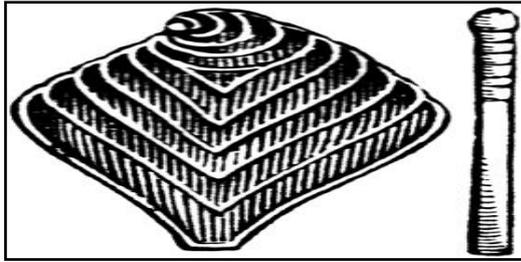
Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Setengah lingkaran (hemispherical)
Contoh : *Pyrgo murrhina*.



Gambar 3.13. *Pyrgo murrhina*

- Inverted v-shaped chamber (palmate).
Contohnya : *Flabellina rugosa*

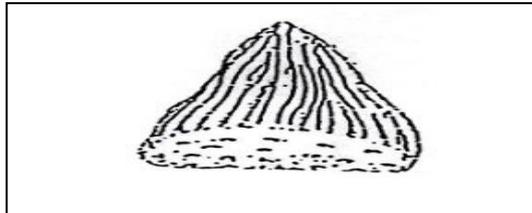


Gambar 3.14. *Flabellina rugosa*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Dishotomously branched.
- Milioline
- Close coliled.
- Seperti kerucut.

Contohnya : *Textularia cretoa*.



Gambar 3.15. *Textularia cretoa*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Fusiform.

Contohnya : *Vaginulina laguman*.



Gambar 3.16. *Vaginulina laguman*

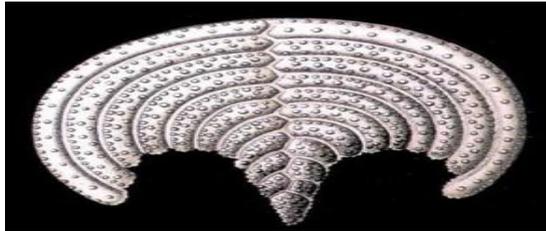
Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Pyriform.

Contohnya : *Elipsoglandulina velascoensis*.

- Semicircular.

Contohnya : *Pavanina flabelliformis*.



Gambar 3.17. *Pavanina flabelliformis*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

b. Polythalamus

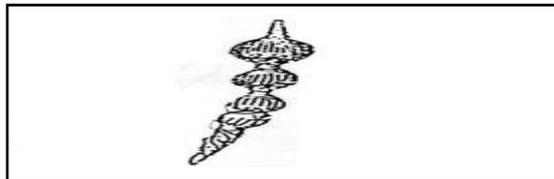
Polythalamus merupakan suatu susunan kamar dan bentuk akhir kamar foraminifera yang memiliki lebih dari satu kamar. Misalnya uniserial saja atau biserial saja. Macam-macam polythalamus antara lain :

➤ Uniformed yang terbagi menjadi:

1. Uniserial yang terbagi lagi mejadi:

- Rectilinear (linear punya leher) test uniserial terdiri atas kamar-kamar bulat yang dipisahkan dengan stolonxy atau neck.

Contohnya : *Siphonogerina*, *Nodogerina*.

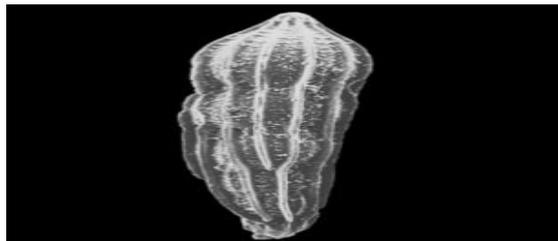


Gambar 3. 18. *Siphonogerina*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Linear tanpa leher yaitu kamar tidak bulat dan satu sama lain tidak dipisahkan leher-leher.

Contohnya : *Nodosaria*.



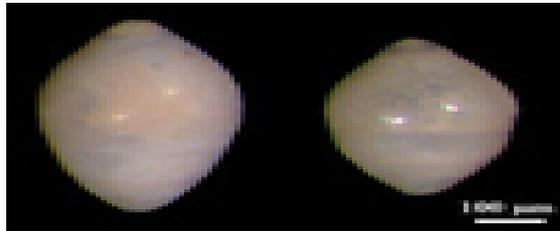
Gambar 3.19. *Nodosaria*

Sumber : [http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-](http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd)

[Fosil#scribd](http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd)

- Equitant uniserial yaitu test uniserial yang tidak memiliki leher tetapi sebaliknya kamarnya sangat berdekatan sehingga menutupi sebagian yang lain.

Contohnya : *Glandulina*.



Gambar 3.20. *Glandulina*

Sumber : [http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-](http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd)

[Fosil#scribd](http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd)

- Curvilinier/uniserial arcuate yaitu test uniserial tetapi sedikit melengkung dan garis batas kamar satu dengan yang lain atau suture membentuk sudut terhadap sumbu panjang.

Contohnya: *Dentalina*.



Gambar 3.21. *Dentalina*

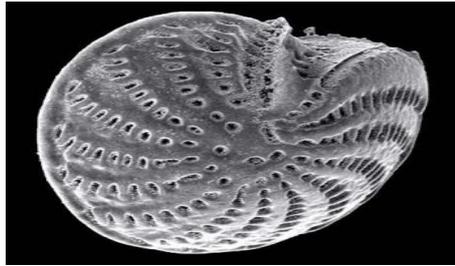
Sumber : [http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-](http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd)

[Fosil#scribd](http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd)

- Kombinasi antara rectilinier dengan linier tanpa leher.
- Coiled test atau test yang terputar, macam-macamnya antara lain :

- ❖ Involute yaitu test yang terputar dengan putaran akhir menutupi putaran yang sebelumnya, sehingga putaran akhir saja yang terlihat.

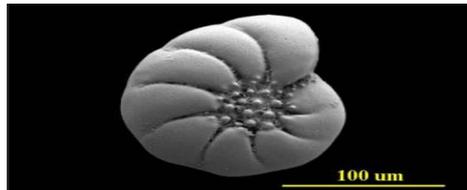
Contoh : *Elphidium*.



Gambar 3.22. *Elphidium*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- ❖ Evolute yaitu test yang terputar dengan seluruh putarannya dapat terlihat.
Contohnya : *Anomalia*
- ❖ Nautiloid yaitu test yang terputara dengan kamar-kamar dibagian umbilical (ventral) menumpang satu sama lain. Sehingga kelihatan kamar-kamarnya lebih besar dibagian peri-peri dibandingkan dibagian umbilicus.
Contoh: *Nonion*.



Gambar 3.23. *Nonion*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

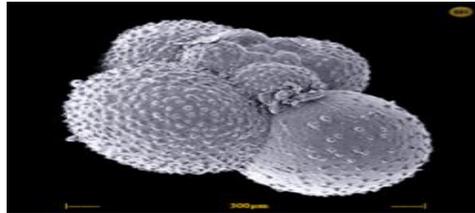
- ❖ Rotaloid test merupakan test yang terputar tidak pada satu bidang dengan posisi pada dorsal seluruh putaran terlihat, sedangkn pada ventral hanya putaran terakhir terlihat.
Contoh : *Rotalia*.



Gambar 3.24. *Rotalia*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- ❖ Helicoids test merupakan test yang terputar meninggi dengan lingkarannya cepat menjadi besar. Terdapat pada subfamily Globigeriniidae (plankton)
Contoh: *Globigerina*.



Gambar 3.25. *Globigerina*.

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

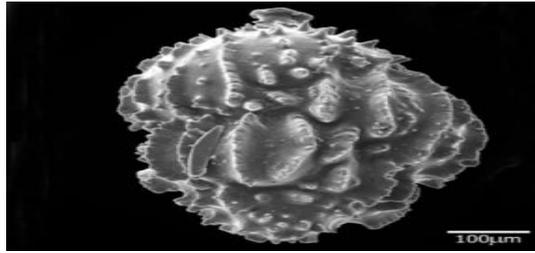
1. Biserial yaitu test yang tersusun oleh dua baris kamar yang terletak berselang-seling.
Contoh : *Textularia*.



Gambar 3.26. *Textularia*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

2. Teriserial yaitu test yang tersusun oleh tiga baris kamar yang terletak berselang-seling.
Contoh : *Uvigerina*, *Bulmina*.

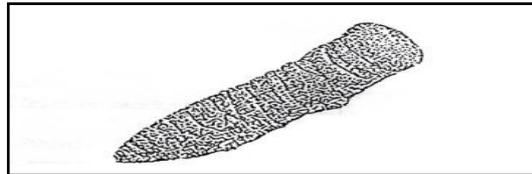


Gambar 3. 27. *Uvigerina*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Biformed test merupakan dua macam susunan kamar yang sangat berbeda satu dengan yang lainnya dalam sebuah test, misalnya biserial pada awalnya kemudian menjadi uniserial pada akhirnya.

Contoh : *Bigerina*.

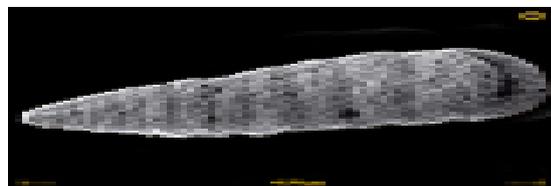


Gambar 3. 28. *Bigerina*.

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Triformed test yaitu tiga bentuk susunan kamar dalam sebuah test misalnya permulaan biserial kemudian berputar sedikit dan akhirnya menjadi uniserial.

Contohnya : *Vulvulina*.



Gambar 3.29. *Vulvulina*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Multiformed test merupakan dalam sebuah test lebih dari tiga susunan kamar, bentuk ini jarang ditemukan.

b. Bentuk test dan kamar foraminifera

Bentuk test adalah bentuk keseluruhan dari cangkang foraminifera, sedangkan bentuk kamar merupakan bentuk masing-masing kamar pembentuk test.

Macam-macam pembentuk test antara lain :

- Tabular (berbentuk tabung), contohnya *Bathyspiral rerufescens*
- Bifurcating (bentuk cabang), contohnya *Rhabdammina abyssorum*.
- Radiate (bentuk radial), contohnya *Astrorizalimicola sandhal*.
- Arborescent (bentuk pohon), contohnya *Dendrophrya crecta*.
- Irregular (bentuk tak teratur), contohnya *Planorbulinoides sp.*
- Hemispherical (bentuk setengah bola), contohnya *Pyrgo murrhina*.
- Zig-zag (bentuk berbelok-belok), contohnya *Lenticulina*.
- Lanceolate (bentuk seperti gada), contohnya *Guttulina sp.*
- Conical (bentuk kerucut), contohnya *Textularilla cretos*.
- Spherical (bentuk bola), contohnya *Orbulina universa*.
- Discoidal (bentuk cakram), contoh *Cyclolocolina miocenica*.
- Fusiform (bentuk gabungan), contohnya *Vaginulina leguman*.
- Biumbilicate (mempunyai dua umbilicus), contohnya *Anomalinaella rostrata*.
- Biconvex (bentuk cembung di kedua sisi), contohya *Robulus nayaroensis*.
- Flaring (bentuk seperti obor), *Goesella rotundeta*.
- Spiroconvex (bentuk cembung di sisi dorsal), contohnya *Cibicides refulgens*.
- Umbilicoconvex (bentuk cembung di sisi ventral), contohnya *Pulvinulinella pacivica*.
- Lenticular biumbilicate (bentuk lensa), contohnya *Cassidulina laevigata*.
- Palmate (bentuk daun), contohnya *Flabellina frugosa*.

Macam-macam bentuk kamar antara lain :

- Spherical, contohnya *Ellipsobulimina sp*
- Pyriform, contohnya *Ellipsoglandulina velascoensis*.
- Tabular, contohnya *Pleurostomella subhodosa*.

- Globular, contohnya *Globigerina bulloides*.
- Ovate, contohnya *Guttulina problema*.
- Angular truncate, contohnya *Virgulina gunteri*.

- Hemispherical, contohnya *Pulleniatina obliquiloculata*.
- Angular rhomboid, yaitu *Globorotalia tumida*.
- Radial elongate, contohnya *Clavulina insignis*.
- Clavate, contohnya *Hastigerinella bermudezi*.
- Tubulospinate, contohnya *Hantkeninaalabamensis*.
- Cyclical, contohnya *Cyclolocolina miocenica*.
- Flatulose, contohnya *Pleurostamella clavata*.
- Semicircular, contohnya *Pavonina flabelliformis*.

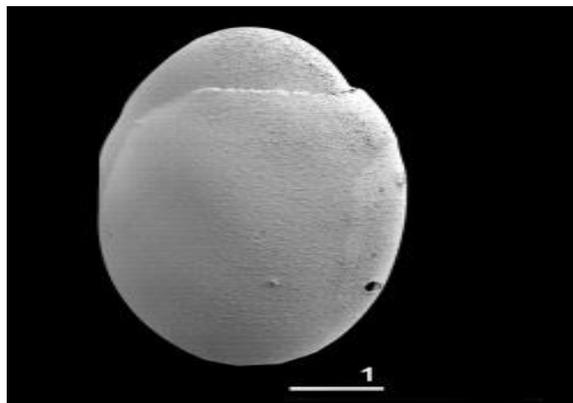
c. Septa dan suture

Septa adalah bidang yang merupakan batas antara kamar satu dengan lainnya, biasanya terdapat lubang-lubang halus yang disebut foramen. Septa tidak dapat terlihat dari luar test, sedangkan yang tampak pada dinding luar test hanya berupa garis yang disebut suture.

Suture merupakan garis yang terlihat pada dinding luar test, merupakan perpotongan septa dengan dinding kamar. Suture penting dalam pengklasifikasian foraminifera karena beberapa spesies memiliki suture yang khas.

Macam-macam bentuk suture :

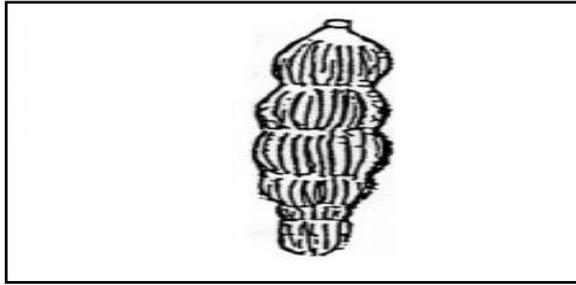
- Tertekan (melekuk), rata atau muncul dipermukaan test. Contohnya: *Chilostomella colina*.



Gambar 3.30. *Chilostomella colina*.

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

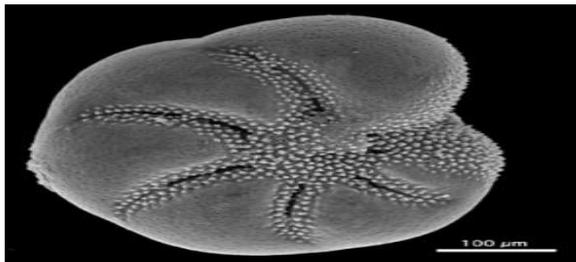
- Lurus, melengkung lemah, sedang atau kuat.
Contoh: *Orthomorphina challegeriana*



Gambar 3.31. *Orthomorphina challegeriana*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

- Suture yang mempunyai hiasan.
Contohnya: *Elphidium incertum* untuk hiasan berupa bridge.



Gambar 3.32. *Elphidium incertum*

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

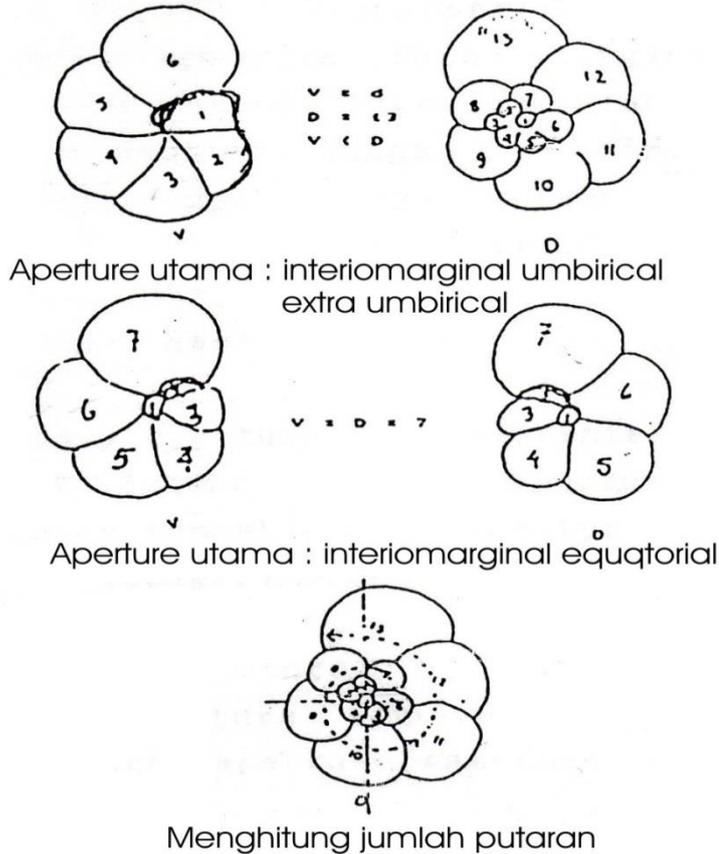
d. Jumlah kamar dan jumlah putaran

Mengklasifikasikan foraminifera berdasarkan jumlah kamar dan jumlah putaran perlu diperhatikan. Karena spesies tertentu mempunyai jumlah kamar pada sisi ventral yang hampir pasti sedang dan pada bagian sisi dorsal akan berhubungan erat dengan jumlah putaran. Jumlah putaran yang banyak umumnya mempunyai jumlah kamar yang banyak pula, namun jumlah putaran itu juga jumlah kamarnya dalam satu spesies mempunyai kisaran yang hampir pasti.

Pada susunan kamar trochospiral jumlah putaran dapat diamati pada sisi dorsal, sedangkan pada planispiral jumlah putaran pada sisi ventral dan dorsal mempunyai kenampakan yang sama.

Cara menghitung putaran adalah dengan menentukan arah putaran dari cangkang. Kemudian menentukan urutan pertumbuhan kamar-kamarnya dan menarik garis pertolongan yang memotong kamar 1 dan 2 dan menarik garis tegak lurus yang melalui garis pertolongan pada kamar 1 dan 2.

Jumlah kamar dan putaran foram plankton



Gambar 3.33. Formar perhitungan kamar foraminifera

Sumber : <http://id.scribd.com/doc/125286535/Cara-Menentukan-Usia-Fosil#scribd>

e. Aperture

o Aperture foraminifera plankton

Aperture adalah lubang utama dari test foraminifera yang terletak pada kamar terakhir. Khusus foraminifera plankton mempunyai bentuk aperture maupun variasinya lebih sederhana. Umumnya mempunyai bentuk aperture utama interiomarginal yang terletak pada dasar (tepi) kamar terakhir (septal face) dan melekok kedalam, terdapat pada bagian ventral (perut).

Macam-macam aperture yang dikenal pada foraminifera plankton :

1. Primary aperture interiomarginal, yaitu :

- Primary aperture interiomarginal umbilical
Contoh : *Globigerina*.
- Primary aperture interiomarginal umbilical extra umbilical yaitu
Contohnya : *Globorotalia*.

- Primary aperture interiomarginal equatorial
Contohnya : *Hestigerina*.
1. Secondary aperture/supplementary aperture
Merupakan lubang lain dari aperture utama dan lebih kecil atau lubang tambahan dari aperture utama.
Contoh : *Globigerinoides*.
 2. Accessory aperture
Yaitu aperture sekunder yang terletak pada struktur accessory atau aperture tambahan.
Contohnya : *Catapsydrax*.
- Aperture foraminifera benthos
Golongan benthos memiliki bentuk aperture yang bervariasi dan aperture itu sendiri merupakan bagian penting dari test foraminifera, karena merupakan lubang yang protoplasma organisme tersebut bergerak keluar dan masuk. Macam-macam aperture foraminifera benthos antara lain :
 1. Simple aperture
 - Open end of tube/at end of tabular chamber.
 - At base of aperture face.
 - In middle apertural face.
 - Aperture yang bulat dan sederhana, biasanya terletak diujung sebuah test (terminal) lubangnya bulat. Contoh : *Lagena*, *Frondioularia*, *Falmula*.
 - Aperture Virgulina/Loop shaped/comma shaped, mempunyai koma/melengkung, tetapi tegak lurus pada permukaan septum/septal face.
Contoh: *Virgulina*, *Bulimina*.
 - With neck and phialine lip.
 - Aperture Phyaline, merupakan sebuah lubang yang terletak di ujung neck yang pendek tapi menyolok.
 - Entosolenia tube.
 - Aperture slit like, berbentuk lubang sempit yang memanjang, umum dijumpai pada foraminifera yang bertest hyaline.

Contoh: *Nonion*, *Fullenia*, *Nonionela*, *Textularia*.

- Lateral/Hooded, Subterminal.
 - Cruciform.
 - Aperture Crescentic, lubangnya berbentuk tapal kuda. Contoh: *Nodosarella*.
- Apertural teeth
 - Single/With single tooth.
 - Apertural flap/with valvular tooth.
 - Pleurostomelline bifid /bifid tooth.
 - Umbilical teeth.
 - Modified tooth.
 - Lateral flanges .
 - Supplementary aperture
 - Single/With single tooth.
 - Apertural flap/with valvular tooth.
 - Pleurostomelline bifid /bifid tooth.
 - Umbilical teeth.
 - Modified tooth.
 - Lateral flanges .
 - Dendritik.
 - Apertur yang memancar (radiate), terminal sangat umum pada famili Nodosaridae dan Polymorphinidae merupakan sebuah lubang yang bulat, tetapi mempunyai pematang yang memancar dari pusat lubang.
Contoh *Nodosaria*, *Folymorphina*.
 - Radiate with apertural chamberlet.
 - Median and peripheral/peripheral and areal.
 - Multiple aperture
 - Multiple sutural, aperture yang terdiri dari banyak, lubang, terletak di sepanjang suture.
 - Multiple equatorial, Interiomarginal at base of apertural face.

- Aperture cribrate/areal, cribrate/inapertural face cribrate. Bentuknya seperti saringan, lubang umumnya halus dan terdapat pada permukaan kamar akhir.
Contoh *Cribostomun.*, *Hiliola.*, *Ammomassilina.*
 - At base and in apertural face/areal multiple.
 - Terminal.
 - Areal supplementary.
 - Sutural and umbilical canal openings
- Primary aperture
- Umbilical.
 - Interiomarginal/umbilical extra umbilical/simple aperture lip/ventral and peripheral.
 - Spilo umbilical/interiomarginal equatorial
- Ornamen (hiasan) foraminifera
- Ornament atau hiasan juga dapat dipakai sebagai penciri khas untuk genus atau spesies tertentu contohnya pada genus *Globoquadina* yang memiliki hiasan pada aperture yaitu flap.
- Berdasarkan letak hiasannya dapat dibagi menjadi :
1. Pada suture antara lain
 - Suture bridge (bentuk suture yang menyerupai jembatan).
Contohnya *Sphaeroidinella dehiscens*
 - Suture limbate (bentuk suture yang tebal).
Contohnya *Globotruncana angusticarinata.*
 - Retral processes (bentuk suture zig-zag).
Contohnya *Elphidium incertum.*
 - Raised bosses (bentuk suture benjol-benjol).
Contohnya *Globotruncana calcarat.*
- Pada umbilicus, antara lain :
- Deply umbilicus (umbilicus yang berlubang dalam).
Contohnya *Globoquadrina dehiscens.*
 - Open umbilicus (umbilicus yang terbuka lebar).
Contohnya *Spaerodinella dehiscens.*
 - Umbilical flap (umbilicus yang mempunyai penutup).

- Contohya *Robulus sp.*
 - Ventral umbo (umbilicus yang menonjol di permukaan),
Contohnya *Cibicides*.
- Pada peri-peri antara lain
 - Keel (lapisan tipis dan bening).
Contohnya *Globorotalia menardi*.
 - Spine (bentuk menyerupai duru).
Contohnya *Hantkenina alabamensis*.
- Pada aperture antara lain
 - Lip/rim (bibir aperture yang menebal).
Contohnya *Globogerina nepenthes*.
 - Flap (bentuk menyerupai anak lidah).
Contohnya *Globoquadrina dehiscens*.
 - Tooth (bentuk menyerupai gigi).
Contohnya *Globorotalia nana*.
 - Bulla (bentuk segi enam yang teratur).
Contohnya *Catapydrax dissimilis*
 - Tegilla (bentuk yang tak teratur).
Contohnya *Catapsydrax stainforty*.
- Pada permukaan test
 - Smooth (permukaan yang licin).
Contohnya *Pulleniatina primalis*.
 - Punctate (permukaan bintik-bintik).
Contohnya *Orbulina bilobata*
 - Reticulate (permukaan seperti sarang madu).
Contohnya *Hedbergelina washitensis*.
 - Pustulose (permukaan dengan tonjolan-tonjolan bulat).
Contohnya *Rugoglobigerina rotundata*.
 - Canceliate (permukaan dengan tonjolan yang memanjang).
Contohnya *Rugoglobigerina rugosa*.
 - Axial costae (permukaan dengan garis searah sumbu).
Contohnya *Amphicoryna separans*.
 - Spiral costae (permukaan dengan garis searah putaran kamar).

Contohnya *Lenticulina costata*.

o Komposisi test foraminifera

Berdasarkan komposisinya test foraminifera dikelompokkan menjadi empat, yaitu ;

1. Dinding chitin/tektin

Dinding tersebut terbuat dari zat tanduk yang disebut chitin, namun foraminifera dengan dinding seperti ini jarang dijumpai sebagai fosil. Foraminifera yang mempunyai dinding chitin, antara lain :

- Golongan allogromidae
- Golongan miliolidae
- Golongan lituolidae
- Beberapa golongan Astroizidae

Ciri-ciri dinding chitin adalah fleksibel, transparan, berwarna kekuningan dan imperforate.

2. Dinding arenaceous dan aglutinous

Dinding arenaceous dan agglutinin terbuat dari zat atau material asing disekelilingnya kemudian direkatkan satu sama lain dengan zat perekat oleh organisme tersebut. Pada dinding arenaceous materialnya diambil dari butir-butir pasir saja, sedangkan agglutinin materialnya diambil dari butir-butir pasir, sayatan-sayatan mika, spones, spicules, fragmen-fragmen foraminifera lainnya dan lumpur. Zat perekatnya bisa chitin, oksida besi, silica dan gampingan. Zat perekat gampingan adalah ciri khas dari foraminifera yang hidup di perairan tropis, sedangkan zat perekat silica khas untuk foraminifera yang hidup di perairan dingin.

Contoh :

- Dinding aglutinous : *Ammobaculites aglutinous*
- Dinding Arenaceous : *Psammosphaera*

3. Dinding siliceous

Beberapa ahli (Brady, Hubler, Chusman, Jones) berpendapat bahwa dinding siliceous dihasilkan oleh organisme itu sendiri. Menurut Glessner dinding siliceous berasal dari zat primer (organisme itu sendiri) maupun zat sekunder. Tipe dinding ini jarang ditemukan, hanya dijumpai pada beberapa golongan Ammodiscidae dan beberapa spesies dari Miliolidae.

4. Dinding calcareous/gampingan

Dinding yang terbuat dari zat gampingan dijumpai pada sebagian besar foraminifera. Dinding gampingan dapat dikelompokkan menjadi :

- Gampingan porselen : adalah dinding gampingan yang tidak berpori, mempunyai kenampakan seperti pada porselen, bila kena sinar berwarna putih opaque. Contohnya *Quingueloculina*, *Pyrgo*.
- Gamping granular : adalah dinding yang terbuat dari Kristal-kristal kalsit yang granular, pada sayatan tipis terlihat gelap. Contohnya *Endothyra*.
- Gamping komplek : dinding yang dijumpai berlapis, kadang-kadang terdiri dari satu lapis yang homogen, kadang terdiri dari dua bahkan empat lapis. Terdapat pada golongan *Fussulinidate*.
- Gamping hyaline : terdiri dari zat-zat gamping yang trasparan dan berpori. Kebanyakan dari foraminifera plankton yang mempunyai dinding seperti ini.

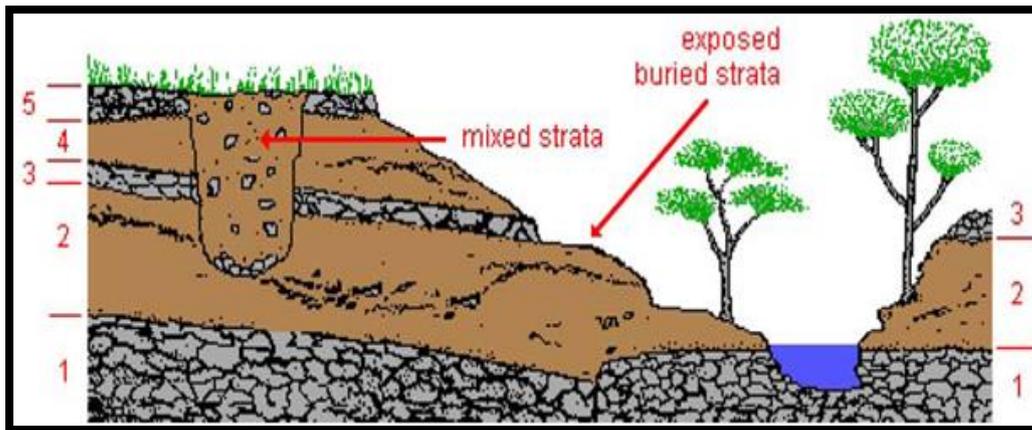
B. Cara Penentuan Umur Fosil

Ada beberapa cara untuk menentukan usia fosil diantaranya :

1. Stratigrafi

Metode relatif yang paling sederhana dan paling tua adalah stratigrafi atau penanggalan stratigrafi. Metode ini didasarkan pada prinsip superposisi yang menyatakan bahwa jika ada lapisan endapan, maka yang lebih tua berada di bawah dan yang lebih muda berada di atas. Prinsip ini sangat logis dan tidak berbelit-belit (*straightforward*).

Namun demikian, lapisan geologis tidak selalu ditemukan dalam susunan kronologis yang rapi (*ideal*). Angin dan air melapukkan lapisan dan beberapa area terangkat atau bahkan tumpang tindih (*tilted*). Proses ini berakibat pada terjadinya *geological conformities* atau terputusnya sekuen stratigrafi original. Selain itu, banyak lubang yang digali oleh manusia maupun hewan yang berakibat pada tercampur-aduknya material dari berbagai lapisan (lihat gambar di bawah).



Gambar 3.34 geological conformities

Sumber : <http://www.faktailmiah.com/2011/08/13/bagaimana-ilmuan-mengetahui-usia-fosil.html>

Semua proses tersebut mengacaukan catatan stratigrafis. Namun, dalam banyak kasus, mungkin saja merekonstruksi sekuen original strata sehingga hasilnya dapat digunakan untuk melakukan penanggalan relatif. Misalnya, jika kita menemukan fosil tulang di bawah strata 3 lapisan batuan yang digambarkan di atas, maka kita berasumsi bahwa hewan tersebut kemungkinan besar hidup pada masa sebelum terbentuknya lapisan tersebut. Namun, kita harus hati-hati dan memperhatikan apakah fosil tersebut berasal dari zona strata yang bercampur aduk tersebut ataukah tidak.

Jika ada dua objek ditemukan dalam strata yang sama dalam satu situs, maka biasanya diasumsikan bahwa kedua objek tersebut berasal dari periode yang sama. Ini merupakan penerapan prinsip asosiasi. Namun, asumsi kesezamanan (*contemporaneity*) kemungkinan tidak selalu benar. Sebabnya adalah kenyataan bahwa salah satu atau kedua objek tersebut bisa saja telah berpindah atau terendapkan kembali di lokasi yang berbeda. Dengan kata lain, kedua-duanya kemungkinan tidak lagi berada dalam konteks primernya.

2. Penentuan Umur fosil dengan C-14

Fosil, dari bahasa Latin fossa yang berarti “menggali keluar dari dalam tanah”, merupakan sisa-sisa atau bekas-bekas makhluk hidup yang menjadi batu atau mineral. Untuk menjadi fosil, sisa-sisa hewan atau tanaman ini harus segera tertutup sedimen. Oleh para pakar dibedakan beberapa macam fosil. Ada fosil batu biasa, fosil yang terbentuk dalam batu ambar, fosil ter, seperti yang terbentuk di sumur ter La Brea di Kalifornia. Hewan atau tumbuhan yang dikira sudah punah tetapi ternyata masih ada disebut fosil hidup. Fosil yang paling umum adalah

kerangka yang tersisa seperti cangkang, gigi dan tulang. Fosil jaringan lunak sangat jarang ditemukan. Ilmu yang mempelajari fosil adalah paleontologi, yang juga merupakan cabang ilmu yang direngkuh arkeologi.

Secara singkat definisi dari fosil harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut: merupakan sisa dari organisme, terawetkan secara alamiah, pada umumnya padat / kompak / keras, berumur lebih dari 11.000 tahun. Proses pembentukan fosil.

- Pertama bahan baku harus organik dari makhluk hidup
- Kedua harus diendapkan dalam suatu lingkungan pengendapan fosilisasi (endapan vulkanik atau satuan karst); dan
- Ketiga faktor masa / waktu yang diperlukan untuk fosilisasi.

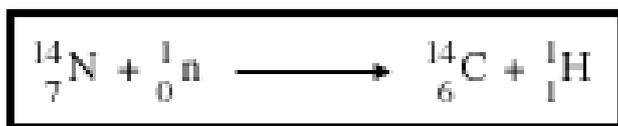
Setiap makhluk hidup (manusia, binatang dan tumbuhan) dan benda mati di Bumi ini mengandung karbon-14. Tumbuhan menyerap karbon-14 dari udara selama membuat makanan, yaitu fotosintesis dan binatang herbivore atau pemakan tumbuhan memperoleh bahan tersebut. Kalau suatu tumbuhan atau binatang mati, simpanan karbon-14-nya kian berkurang karena, seperti semua unsur radioaktif, karbon-14 melapuk dan kehilangan separuh massanya dalam rentang waktu 5.568 tahun, satu periode yang disebut umur paro.

Jika jumlah karbon-14 dalam sekerat tulang antelope modern dibandingkan dengan jumlah karbon-14 pada fosil antelope, dan dengan menghitung pelapukan karbon-14, para peneliti dapat menghitung dengan tepat kapan antelope purba itu mati. Semakin tua sebuah fosil, semakin sedikit karbon-14 yang dikandungnya.

Usia fosil bisa ditentukan dengan metode peluruhan radioaktif. Unsur yang sering digunakan untuk kegiatan ini adalah atom karbon-14 (C-14). Setiap makhluk hidup (manusia, binatang dan tumbuhan) dan benda mati di Bumi ini mengandung karbon-14. C-14 mempunyai waktu paruh 5.730 tahun, maksudnya jika dalam tubuh makhluk hidup terdapat 1000 atom C-14, 5.730 tahun setelah makhluk hidup itu mati, jumlah atom C-14 akan berkurang setengahnya menjadi 500. 5.730 tahun berikutnya atau 11.460 tahun kemudian jumlahnya tersisa 250 dan seterusnya.

Dengan mengukur jumlah C-14 yang terkandung pada fosil, umur fosil bisa ditentukan. Untuk rekaman sepanjang sejarah, metode ini cukup baik dengan penyimpangan akurasi sekitar beberapa ratus tahun. Untuk penentuan usia fosil zaman prasejarah, digunakan unsur lain seperti rubidium-87 yang waktu paruhnya 50 juta tahun atau samarium-147 yang mempunyai waktu paruh selama 100 juta tahun.

Dalam buku-buku teks kimia, penentuan umur dengan menggunakan radiokarbon bergantung pada pembentukan karbon-14 di bagian atas atmosfer menurut reaksi berikut ini:

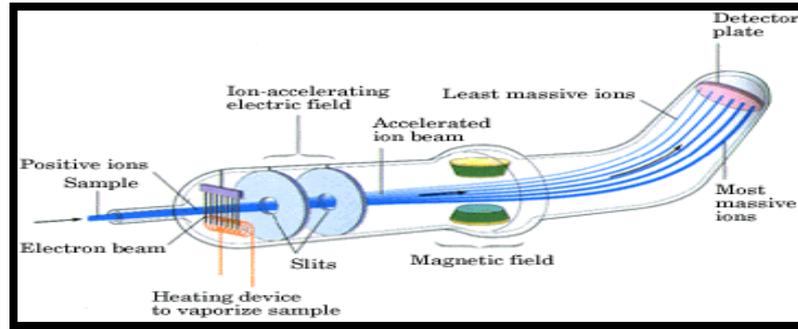


Menurut persamaan reaksi ini, terjadi konversi nitrogen biasa menjadi karbon-14 yang bersifat radioaktif oleh neutron berenergi tinggi (yang dihasilkan oleh radiasi kosmis). Karbon-14 memiliki waktu-paruh 5.730 tahun atau dengan kata lain 1,0 gram karbon-14 akan berdekomposisi menjadi tepat 0,5 gram dalam 5.730 tahun. Karbon-14 meluruh dengan membebaskan partikel beta menurut persamaan berikut.



Atom-atom karbon tunggal yang dihasilkan di atmosfer bagian atas ini bersifat sangat reaktif dan segera bergabung dengan oksigen untuk membentuk karbon dioksida yang digunakan oleh tumbuh-tumbuhan. Tumbuhan selanjutnya dimakan oleh hewan, sehingga masuklah karbon-14 ke dalam rantai makanan. Penentuan umur dilakukan dengan mengasumsikan bahwa persentase karbon-14 di atmosfer adalah konstan dan bahwa radiokarbon dalam semua organisme hidup berada dalam kesetimbangan dengan atmosfer.

Jika asumsi-asumsi ini tepat, persentase karbon-14 dalam organisme hidup akan sama dengan persentase karbon-14 di atmosfer. Ketika tumbuhan dan hewan mati, kesetimbangan dengan atmosfer juga berhenti, dan karbon-14 dalam tubuh organisme mulai meluruh. Jumlah karbon-14 yang tersisa dapat digunakan untuk memperkirakan umur dari tumbuhan dan hewan yang telah mati tersebut, yang diperlukan untuk perkiraan umur tersebut hanyalah pengukuran rasio ${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ dan ini dapat dilakukan dengan mudah menggunakan spektrometri massa. Diagram skematik dari sebuah spektrometer massa sederhana dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3.35 Diagram skematik dari sebuah spektrometer

Sumber : <http://www.faktailmiah.com/2011/08/13/bagaimana-ilmuan-mengetahui-usia-fosil.html>

Permasalahan dari metode ini adalah proporsi karbon-14 dalam keseluruhan karbon dioksida di atmosfer tidaklah konstan tetapi bervariasi sedikit dari waktu ke waktu karena tidak konstannya produksi radiokarbon di atmosfer dari tahun ke tahun. Laju produksi radiokarbon ini dipengaruhi oleh perubahan ventilasi lautan (misalnya, permukaan laut yang lebih hangat melepaskan lebih banyak karbon dioksida yang terlarut di dalamnya), atau oleh variasi geomagnetik (neutron memiliki momen magnetik dan akan dipengaruhi oleh perubahan siklus medan magnetik bumi).

Faktor lain, seperti adanya supernova (ledakan bintang di akhir usianya), dapat menyebabkan perubahan fluks sinar kosmis (radiasi gamma). Sinar kosmis, ketika berinteraksi dengan atom-atom di bagian atas atmosfer, menghasilkan neutron dan proton, dan neutron yang dihasilkan kemudian dapat bereaksi dengan nitrogen untuk membentuk karbon-14. Adanya variasi level karbon-14 di atmosfer berarti bahwa kalibrasi diperlukan dalam hal penentuan umur. Kalibrasi ini dilakukan dengan memanfaatkan objek lain yang telah diketahui umurnya, sehingga dapat dilakukan koreksi terhadap rasio $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ hasil pengukuran pada objek yang akan ditentukan umurnya.

Dengan demikian, pengaruh berubah-ubahnya laju produksi karbon-14 dapat dihilangkan. Cara elegan untuk melakukan kalibrasi ini adalah dengan membandingkan umur yang ditentukan oleh hasil pengukuran karbon-14 dengan usia pepohonan. Usia pepohonan ditentukan dengan menghitung cincin pertumbuhan tahunan pada pohon-pohon yang berusia sangat tua, seperti sequoia dan jenis pinus tertentu (beberapa jenis pinus jerman berusia 10.000 tahun).

Penentuan umur dengan radiokarbon memberikan hasil yang akurat selama objek yang akan ditentukan umurnya masih berada dalam kisaran 10.000 tahun yang

telah dikalibrasi. Pada dasarnya, dimungkinkan untuk menentukan umur objek sampai dengan 50.000 tahun, tetapi dalam prakteknya untuk umur yang lebih tua daripada 10.000 tahun, tidak ada metode kalibrasi yang dapat digunakan, sampai baru-baru ini setelah ditemukannya suatu metode baru. Sebelum itu, kesalahan (*error*) dalam menentukan umur diperkirakan bisa mencapai ± 3000 tahun.

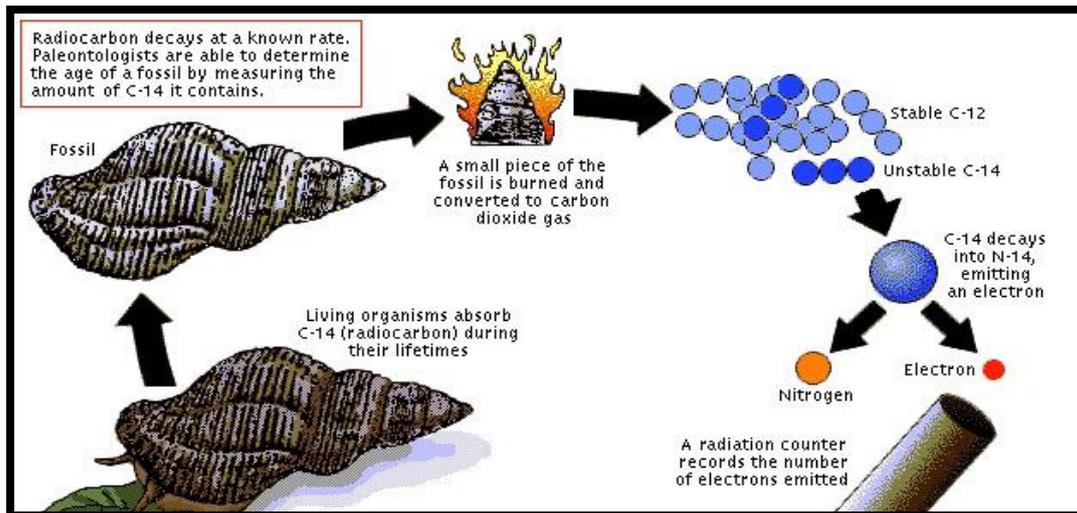
Metode kalibrasi terbaru tersebut dilakukan oleh Kitagawa dari International Center for Japanese Studies dan van der Plicht di University of Goningen, Netherlands. Mereka menganalisis lebih dari 250 contoh fosil yang diambil dari deposit sedimen yang terbentuk lapisan demi lapisannya setiap tahun di Danau Suigetsu di Jepang. Menghitung jumlah lapisan sedimen analog dengan menghitung cincin pertumbuhan tahunan pada pepohonan. Data yang diperoleh dari sedimen-sedimen berusia muda sangat cocok dengan data yang diperoleh dari cincin pepohonan.

Dengan menggunakan pengukuran dari banyak percobaan berbeda, kedua peneliti ini mampu memplot kurva kalibrasi yang membandingkan antara umur yang disimpulkan dari pengukuran proporsi karbon-14 dengan umur yang disimpulkan dari sumber-sumber lain. Secara umum, umur sebenarnya (*actual age*) dari sebuah objek sedikit lebih kecil daripada umur yang diperoleh dengan metode karbon-14. Perbedaan ini biasanya dapat diabaikan untuk periode yang tercatat dari sejarah manusia, tetapi bisa berarti diperlukannya koreksi yang signifikan untuk periode-periode sebelumnya.

Kalibrasi ini hasilnya sama dengan hasil dari usaha kalibrasi lain yang menggunakan data lebih sedikit, selain itu juga memberi hasil yang sama dengan metode radioisotop lainnya (yang menggunakan uranium dan thorium) dalam suatu penelitian untuk mengestimasi umur karang laut.

Diperluasnya kalibrasi karbon-14 ini memiliki arti penting dalam upaya memastikan akurasi penentuan umur bahan organik, dan juga, lebih dari itu, memungkinkan kita untuk memperoleh pengertian yang lebih mendalam tentang variasi lautan dan iklim planet bumi dihubungkan dengan zaman es terakhir, tentang medan magnetik bumi, dan tentang fluktuasi dalam produksi radioisotop di atmosfer.

Radioisotop lainnya yang berguna untuk penanggalan radioaktif termasuk Uranium-235 (waktu paruh = 704 juta tahun), Uranium-238 (Waktu paruh = 4,5 miliar tahun), Thorium-232 (waktu paruh = 14 miliar tahun) dan Rubidium-87 (waktu paruh = 49 miliar tahun).



Gambar 3.36 skema menentukan umur fosil

Sumber : <http://www.faktailmiah.com/2011/08/13/bagaimana-ilmuan-mengetahui-usia-fosil.html>

O. Aktivitas Pembelajaran

Tahap Kegiatan	Kegiatan Dosen	Kegiatan Guru	Teknik Penilaian	Media
Pendahuluan	9. Memperkenalkan diri, memberi salam 10. Menjelaskan learning outcomes 11. Menjelaskan materi yang akan diberikan dan system penilaian 12. Memotivasi karakter religius	7. Memperhatikan 8. Mencatat penjelasan yang diberikan 9. Memperhatikan dan mencatat cakupan materi	Lisan Sikap	PPT
Penyajian	27. Meminta pendapat guru tentang tata cara penentuan umur fosil 28. Memberikan reinforcement atas jawaban guru	27. Mengajukan pendapat tentang metode pengukuran dan kesalahan pengukuran 28. Menerima	Lisan Tulisan Kinerja	PPT Lembar kinerja

	<p>29. Menjelaskan definisi dari pengertian mikrofosil dan manfaat mikrofosil</p> <p>30. Meminta pendapat guru tentang ruang lingkup topik tsb</p> <p>31. Menyimpulkan jawaban guru</p> <p>32. Menjelaskan bagaimana tata nama penamaan fosil</p> <p>33. Menjelaskan bagaimana cara penentuan umur fosil</p> <p>34. Menyimpulkan bersama guru jawaban wacana tersebut</p> <p>35. Membentuk kelompok diskusi</p> <p>36. Meminta pendapat Kelompok tentang materi tersebut</p> <p>37. Memberikan reinforcement atas jawaban guru</p> <p>38. Memberikan kesempatan kepada guru untuk bertanya tentang materi yang telah dibahas.</p> <p>39. Menjawab dan menyimpulkan jawaban mahasiswa</p>	<p>reinforcement</p> <p>29. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>30. Mengemukakan pendapat</p> <p>31. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>32. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>33. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>34. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>35. Mengajukan pendapat</p> <p>36. Mengajukan pendapat</p> <p>37. Menerima reinforcement</p> <p>38. Mengajukan pertanyaan</p> <p>39. Memperhatikan dan mencatat</p>	<p>diskusi</p>	
--	--	--	----------------	--

Penutup	<p>5. Menyimpulkan bersama mahasiswa tentang materi yang telah disampaikan.</p> <p>6. Menugaskan mahasiswa untuk membaca dan membuat referensi materi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya</p>	<p>7. Memperhatikan</p> <p>8. Memperhatikan dan mencatat materi yang ditugaskan.</p> <p>9. Memperhatikan dan mencatat materi penugasan pertemuan berikutnya</p>	Tulisan Kinerja	

P. Latihan/Kasus/Tugas

A.TUJUAN TUGAS:

Mengidentifikasi topik kajian tentang bagaimana tata penamaan fosil dan tata cara penentuan umur fosil.

B. URAIAN TUGAS:

a. Obyek Garapan :

- Apakah yang dimaksud dengan mikrofosil?
- Apa manfaat dari mikrofosil?
- Bagaimanakah cara menentukan umur fosil?

b. Metode/Cara Pengerjaan (acuan cara pengerjaan):

- Mencari defenisi, topik, kajian tentang cara penulisan dan cara penentuan umur fosil
- Mengidentifikasi hubungan antara penentuan umur fosil dengan cara stratigrafi dan c-14

Q. Rangkuman

- Dalam membedakan foraminifera yang satu dengan yang lainnya harus memperhatikan bentuk test, susunan kamar, bentuk kamar, ornament , suture dan aperturennya.
- Dalam menentukan suatu umur batuan menggunakan fosil dapat dilakukan dengan melihat fosil muncul akhir dan punah awal.
- Penelitian tentang fosil foraminifera mempunyai beberapa penerapan yang terus berkembang sejalan dengan perkembangan mikropaleontologi dan geologi. Fosil foraminifera bermanfaat dalam biostratigrafi, paleoekologi, paleobiogeografi, dan eksplorasi minyak dan gas bumi.
- Kegunaan dari mikro fosil
 - Beberapa manfaat fosil antara lain sebagai berikut:
 - 1. Dalam korelasi untuk membantu korelasi penampang suatu daerah dengan daerah lain baik bawah permukaan maupun di permukaan.
 - 2. Menentukan umur misalnya umur suatu lensa batu pasir yang terletak di dalam lapisan serpih yang tebal dapat ditentukan dengan mikrofosil yang ada dalam batuan yang melingkupi.
 - 3. Membantu studi mengenai species.
 - 4. Dapat memberikan keterangan-keterangan paleontologi yang penting dalam menyusun suatu standar section suatu daerah.
 - 5. Membantu menentukan batas-batas suatu transgresi/regresi serta tebal/tipis lapisan.
- Dari cara hidupnya dibagi menjadi 2, yaitu:
 1. Pelagic (mengambang)
 - a. Nektonic (bergerak aktif)
 - b. Lanktonic (bergerak pasif) mengikuti keadaan sekitarnya
 2. Benthonic (pada dasar laut)
 - a. Secile (mikro fosil yang menambat/menepel)
 - b. Vagile (merayap pada dasar laut)

R. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

DIMENSI	Sangat Memuaskan	Memuaskan	Batas	Kurang Memuaskan	Di bawah standard	SKOR
KELENGKAPAN	Aspek yang dijelaskan lengkap dan integratif	Aspek yang dijelaskan lengkap	Masih kurang aspek model yang belum terungkap	Hanya menunjukkan sebagian model saja	Tidak ada konsep	
KEBENARAN	Diungkapkan dengan tepat, aspek penting tidak dilewatkan, bahkan analisis dan membantu memahami model	Diungkap dengan tepat, namun deskriptif	Sebagian besar model sudah terungkap, namun masih ada yang terlewatkan	Kurang dapat mengungkapkan aspek penting, dalam materi	Tidak ada model yang disajikan	

Daftar Pustaka

1. Aryanto. "kegunaan isotop C-14 untuk menentukan umur fosil. 20 April 2015.
2. Tjoa, suchaja . "mengukur usia artefak dan fosil. 02 april 2011".
3. Anonim. "Cara menentukan umur fosil". September 2014.
4. Anonim. "perhitungan umur fosil". 26 juni2013.
5. <https://chemistryofray.wordpress.com/2013/06/26/perhitungan-umur-fosil-menggunakan/>.
8 desember 2015

V. KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

MERANCANG PERALATAN EKSPLORASI BERDASARKAN METODE, KEADAAN LAPANGAN, WAKTU, ALAT YANG TERSEDIA, BIAYA DAN KETELITIAN YANG DIINGINKAN

S. Tujuan Pembelajaran

6. Memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimiliki.
- 6.4 Menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran untuk mendorong
- 6.4.2 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler diidentifikasi untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.
- 6.4.3 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler dirancang untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara

T. Uraian Materi Pembelajaran

1. Usaha pertambangan dan eksplorasi

Usaha pertambangan ditujukan untuk “menggali” bahan tambang yang sering terdapat dalam perut bumi. Oleh karena itu bahan tambang juga sering disebut bahan galian. Kegiatan penambangan baru dapat dilakukan apabila di suatu tempat jelas terdapat atau telah ditemukan bahan tambang. Usaha penggalan bahan tambang ini baru dapat dilakukan bila memberikan keuntungan. Dengan demikian sebelum dilakukan penambangan, usaha untuk menemukan dan menghitung banyaknya bahan tambang harus dilakukan lebih dulu. Kegiatan untuk menemukan (*discovery*) sampai menghitung cadangannya (*reserve estimation*) biasanya secara umum disebut eksplorasi atau penyelidikan endapan bahan galian.

Oleh karena itu usaha pertambangan merupakan urutan tiga kegiatan pokok yang didahului dengan eksplorasi (*exploration*), dilanjutkan dengan penambangan (*mining*), dan diakhiri dengan pengolahan bahan tambang. Tahap usaha pertambangan yang lebih rinci meliputi eksplorasi, studi kelayakan (*feasibility study*), pengembangan (*mine development*), pengolahan (*ore dressing*), pemurnian (*smelting*), transportasi, dan pemasaran (*marketing*). Eksplorasi merupakan kegiatan tahap awal dari usaha pertambangan yang mutlak harus dilaksanakan sebelum tahap berikutnya (penambangan) dilakukan.

3. Ciri Khusus Industri Pertambangan

a. Non renewable resources/wasting assets

Bahan tambang bersifat tak terbarukan artinya sekali bahan tambang tersebut ditambang pada suatu tempat, maka tidak ada gantinya lagi di tempat lain. Hal ini mengakibatkan terjadinya kompleksitas akibat kelangkaan dan peningkatan kebutuhan sumber daya tersebut, sehingga memerlukan inventarisasi dan penggunaan yang tepat

b. Bahan tambang tersebar tidak merata dipermukaan bumi sehingga keberadaan industri pertambangan bergantung selalu pada ditemukannya bahan tambang

c. Industri pertambangan merupakan industri yang padat modal, padat teknologi dan padat waktu, yang dalam operasinya membutuhkan sinergi dari berbagai disiplin ilmu dan teknologi.

Dampak dan Resiko Industri Pertambangan

Pertambangan merupakan industri yang padat modal, pada keterampilan dan padat teknologi. Dalam pelaksanaannya, kegiatan pertambangan di suatu daerah akan memberikan dampak terhadap lingkungannya, baik dampak positif maupun negatif. Dampak positif dari industri pertambangan antara lain :

1. Menambah pendapatan dan devisa negara
2. Dapat meningkatkan kondisi sosial, ekonomi, budaya dan kesehatan masyarakat daerah di sekitarnya
3. Membuka kesempatan kerja dan berusaha
4. Memberi kesempatan alih teknologi
5. Berperan sebagai pusat pengembangan wilayah (community & regional development)

Disamping dampak positif di atas, industri pertambangan dapat pula mengakibatkan dampak negatif, antara lain :

1. Mengubah morfologi dan fisiologi daerah tersebut (tata guna lahan)
2. Berpeluang merusak lingkungan, karena
 - a. Kesuburan tanah dapat berkurang / hilang
 - b. Mengurangi vegetasi, sehingga dapat menimbulkan kegundulan hutan, longsor dan erosi
 - c. Flora dan fauna rusak, sehingga ekologi juga rusak
 - d. Mencemari sungai
 - e. Polusi suara dan udara (debu dan kebisingan)

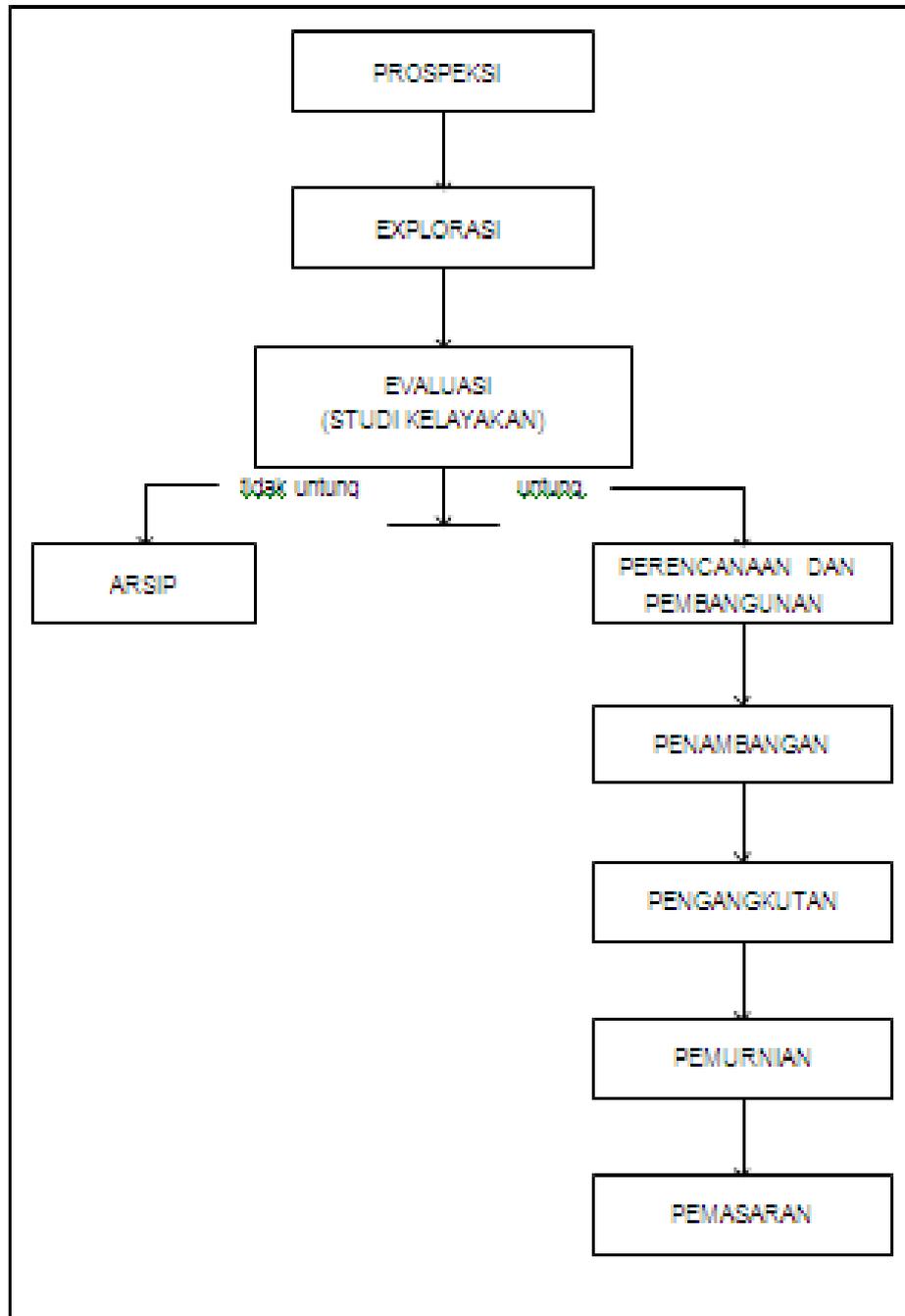
3. Dapat menimbulkan kesenjangan sosial, ekonomi dan budaya di wilayah setempat

Adapun resiko dalam industri pertambangan antara lain bahwa dalam meng- ekstrak bahan galian dari batuan induknya harus dilakukan kegiatan pembongkaran, sehingga dapat merubah roman muka bumi. Di samping itu,

penggunaan bahan galian yang bersifat “**sekali paka**” mengakibatkan bahan galian itu tidak dapat digunakan kembali setelah diambil.

Berhubung dampak dan resiko di atas, maka sebelum kegiatan pertambangan dimulai, terlebih dahulu harus dilakukan telaah mendalam dengan melakukan serangkaian kegiatan **prospeksi, eksplorasi** dan **studi kelayakan**.

Tahapan Industri Pertambangan



Sumber: Syafrizal, Tripartit ITB,UNP,APBI., 2013

2. Pengertian eksplorasi dan teknik eksplorasi

Eksplorasi atau penyelidikan endapan bahan galian mempunyai pengertian sebagai berikut (Bates dan Jackson, 1980):

a. The search for deposits of useful minerals or fossil fuels. It may include geological reconnaissance, e.g. remote sensing, photogeology, geophysical and geochemical methods and both surface and underground investigations (Pencarian endapan mineral berharga atau bahan bakar fosil. Kegiatan ini meliputi penyelidikan geologi seperti penginderaan jauh, geologi foto, geofisika, geokimia, keduanya penyelidikan di permukaan dan bawah tanah).

Dalam arti itu nampak bahwa eksplorasi memiliki arti pencarian endapan bahan galian mineral atau *prospecting*.

Pengertian lain adalah:

b. Establishing the nature of known mineral deposits, preparatory to development. In the sense that exploration goes beyond discovery, it is a broader term than prospecting (Pengungkapan bentuk endapan mineral yang telah diketahui, persiapan untuk pengembangannya. Dalam hal ini eksplorasi bukan diartikan sebagai penemuan, tetapi berarti lebih lanjut lagi).

Dalam arti kedua ini eksplorasi lebih cenderung memiliki arti untuk penentuan berapa besarnya cadangan.

Di atas telah dikemukakan bahwa tujuan akhir dari eksplorasi adalah menentukan nilai ekonomi dari endapan bahan galian. Untuk mengetahui berapa besarnya nilai ekonomi suatu endapan bahan galian atau tambang, terlebih dulu harus diketahui berapa besarnya cadangan logam atau bahan galian atau mineral yang hendak kita tambang. Sedangkan besarnya atau jumlah cadangan ditentukan oleh dua faktor yaitu besaran atau kuantitas dan mutu atau kualitas endapan bahan galian.

Besaran atau jumlah cadangan dapat diketahui berdasarkan data yang tersedia sebelumnya yaitu ukuran tubuh bijih. Untuk mengetahui ukuran tubuh bijih harus diketahui sebaran dan arahnya, sedangkan untuk mengetahui mutunya harus dilakukan analisis laboratorium lebih dulu.

Dari uraian singkat itu nampak bahwa eksplorasi merupakan proses atau serangkaian penyelidikan yang diawali dengan pencarian endapan bahan galian, diteruskan dengan penyelidikan untuk mengetahui bagaimana sebaran baik secara lateral maupun vertikal, bagaimana bentuk dan ukuran (tubuh bahan galian atau bijih)nya, sehingga pada akhirnya

dapat diestimasi atau diperkirakan berapa besar sumber daya atau cadangannya dan mutu bahan berharga atau kadarnya. Dalam setiap penyelidikan harus dilakukan pengumpulan data atau fakta di antaranya berbentuk percontoh (*sample*). Kegiatan itu memerlukan bukan hanya rentetan urutan penyelidikan, tetapi juga pemerataan dan ketelitian pengamatan baik lapangan dan laboratorium. Untuk itu diperlukan suatu cara eksplorasi tertentu agar penyelidikan yang dilakukan dapat terlaksana secara berdaya guna dan berhasil guna.

Oleh karena itu yang dimaksud dengan teknik eksplorasi adalah suatu cara atau metode yang digunakan dalam pencarian endapan bahan galian atau tambang, untuk mengetahui jenis bahan tambang dan keterdapatannya, bentuk dan arah sebarannya, serta untuk menentukan besaran atau cadangannya. Cara atau metode tersebut harus berdaya guna dan berhasil guna dan berdasarkan prinsip-prinsip eksplorasi yang diharapkan dapat memperkecil resiko kegagalan.

3. Maksud dan tujuan eksplorasi

Mengapa dilakukan eksplorasi? Alasan kebutuhan manusia, teknologi, pasar.

Secara ringkas yang dimaksud dengan eksplorasi di sini adalah suatu rentetan kegiatan (dalam hal ini penyelidikan yang melibatkan berbagai macam metode seperti geologi, geofisika, geokimia atau yang lain) untuk mengetahui jenis dan keterdapatan suatu endapan bahan galian atau tambang sampai menghitung besaran bahan galian itu sendiri. Kegiatan ini biasanya menggunakan metode atau cara tertentu.

Tujuan eksplorasi secara bertahap adalah mencari kemungkinan adanya bahan tambang, (jenis, lokasi atau keberadaannya), memperkirakan sebarannya baik secara lateral maupun vertikal, mengetahui bentuk tubuh bahan galian dan sebaran bahan berharga atau bijihnya, sehingga diketahui dimensi atau ukurannya, dan akhirnya mengestimasi besarnya sumber daya bahan galiannya. Sedangkan tujuan akhir dari eksplorasi adalah mengestimasi besarnya cadangan sehingga dapat ditentukan nilai ekonomi suatu endapan bahan galian.

Untuk itu diperlukan kegiatan yang bersistem, bertahap dan menggunakan cara atau metode tertentu.

4. Prinsip eksplorasi

Usaha di bidang pertambangan baik mulai kegiatan eksplorasi sampai eksploitasinya merupakan usaha yang harus memperhitungkan untung rugi dan juga faktor lain seperti teknis dan juga politis. Oleh karena itu, kegiatan eksplorasi sebagai kegiatan awal usaha pertambangan yang memiliki resiko paling tinggi tidak lepas dari prinsip ekonomi dan prinsip lain yang bertumpu pada efisiensi kerja.

Dalam melakukan eksplorasi endapan bahan galian ada beberapa prinsip eksplorasi yang harus diperhatikan agar kegiatan itu tetap ekonomis. Ada beberapa prinsip seperti yang diutarakan oleh Kreiter (1961), tetapi di sini akan dibahas hanya 4 di antaranya yaitu:

a. Berurutan

Eksplorasi endapan bahan galian harus dilakukan secara berurutan yaitu:

- mengikuti tahapan eksplorasi, mulai dari pencarian jenis bahan galian, sebarannya baik secara lateral maupun vertikal, kesinambungannya, dilanjutkan dengan penyelidikan terhadap bentuk dan ukuran2nya, sehingga pada akhirnya dapat diestimasikan besaran (volume atau tonase) dan kadarnya.
- mulai dari pengkajian permukaan yaitu mempelajari sebarannya secara lateral, kemudian mempelajari sebarannya ke dalam dengan mempelajari *strike atau dip* nya, melakukan penyelidikan dengan cara geokimia, geofisika, penggalian parit dan atau atau sumur uji, pemboran dan lain sebagainya.

Dengan penyelidikan yang berurutan ini diharapkan agar biaya yang dikeluarkan selalu dapat dihemat dan kerugian akibat kegagalan dapat dikurangi menjadi sekecil mungkin.

b. Merata

Pada prinsipnya penyelidikan harus dilakukan dengan cara:

- pengkajian harus merata di semua bagian,
- pemercontohan harus semerata mungkin dengan kerapatan yang merata pula,
- penggunaan teknik eksplorasi secara merata dengan penggunaan metode yang seragam.

c. Seksama

Untuk memperoleh data yang terpercaya, maka eksplorasi harus dilakukan secara teliti dengan:

- penggunaan semua data yang ada,
- pemercontohan yang teliti,
- lubang penyelidikan harus memotong tubuh bijih,
- keharusan pengkonturan tubuh bijih sebaik-baiknya,
- pengkajian kualitas tubuh bijih, dan semua kemungkinan adanya berbagai jenis bahan galian.

d. Ekonomi

Karena tujuan eksplorasi adalah untuk memperoleh informasi mengenai cadangan yang bernilai ekonomi, maka:

- penggunaan dana dan daya harus seefisien mungkin,
- penggunaan metode dan peralatan eksplorasi secara tepat guna,
- penggunaan waktu seefisien mungkin, dan
- perlu dijaga keseimbangan penggunaan biaya-waktu-tenaga.

5. Cara atau metode esplorasi

Untuk mencapai tujuan eksplorasi yang pada dasarnya untuk menemukan jenis dan keberadaan bahan tambang, mendapatkan gambaran sebarannya, dan memperkirakan cadangannya harus dilakukan dengan cara yang tepat guna dan berhasil guna. Penggunaan metode eksplorasi ini sangat tergantung pada jenis bahan galian yang akan diselidiki, perkiraan keberadaannya, dan kondisi daerah penyelidikan. Secara garis besar, metode eksplorasi terdiri dari 3 yaitu secara konvensional, geokimia, dan geofisika.

Metode konvensional adalah cara penyelidikan bahan galian yang dilakukan dengan cara pengamatan langsung terhadap obyek penyelidikan baik pada singkapan (*outcrop*) atau bongkat (*float*). Singkapan dapat merupakan singkapan alamiah yang terdapat di permukaan (biasanya di sepanjang sungai), maupun singkapan buatan dari penggalian sumur atau parit uji, terowongan, dan pemboran. Cara ini juga dikenal sebagai pemetaan geologi dan bahan galian yang dapat dilakukan di permukaan atau bawah permukaan.

Metode geokimia adalah suatu cara penyelidikan yang didasarkan kajian sifat kimia dari mineral atau batuan. Penyelidikan ini dilakukan untuk mempelajari sifat2 kimia dari unsur2

yang terdapat dalam endapan sungai, tanah, mineral atau batuan dengan cara analisis kimia. Keterdapatannya suatu bahan galian diketahui berdasarkan analisis kimia. Berdasarkan kajian terhadap sifat-sifat kimia itu diharapkan dapat mengidentifikasi keberadaan sumber daya mineral atau bahan tambang berdasarkan adanya anomali geokimia.

Metode geofisika merupakan penyelidikan yang dilakukan dengan mempelajari sifat-sifat fisik mineral dan batuan atau fenomena geologi lain (kemagnetan, berat jenis, kelistrikan dan lain sebagainya.). Berdasarkan kajian terhadap sifat-sifat fisiknya, diharapkan dapat diidentifikasi jenis batuan, struktur, keberadaan bahan tambang dan lain sebagainya. Penyelidikan ini berdasarkan kajian terhadap anomali geofisika.

6. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI EKSPLORASI

Tidak semua cara atau metoda eksplorasi dapat diterapkan untuk melakukan penyelidikan endapan suatu bahan galian. Cara eksplorasi untuk mineral logam misalnya, akan lain dengan cara yang digunakan untuk bahan galian industri. Demikian pula cara yang digunakan untuk melakukan eksplorasi endapan bahan galian yang terletak di permukaan akan lain dengan cara yang digunakan untuk bahan yang terletak jauh di perut bumi. Dengan kata lain penggunaan cara eksplorasi akan sangat tergantung pada beberapa faktor. Di antara faktor yang sangat berpengaruh terhadap pemilihan cara eksplorasi adalah faktor geologi dan faktor teknis. Faktor lain yang juga mempengaruhinya adalah faktor ekonomi.

1. Faktor geologi yang mempengaruhi eksplorasi

Faktor geologi merupakan salah satu faktor yang sangat dominan untuk menentukan cara eksplorasi. Faktor ini meliputi jenis endapan bahan galian, tipe endapan bahan galian, dan letak atau posisi endapan bahan galian.

1.1 Jenis endapan bahan galian

Pada dasarnya, berdasarkan jenisnya, endapan bahan galian dapat dibagi menjadi bahan galian logam, bahan galian industri (dan batuan), dan bahan bakar.

Bahan galian (mineral) logam adalah suatu bahan galian yang dalam pengolahannya diambil/diekstrak bahan/unsur logamnya. Bahan tersebut tidak digunakan langsung dalam

bentuk bahan mentah (*raw materials*) melainkan harus melalui pengolahan untuk mendapatkan unsur atau logam berharganya. Bahan mentah mineral logam merupakan mineral bijih yang mengandung satu atau beberapa jenis bahan logam. Yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah bahan galian yang mengandung tembaga, seng, timah, timbal, emas, perak, dls. Bahan logam tersebut terdapat dalam bentuk mineral bijih (*ore minerals*) atau murni. Mineral bijih tersebut biasanya terdapat dalam suatu tubuh bijih (*ore body*) yang pada umumnya bentuknya tidak beraturan, tergantung pada cara pembentukan (*geneses*) dan lingkungan geologinya (urat, lapisan, kantong (*pocket*), isometris dls).

Sebaran komponen berharganya (logamnya) juga sangat tidak menentu tergantung pada cara terjadinya dan lingkungan geologinya (masif, merata, terserak, dan ada yang berupa lapisan). Analisis kimia merupakan salah satu cara yang biasanya digunakan dan sangat tepat dalam menentukan kualitas atau kadar logamnya.

Untuk mencari sebarannya, cara eksplorasi dengan menggunakan metoda geokimia dan geofisika merupakan salah satu cara yang sangat baik. Sedangkan untuk mencari sebaran ke arah dalam sampai ratusan meter digunakan cara pemboran dalam. Parit uji dan sumur uji digunakan untuk jenis mineral logam sekunder atau plaser yang biasanya terdapat tidak begitu dalam seperti mineral logam primer. Untuk mencari atau mengetahui sebaran mineral logam yang termasuk ke dalam mineral berat seperti emas, kasiterit dan lainnya di daerah permukaan biasanya digunakan cara pendulangan.

b. Bahan galian non logam

Bahan galian non logam adalah bahan galian yang secara umum digunakan dalam bentuk mineralnya atau batuan seperti : kaolin, batupapur, sirtu, andesit, granit, dls. Kelompok bahan galian ini dinamakan juga bahan galian industri dan batuan. Selain analisis kimia untuk beberapa jenis bahan galian, pada umumnya analisis fisik sangat menentukan kualitas jenis endapan bahan galian ini. Bentuk tubuh bijih bahan galian ini pada umumnya sederhana, merupakan tubuh bijih yang isometris atau berbentuk lapisan. Sebaran komponen berharganya kadang-kadang tidak merata namun pada umumnya di semua bagian menunjukkan kualitas yang merata, sehingga cara eksplorasinya pada umumnya tidak sesulit untuk mineral logam.

Cara geokimia dan geofisika biasanya jarang dilakukan untuk eksplorasi jenis bahan galian ini. Eksplorasi endapan bahan galian jenis ini biasanya dilakukan dengan cara atau metoda geologi konvensional. Cara lain seperti metoda geofisika digunakan untuk pencarian

endapan secara tidak langsung, yaitu untuk mengetahui lingkungan geologinya atau jenis batumannya.

c. Bahan energi

Bahan galian energi adalah bahan galian yang pada umumnya merupakan senyawa hidrokarbon atau senyawa organik seperti minyak bumi, batubara, gambut, serpih minyak, bahan radio aktif dls. Bahan ini digunakan sebagai sumber energi. Genesa endapan bahan galian ini pada umumnya bertalian erat dengan proses pengendapan, sehingga pada umumnya bentuk tubuh bijihnya teratur dan pada umumnya berupa lapisan. Perkecualian adalah jenis mineral radio aktif, yang bentuk tubuh bijihnya pada umumnya tidak teratur dan selain terbentuk karena proses pengendapan juga pada umumnya secara primer bertalian dengan kegiatan magmatisma.

Selain geologi konvensional, cara geofisika sangat membantu dalam eksplorasi bahan ini, terutama dalam kaitannya dengan struktur geologi dan melokalisir endapan di bawah permukaan dan kemungkinan sebarannya. Cara pemboran dilakukan untuk mengetahui sebaran dan bentuk tubuh bijihnya ke arah dalam. Untuk batubara sering pula digunakan cara eksplorasi dengan pembuatan terowongan (*tunneling*).

Berdasarkan jenis endapan bahan galian itu, kita harus tepat dalam menentukan cara eksplorasi yang akan kita gunakan. Cara geofisika pada umumnya sangat baik digunakan dalam eksplorasi bahan galian logam dan hidrokarbon (minyak dan gas bumi). Disamping itu kita harus ingat bahwa beberapa metoda geofisika hanya dapat secara tepat digunakan terhadap beberapa jenis komoditas tertentu. Cara pemboran banyak digunakan dalam eksplorasi hidrokarbon dan mineral logam, meskipun untuk mineral industri kadang-kadang juga digunakan. Sedangkan cara geokimia pada umumnya akan dapat memberikan hasil yang baik untuk eksplorasi mineral logam.

1.2 Tipe endapan bahan galian

Tipe endapan bahan galian sangat berkaitan erat dengan genesa atau keterjadiannya. Selain itu genesa endapan bahan galian juga akan menentukan bentuk dan letak tubuh bijih, apakah dekat atau jauh dengan permukaan. Di lain pihak, letak tubuh bijih dapat pula ditentukan oleh proses geologi yang berlangsung di sekitar endapan bahan galian seperti proses tektonika, erosi, sedimentasi, dan lain sebagainya.

Secara garis besar sebagaimana halnya pembentukan batuan, genesa endapan bahan galian sangat berkaitan dengan tiga proses yaitu magmatisma, sedimentasi, dan metamorfisma. Ketiga proses pembentukan mineralisasi ini akan menentukan terbentuknya berbagai macam tipe endapan serta kelompok asosiasi mineral bijih tertentu.

Proses magmatisma akan membentuk berbagai macam tipe endapan seperti *greisen*, *skarn*, hidrotermal, epitermal, dan lain sebagainya dengan membentuk tubuh bijih yang beraneka ragam dari yang isometris, lapisan, urat, kantong, atau yang berbentuk sulit lainnya. Sebaran komponen berharga sebagai akibat proses ini juga sangat bervariasi dari yang merata sampai sangat tidak merata. Jenis bahan galian yang dihasilkan oleh proses ini pada umumnya merupakan bahan galian logam.

Proses pengendapan atau sedimentasi dalam arti pembentukan batuan meliputi tiga tahapan yaitu pelapukan batuan asal, transportasi hasil pelapukan, pengendapan material dan diagenesa atau pemampatan material lepas menjadi batuan yang kompak.

Proses sedimentasi menyebabkan terjadinya tubuh endapan bahan galian yang umumnya berbentuk lapisan. Sebaran bahan berharga dalam lapisan itu tergantung pada proses sedimentasi itu sendiri, ada yang merata atau terserak secara tidak teratur. Contoh endapan bahan galian yang disebabkan oleh proses ini adalah batubara, batukapur, sirtu, emas aluvial, bauksit, pasir besi dls.

Proses malihan dapat berlangsung terhadap baik batuan beku maupun batuan endapan. Sebagai akibat adanya proses itu, bahan galian dapat berubah bentuk atau susunan. Kualitas juga dapat berubah sebagai akibat berlangsungnya proses itu. Contoh dari endapan bahan galian dari proses ini adalah marmer.

Berdasarkan ketiga proses tersebut di atas, pada garis besarnya bentuk tubuh bijih dapat dibagi menjadi:

a. Bentuk sederhana, isometris, sebaran komponen berharganya (metal) merata.

Contoh: beberapa jenis bahan bangunan, seperti gunung andesit, batukapur; tembaga porfir.

b. Bentuk sederhana, isometris, sebaran komponen berharganya tidak merata.

Contoh: endapan tembaga porfir.

c. Bentuk sederhana, berupa lapisan, sebaran komponen berharganya merata.

Contoh: batubara, batukapur yang berlapis-lapis, kuarsit.

d. Bentuk sederhana, berupa lapisan, sebaran komponen berharganya tidak merata.

Contoh: mineralisasi jenis urat seperti emas, endapan tipe *stratabound* atau *stratiform*, endapan *plaser*.

e. Bentuk sulit, berukuran besar atau kecil, sebaran komponen berharganya tidak merata.

Contoh: bentuk *stockwork* polimetal-logam dasar, endapan tipe *skarn*, *pegmatit*, fosfat gua, dls.

Bentuk endapan bahan galian ini akan sangat menentukan jenis lubang eksplorasi (*exploration working*) yang harus dibuat. Untuk jenis endapan bahan galian yang mempunyai tubuh bijih teratur baik isometris maupun berupa lapisan dengan sebaran komponen berharganya teratur, cara pemboran akan cukup memadai untuk eksplorasi. Sedangkan untuk tubuh bijih yang tidak teratur dan apalagi sebaran komponen berharganya tidak teratur, selain pemboran, pembuatan terowongan juga akan sangat membantu dalam penentuan cadangan dengan ketelitian yang lebih tinggi.

1.3 Letak/posisi endapan bahan galian

Letak atau posisi endapan bahan galian dipengaruhi proses geologi yang berkembang di daerah itu. Secara umum, berdasarkan letak atau posisinya, endapan bahan galian dapat dibagi menjadi:

- endapan (bijih) di permukaan,
- endapan (bijih) dangkal,
- endapan (bijih) dalam.

Posisi endapan ini akan menentukan cara eksplorasi yang harus dipilih, seperti jenis lubang penyelidikan (*parit/sumur-uji*, atau pemboran dan terowongan).

Endapan yang terletak di permukaan dan yang dangkal pada umumnya menggunakan cara sumur dan parit uji dalam pelaksanaan eksplorasinya, sedangkan pemboran atau terowongan dilakukan untuk endapan yang terletak jauh di kedalaman bumi. Untuk jenis bahan galian tertentu terutama logam yang terletak jauh dari permukaan, metoda geofisika juga sangat membantu dalam memperkirakan posisi atau letak tubuh bijih.

Selain faktor geologi ada faktor lain yang berpengaruh terhadap cara eksplorasi yaitu faktor bersifat teknis di antaranya tahap penyelidikan, topografi dan faktor ekonomis.

2. Pengaruh tahap penyelidikan dalam eksplorasi

Di antara faktor teknis yang paling dominan adalah tahap penyelidikan. Tahap penyelidikan di mana kita akan mulai kegiatan, sangat ditentukan oleh:

- data yang ada/tersedia
- sasaran yang akan dicapai
- kegiatan yang dilakukan
- skala peta yang digunakan
- jenis endapan bahan galian

Tahap penyelidikan endapan bahan galian tidak mempunyai batas yang jelas, melainkan merupakan perangsang-angsuran dari tahap satu ke tahap lainnya. Demikian pula tidak sebarang tahapan yang dapat secara tepat diikuti dalam eksplorasi endapan bahan galian.

Dalam setiap kegiatan eksplorasi sumber daya mineral, jelas kiranya bahwa tahap penyelidikan akan menentukan cara atau metoda penyelidikan apa yang akan atau paling tepat dilakukan. Penyelidikan geologi secara konvensional dilakukan pada semua tahap penyelidikan, hanya saja penekanannya yang berlainan, misalnya pada tahap awal lebih ditekankan pada pemetaan batuan secara umum, dan makin terinci penyelidikannya, penekanan diutamakan pada alterasi dan mineralisasi.

Selain jenis bahan galian, penggunaan cara atau metoda geokimia dan geofisika juga akan sangat tergantung pada tahap penyelidikan. Pada tahap awal penyelidikan, metoda geokimia akan lebih mengutamakan penggunaan percontoh endapan sungai, sedangkan makin terinci akan digunakan geokimia tanah dan batuan. Penggunaan metoda geofisika tertentu hanya dilakukan pada tahap penyelidikan tertentu pula. *Airborne geophysics* misalnya hanya dilakukan pada tahap awal, yaitu penyelidikan secara regional.

Tahap penyelidikan juga akan menentukan kerapatan titik pengamatan dan pengambilan percontoh (*sampling*). Makin terinci suatu tahap penyelidikan dilakukan kerapatan pengamatan dan *sampling* makin besar.

Selanjutnya lihat Tahap Eksplorasi.

3. Keadaan topografi yang mempengaruhi eksplorasi

Faktor teknis lain yang mempengaruhi eksplorasi adalah faktor topografi. Faktor ini sangat berperan dalam menentukan desain eksplorasi. Untuk daerah yang keadaan topografinya sangat kontras tinggi rendahnya tempat akan berbeda desain eksplorasinya dengan daerah yang topografinya hampir landai (lihat desain eksplorasi).

4. Peran faktor ekonomi dalam eksplorasi

Faktor ini juga sangat memegang peranan yang sangat penting justru karena masalah eksplorasi tambang merupakan masalah yang selalu bertalian dengan ekonomi dalam arti selalu memperhitungkan untung rugi. Dalam hal ini penggunaan metoda eksplorasi atau cara memilih peralatan eksplorasi harus selalu dipertimbangkan dengan perhitungan ekonomi.

Misalnya untuk eksplorasi endapan bahan galian industri yang relatif dangkal, penggunaan metoda geofisika merupakan cara yang kurang ekonomis apalagi kalau untuk tujuan itu harus menggunakan peralatan canggih yang mungkin mahal harganya. Contoh lain adalah eksplorasi untuk sejenis bahan galian yang relatif dangkal letaknya (misalnya sekitar 40 m), penggunaan alat bor dengan kapasitas besar, meskipun kita memilikinya, merupakan suatu pemborosan pula. Dalam hal ini pembuatan sumur atau parit uji mungkin

7. TAHAPAN KEGIATAN EKSLORASI

Kegiatan penambangan bahan galian tidak mungkin dapat dilakukan sebelum ditemukannya bahan tambang. Demikian pula kegiatan pengolahan baru dapat dilakukan setelah bahan tambang yang ditemukan dieksploitasi atau dilakukan penambangan. Oleh karena itu usaha pertambangan melalui tiga pokok tahap yang satu sama lain berurutan. Tahap usaha pertambangan tersebut adalah eksplorasi, penambangan, dan pengolahan. Dengan demikian tahap eksplorasi untuk menemukan bahan tambang merupakan kegiatan yang harus dilakukan paling depan baru kemudian dilanjutkan dengan penambangan atau eksploitasi, pengolahan, pengangkutan dan pemasaran hasil bahan tambang.

Secara umum tahapan penyelidikan dapat dibagi menjadi penyelidikan umum, eksplorasi pendahuluan, dan eksplorasi terinci.

Penyelidikan Umum

Penyelidikan dalam tahap ini ditujukan untuk mencari kemungkinan keterdapatan berbagai jenis endapan bahan galian. Selain mencari kemungkinan itu, tujuannya juga menyeleksi daerah yang mempunyai kemungkinan tinggi untuk terjadinya/keterdapatan endapan bahan galian.

Kegiatan yang dilakukan dalam tahap ini meliputi:

- Kajian terhadap literatur atau laporan terdahulu yang ada,

- Kajian dan penafsiran foto udara, SLAR, Landsat dan citra penginderaan jauh lainnya,
- Penyelidikan lapangan untuk mengecek hasil penafsiran citra penginderaan jauh dan mengumpulkan data lapangan serta pengambilan percontoh.

Dalam tahap ini metode geologi, geokimia dan geofisika yang digunakan masih bersifat regional dengan kerapatan pengambilan percontoh masih kecil. Skala peta yang digunakan di lapangan dan hasilnya masih kecil (1 : 250.000 - 1 : 100.000).

Analisis kimia terhadap percontoh geokimia (endapan sungai) ditujukan untuk multi elemen.

Eksplorasi pendahuluan

Kegiatan dalam tahap ini ditujukan untuk mengetahui sebaran baik secara lateral maupun vertikal sehingga dapat diketahui bentuk tubuh bahan galiannya, sebaran komponen berharganya, kemenerusan atau kesinambungan (*continuity*) bahan galiannya, sehingga dapat diperkirakan bentuk dan dimensinya. -. Eksplorasi Pendahuluan

Tahap ini merupakan lanjutan dari hasil penyelidikan umum atau berdasarkan data terdahulu. Tujuannya adalah mencari adanya berbagai jenis endapan bahan galian tertentu.

Kegiatan yang dilakukan hampir sama dengan tahap di atas, yaitu : mempelajari literatur yang ada; mempelajari foto udara, SLAR, Landsat dls.; mempelajari data geofisika yang ada; dan penyelidikan lapangan dengan cara geologi konvensional, geokimia geofisika dengan titik pengamatan serta pengambilan percontoh yang lebih rapat.

Penyelidikan laboratorium ditujukan untuk mendeteksi kadar beberapa jenis unsur tertentu, petrografi, mineragrafi, mineral berat dan penentuan umur batuan.

Penggunaan peta baik di lapangan maupun hasilnya merupakan peta berskala besar, yaitu antara 1 : 100.000 - 1 : 25.000.

-. Eksplorasi lanjutan

Tahap ini merupakan lanjutan penyelidikan berdasarkan hasil eksplorasi pendahuluan atau berdasarkan data yang sudah ada. Tujuannya untuk mengetahui, mencari atau mempelajari suatu bahan galian tertentu dan sebaran mineralisasi itu secara lateral.

Dalam rangka pengkajian mineralisasi secara lateral itu, pemetaan geologi yang dilakukan diutamakan untuk memetakan alterasi batuan serta sebaran singkapan

mineralisasi. Untuk itu bagi beberapa jenis bahan galian tertentu sering sudah dimulai dengan pembuatan bukaan-bukaan eksplorasi (sumur atau parit uji).

Penyelidikan geokimia endapan sungai dan tanah yang dilakukan untuk mencari kemungkinan adanya mineralisasi yang tidak tersembul di permukaan, dilakukan dengan kerapatan yang lebih tinggi dan pola jaringan tertentu. Selain itu dilakukan pula pendulangan terutama untuk mencari sebaran bahan galian dari jenis mineral yang tahan terhadap pelapukan dan tersebar secara mekanis (kasiterit, emas dls).

Penyelidikan geofisika yang dilakukan menggunakan metode tertentu sesuai dengan tujuan penyelidikan itu.

Skala peta yang digunakan berkisar antara 1 : 50.000-10.000.

Eksplorasi terinci

Tahap ini merupakan tindak lanjut dari hasil eksplorasi lanjutan atau didasarkan pada data terdahulu yang ada. Tujuannya untuk mengetahui sebaran endapan bahan galian ke arah dalam. Selain itu dalam tahap ini diharapkan dapat diketahui besaran atau cadangan endapan bahan galian.

Penyelidikan meliputi pemetaan geologi/mineralisasi secara terinci baik di permukaan maupun ke arah dalam. Di permukaan penyelidikan dilakukan dengan penggalian parit atau sumur uji dan ke arah dalam dilakukan dengan pemboran atau terowongan eksplorasi. Dengan kegiatan itu diharapkan dapat diperoleh gambaran mengenai letak, bentuk dan sebaran tubuh bijih serta mutu atau kadar sejumlah bahan galian. Penyelidikan geokimia ditujukan untuk membantu mencari tubuh bijih yang tidak tersembul atau terpotong oleh lubang eksplorasi dengan pengambilan percontoh batuan.

Pengambilan percontoh dilakukan secara lebih rapat, agar data dapat diperoleh bentuk sebaran yang lebih teliti.

Dalam tahap ini pula mulai dilakukan penghitungan cadangan dengan klas cadangan yang masih rendah.

4. METODA EKSPLORASI

- METODE LANGSUNG

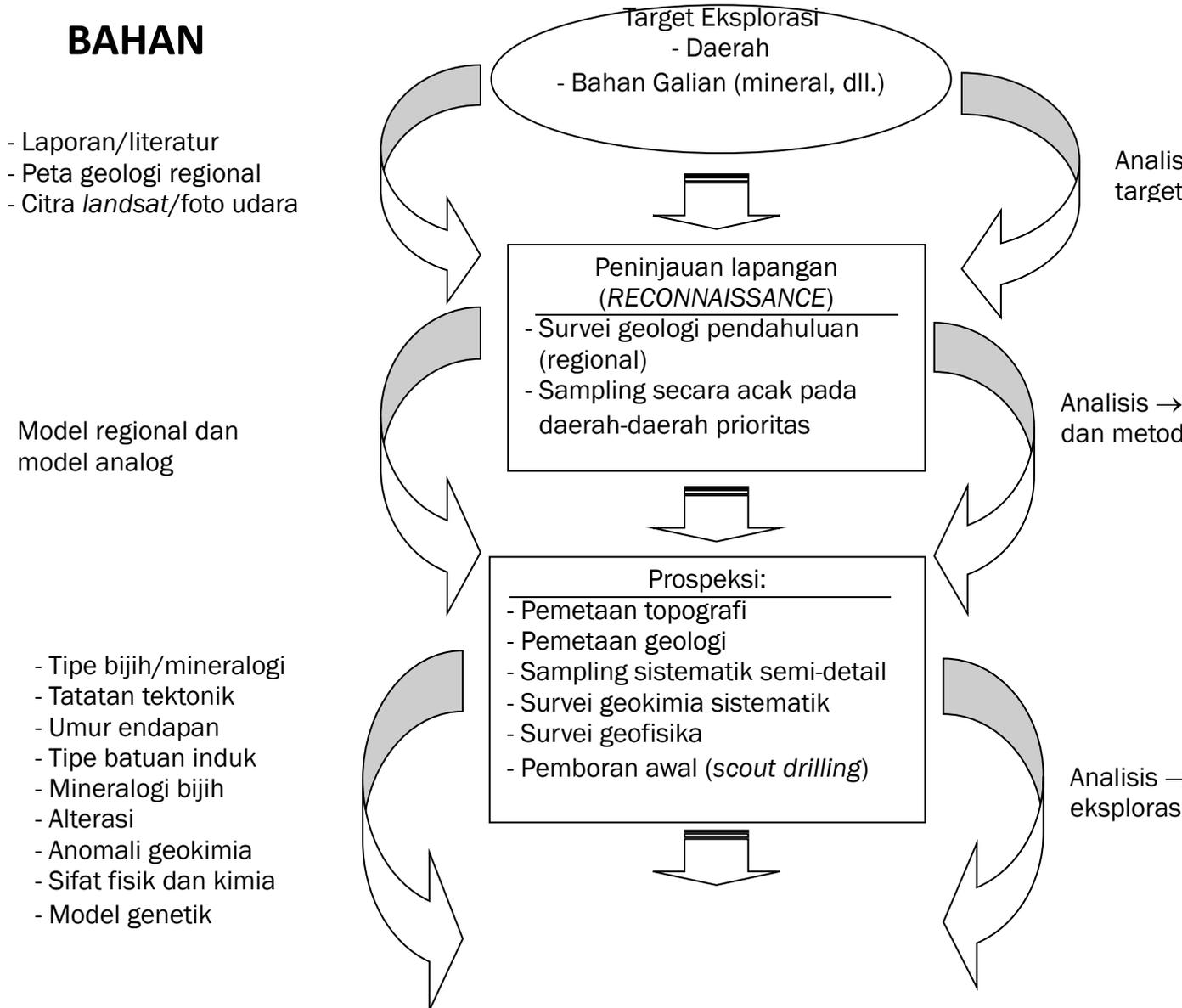
Menghasilkan gejala geologi tersebut dapat diamati dengan mata geologist;

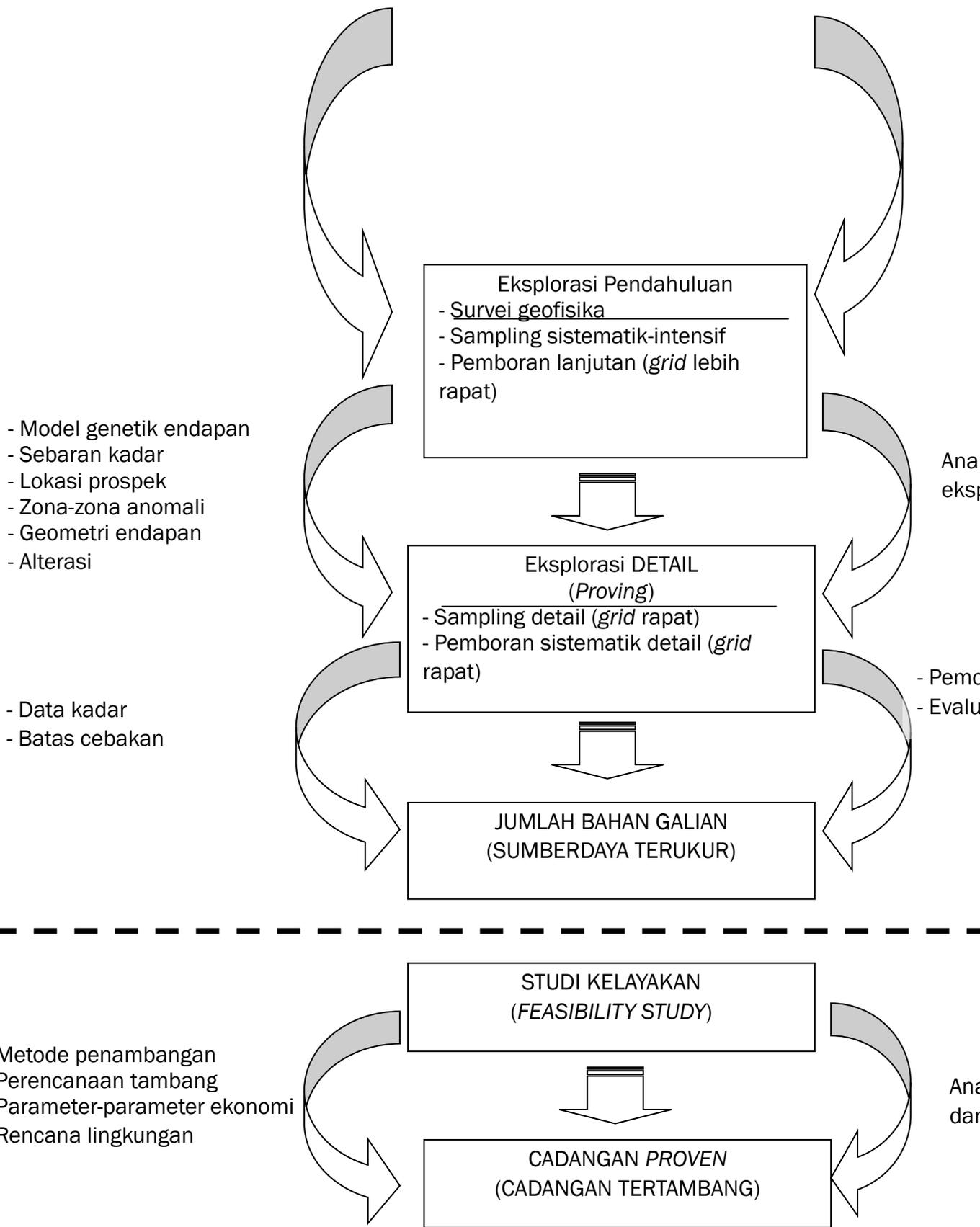
metoda geologi

- METODE TAK LANGSUNG

Menghasilkan suatu anomali yang dapat ditafsirkan sebagai gejala geologi yang dilacak; metoda geofisika dan metoda geokimia

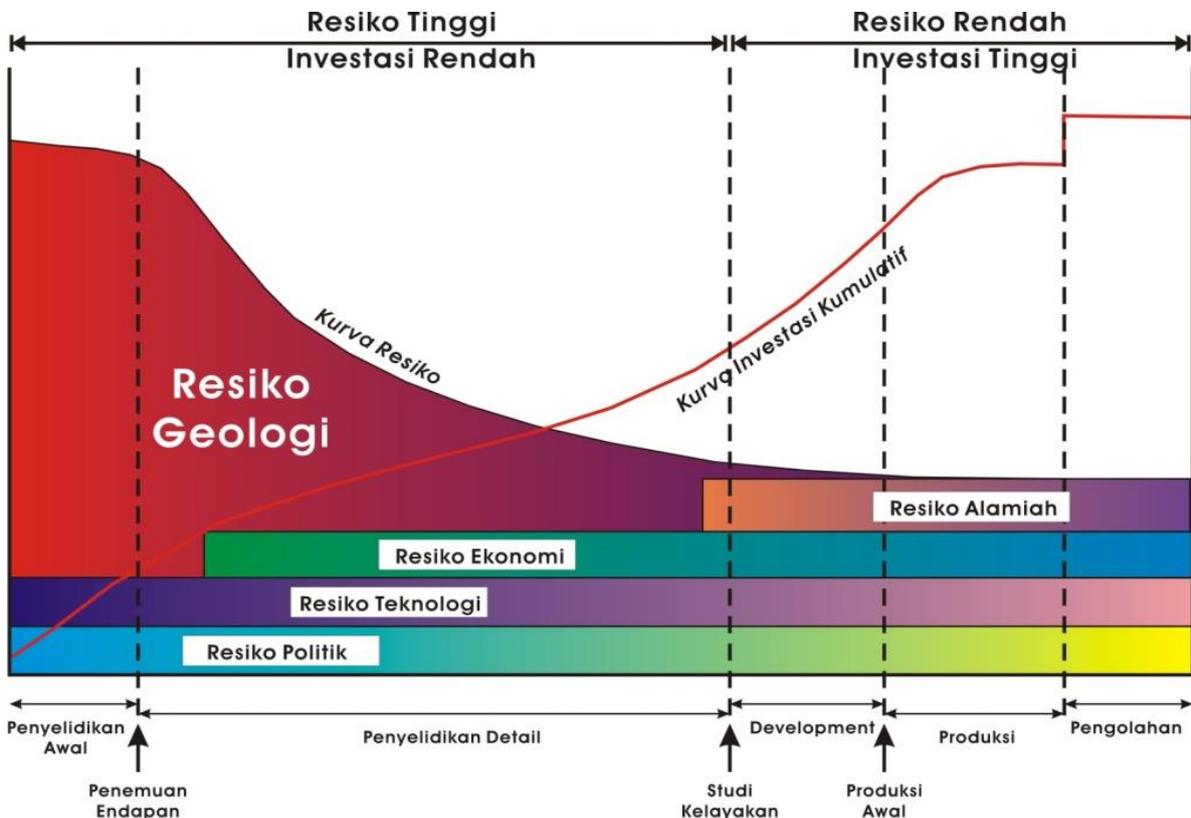
SISTEMATIKA TAHAPAN EKSPLORASI





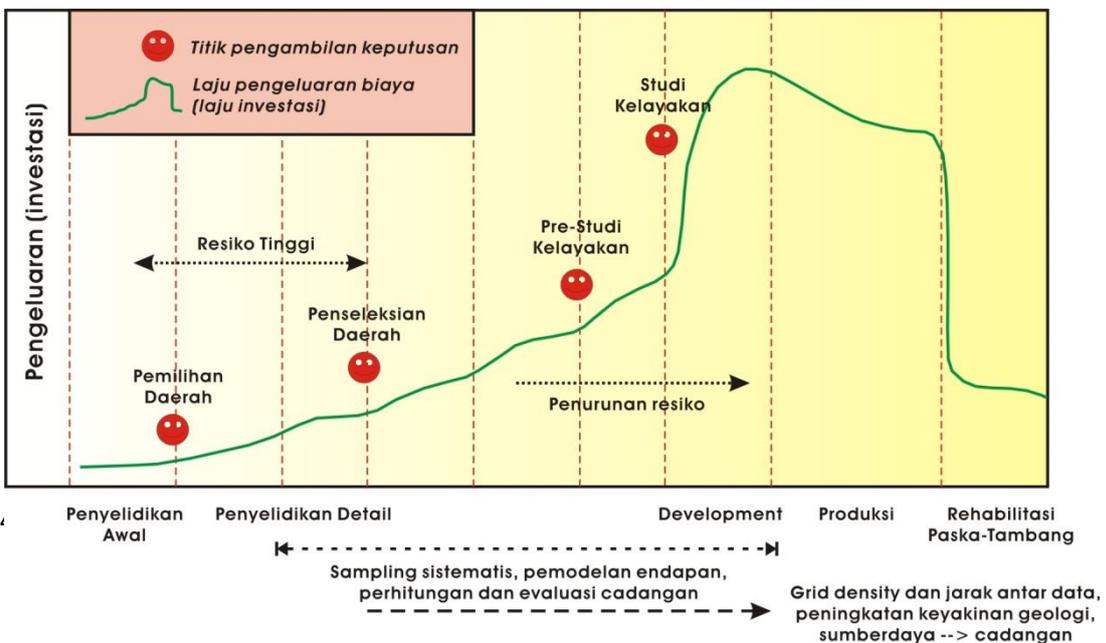
Gambar 5.1 SISTEMATIKA TAHAPAN EKSPLORASI

Sumber: M Nur Heriawan, Tripartit ITB,UNP,APBI., 2013



Sumber: M Nur Heriawan” Tripartit ITB,UNP dan APBI, 2013

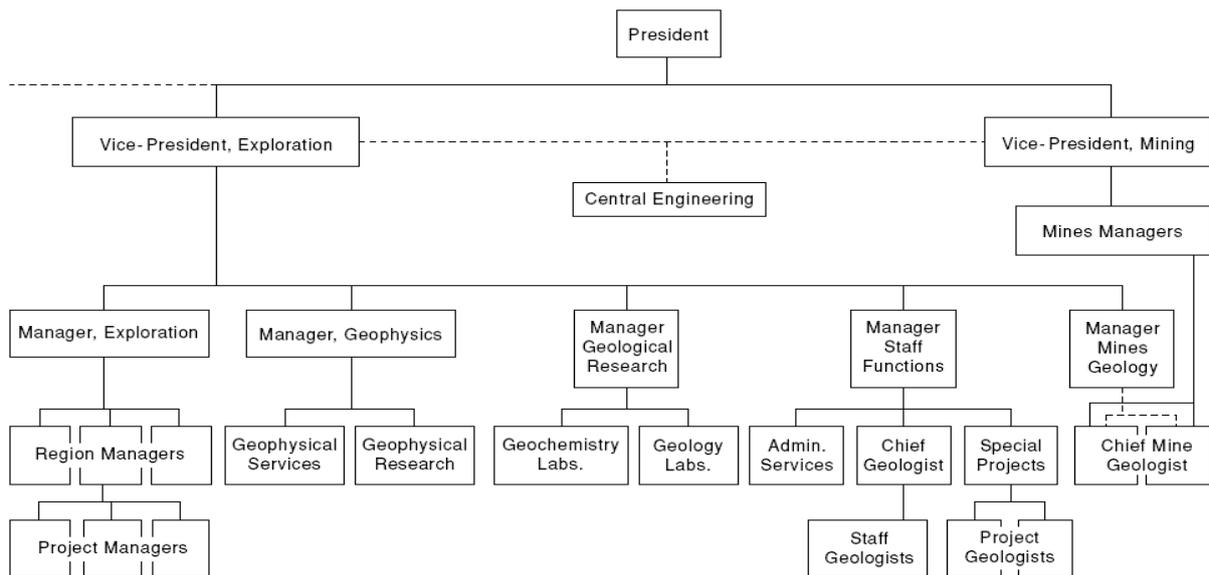
Gambar 5.2 Pentahapan, Resiko dan Investasi dalam Industri Pertambangan



Gambar 5.3 Tahapan dan Pengambilan Keputusan dalam Kegiatan Eksplorasi

Sumber : M Nur Heriawan “Tripartit ITB,UNP dan APBI, 2013

Organisasi Eksplorasi



Sumber: M Nur Heriawan” Tripartit ITB-UNP dan APBI, 2013

Tabel 5.1 perbedaan eksplorasi langsung dan tidak langsung

Aktivitas Eksplorasi Pertambangan

	<u>Eksplorasi Tak Langsung</u>	<u>Eksplorasi Langsung</u>
Kegiatan umum	<u>Tidak berhubungan (kontak) langsung dengan obyek yang dieksplorasi</u>	<u>Langsung berhubungan (kontak) dengan obyek yang dieksplorasi</u>
Prinsip pekerjaan	<u>Memfaatkan sifat-sifat fisik dan kimia dari endapan</u>	<u>Melakukan perilaku yang langsung pengamatan pada fisik endapan</u>
Identifikasi	<u>Melalui anomali-anomali yang diperoleh dari hasil pengamatan</u>	<u>Melalui analisis megaskopis dan mikroskopis pada obyek pengamatan</u>
Metoda	<u>Penginderaan jarak jauh, survei geokimia, survei geofisika</u>	<u>Pemetaan, uji sumur, uji parit, pemboran</u>
Tahapan eksplorasi	<u>Digunakan pada tahapan Reconnaissance (Eksplorasi Pendahuluan) → Prospeksi</u>	<u>Digunakan pada tahapan Prospeksi → Finding (Eksplorasi Detil)</u>
Teknologi	<u>Relatif membutuhkan peralatan (teknologi) tinggi</u>	<u>Relatif membutuhkan teknologi yang lebih sederhana s/d manual</u>

Sumber : Syafrizal.,”Tripartit ITB,UNP dan APBI, 2013

Pemakaian Metode Geofisika dan Geokimia dalam Eksplorasi

	<u>Survei</u>	<u>Fe</u>	<u>Cr</u>	<u>Cu-Pb-Zn</u>	<u>Au</u>	<u>Ag</u>	<u>Sn</u>	<u>U</u>	<u>CH₄</u>
1	Magnetik	++	0	0	--	-	--	--	--
2	Geolistrik	-	-	++	0	+	--	--	--
3	Elektromagnetik	0	-	++	0	+	--	0	0
4	Radiometrik	--	--	-	0	-	0	++	--
5	Gravimetrik	+	+	0	0	-	-	--	+
6	Seismik	--	--	--	0	--	0	--	++
7	Geokimia	--	-	+	+	++	0	+	-
8	Mineral berat	+	++	-	++	-	++	0	--
9	Detektor Hg	--	--	+	+	+	--	-	--

Keterangan: --tdk dpt diterapkan; - jarang diterapkan; 0 dpt diterapkan utk bukti tdk langsung; + umumnya berhasil; ++ sangat berhasil

Sumber : M Nur Heriawan “Tripartit ITB,UNP dan APBI, 2013

Tabel 5.2 Pemakaian Metode Geofisika dan Geokimia dalam Eksplorasi

	<u>Survei</u>	<u>Fe</u>	<u>Cr</u>	<u>Cu-Pb-Zn</u>	<u>Au</u>	<u>Ag</u>	<u>Sn</u>	<u>U</u>	<u>CH₄</u>
1	Magnetik	++	0	0	--	-	--	--	--
2	Geolistrik	-	-	++	0	+	--	--	--
3	Elektromagnetik	0	-	++	0	+	--	0	0

4	Radiometrik	--	--	-	0	-	0	++	--
5	Gravimetrik	+	+	0	0	-	-	--	+
6	Seismik	--	--	--	0	--	0	--	++
7	Geokimia	--	-	+	+	++	0	+	-
8	Mineral berat	+	++	-	++	-	++	0	--
9	Detektor Hg	--	--	+	+	+	--	-	--

Keterangan: --tdk dpt diterapkan; - jarang diterapkan; 0 dpt diterapkan utk bukti tdk langsung; + umumnya berhasil; ++ sangat berhasil

Sumber : M Nur Heriawan "Tripartit ITB,UNP dan APBI, 2013

U. Aktivitas Pembelajaran

Tahap Kegiatan	Kegiatan Dosen	Kegiatan Guru	Teknik Penilaian	Media
Pendahuluan	13. Memperkenalkan diri, memberi salam 14. Menjelaskan learning outcomes 15. Menjelaskan materi yang akan diberikan dan system penilaian 16. Memotivasi karakter religius	10. Memperhatikan 11. Mencatat penjelasan yang diberikan 12. Memperhatikan dan mencatat cakupan materi	Lisan Sikap	PPT
Penyajian	40. Meminta pendapat guru tentang apa itu	40. Mengajukan pendapat tentang		PPT

	<p>eksplorasi</p> <p>41. Memberikan reinforcement atas jawaban guru</p> <p>42. Menjelaskan tahapan dalam ekplorasi</p> <p>43. Meminta pendapat guru tentang ruang lingkup topik tsb</p> <p>44. Menyimpulkan jawaban guru</p> <p>45. Menjelaskan ekplorasi langsung dan tidak langsung</p> <p>46. Menjelaskan resiko dan tahapan dalam ekplorasi</p> <p>47. Menyimpulkan bersama guru jawaban wacana tersebut</p> <p>48. Membentuk kelompok diskusi</p> <p>49. Meminta pendapat Kelompok tentang materi tersebut</p> <p>50. Memberikan reinforcement atas jawaban guru</p> <p>51. Memberikan kesempatan kepada guru untuk bertanya tentang materi yang telah dibahas.</p> <p>52. Menjawab dan</p>	<p>metode pengukuran dan kesalahan pengukuran</p> <p>41. Menerima reinforcement</p> <p>42. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>43. Mengemukakan pendapat</p> <p>44. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>45. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>46. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>47. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>48. Mengajukan pendapat</p> <p>49. Mengajukan pendapat</p> <p>50. Menerima reinforcement</p> <p>51. Mengajukan pertanyaan</p> <p>52. Memperhatikan dan mencatat</p>	<p>Lisan</p> <p>Tulisan</p> <p>Kinerja diskusi</p>	<p>Lembar kinerja</p>
--	--	---	--	-----------------------

	menyimpulkan jawaban mahasiswa			
Penutup	<p>7. Menyimpulkan bersama mahasiswa tentang materi yang telah disampaikan.</p> <p>8. Menugaskan mahasiswa untuk membaca dan membuat referensi materi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya</p>	<p>10. Memperhatikan</p> <p>11. Memperhatikan dan mencatat materi yang ditugaskan.</p> <p>12. Memperhatikan dan mencatat materi penugasan pertemuan berikutnya</p>	Tulisan kinerja	

V. Latihan/Kasus/Tugas

A. TUJUAN TUGAS:

Mengidentifikasi topik kajian tentang eksplorasi

B. URAIAN TUGAS:

a. Obyek Garapan :

- Apakah yang dimaksud dengan eksplorasi langsung dan tidaklangsung
- Bagaimana tahapan dalam eksplorasi
- Bagaiamanakah hubungan antara tahapan eklorasi, resiko geologi dan biaya

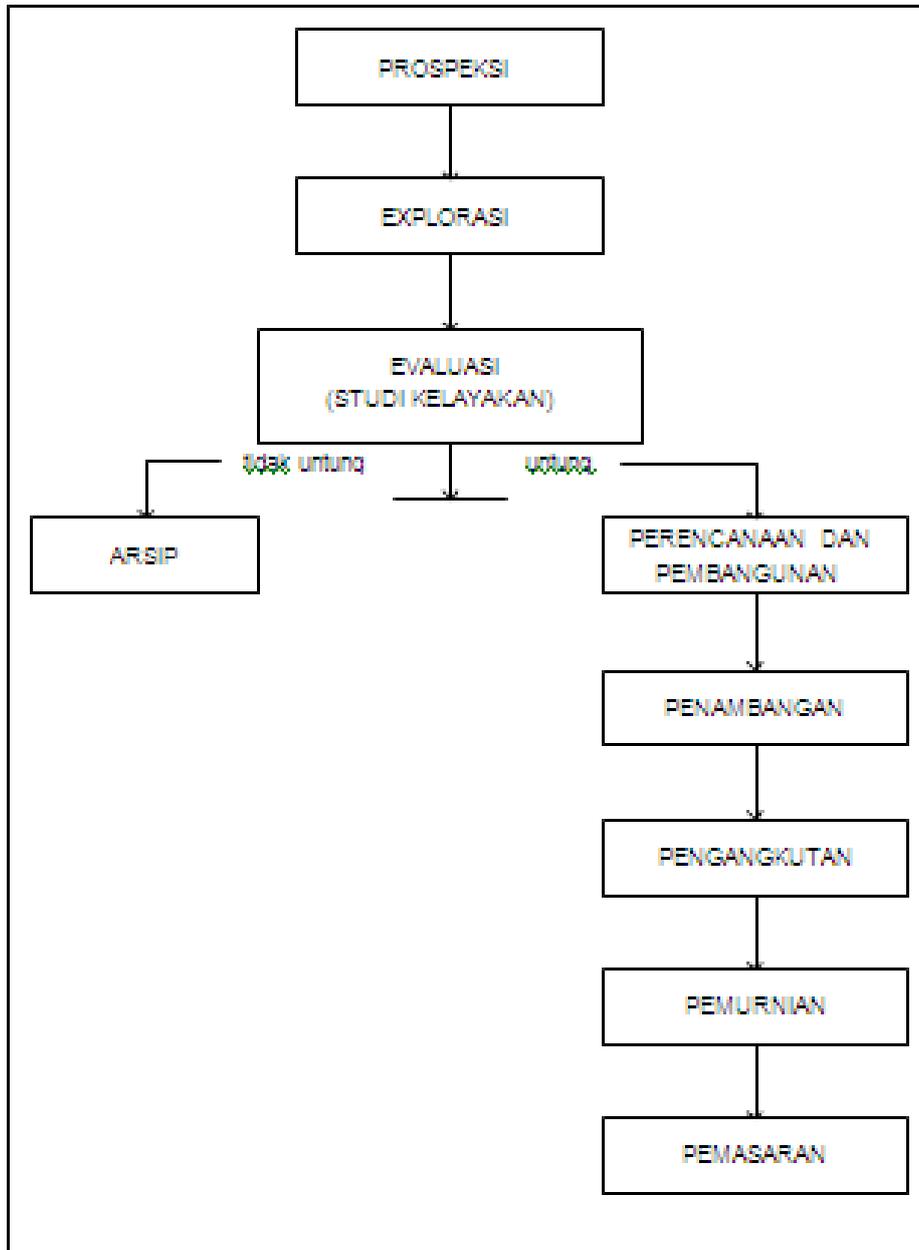
b. Metode/Cara Pengerjaan (acuan cara pengerjaan):

- Mencari defenisi, topik, kajian tentang eksplorasi serta tahapan dalam eksplorasi

- Mengidentifikasi hubungan antara eksplorasi, resiko geologi dan biaya

W. Rangkuman

Tahapan Industri Pertambangan



Pengertian Eksplorasi dan Teknik Eksplorasi

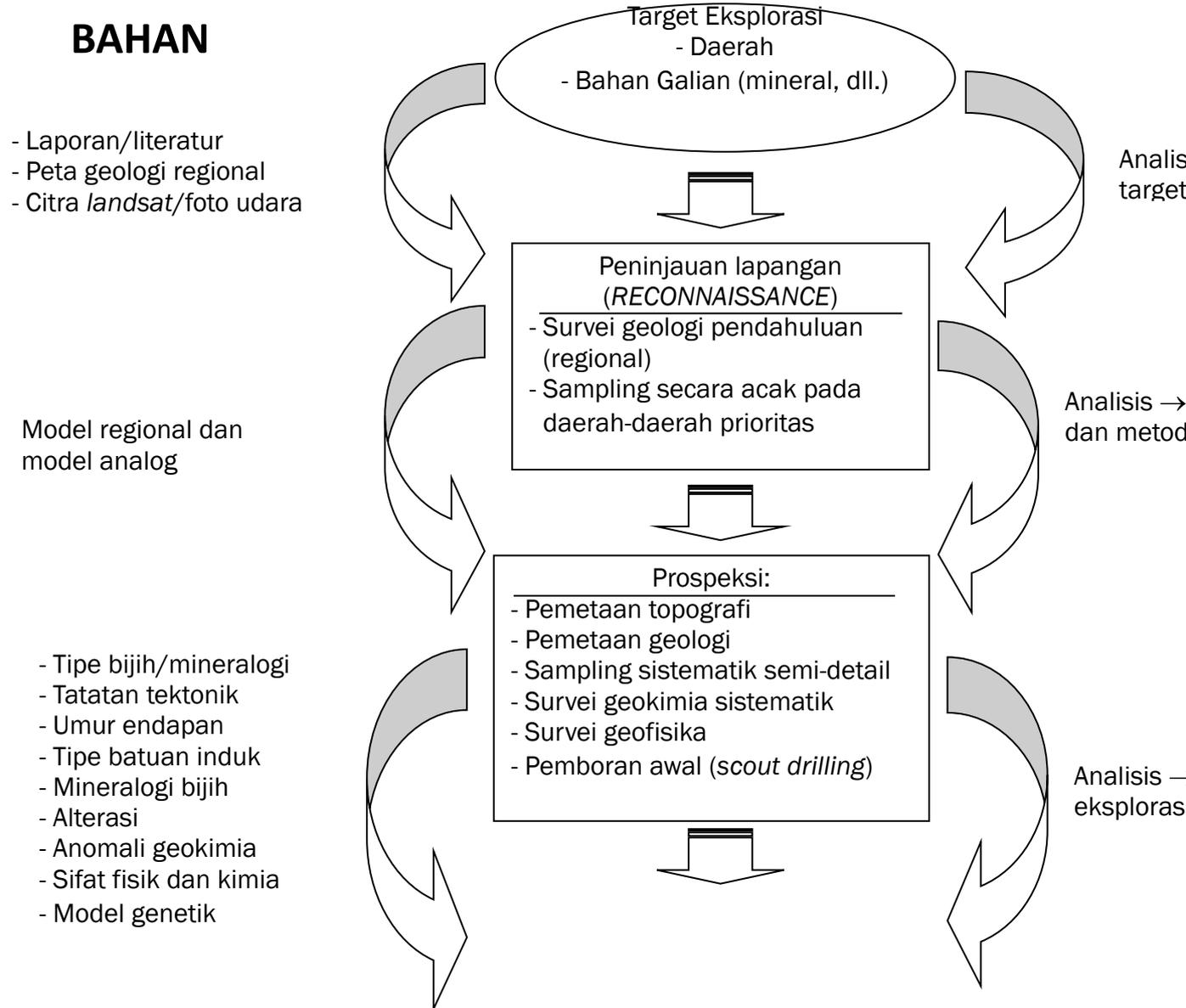
Dari uraian singkat itu nampak bahwa eksplorasi merupakan proses atau serangkaian penyelidikan yang diawali dengan pencarian endapan bahan galian, diteruskan dengan penyelidikan untuk mengetahui bagaimana sebaran baik secara lateral maupun vertikal, bagaimana bentuk dan ukuran (tubuh bahan galian atau bijih)nya, sehingga pada akhirnya dapat diestimasi atau diperkirakan berapa besar sumber daya atau cadangannya dan mutu bahan berharga atau kadarnya. Dalam setiap penyelidikan harus dilakukan pengumpulan data atau fakta di antaranya berbentuk percontoh (*sample*). Kegiatan itu memerlukan bukan hanya rentetan urutan penyelidikan, tetapi juga pemerataan dan ketelitian pengamatan baik lapangan dan laboratorium. Untuk itu diperlukan suatu cara eksplorasi tertentu agar penyelidikan yang dilakukan dapat terlaksana secara berdaya guna dan berhasil guna.

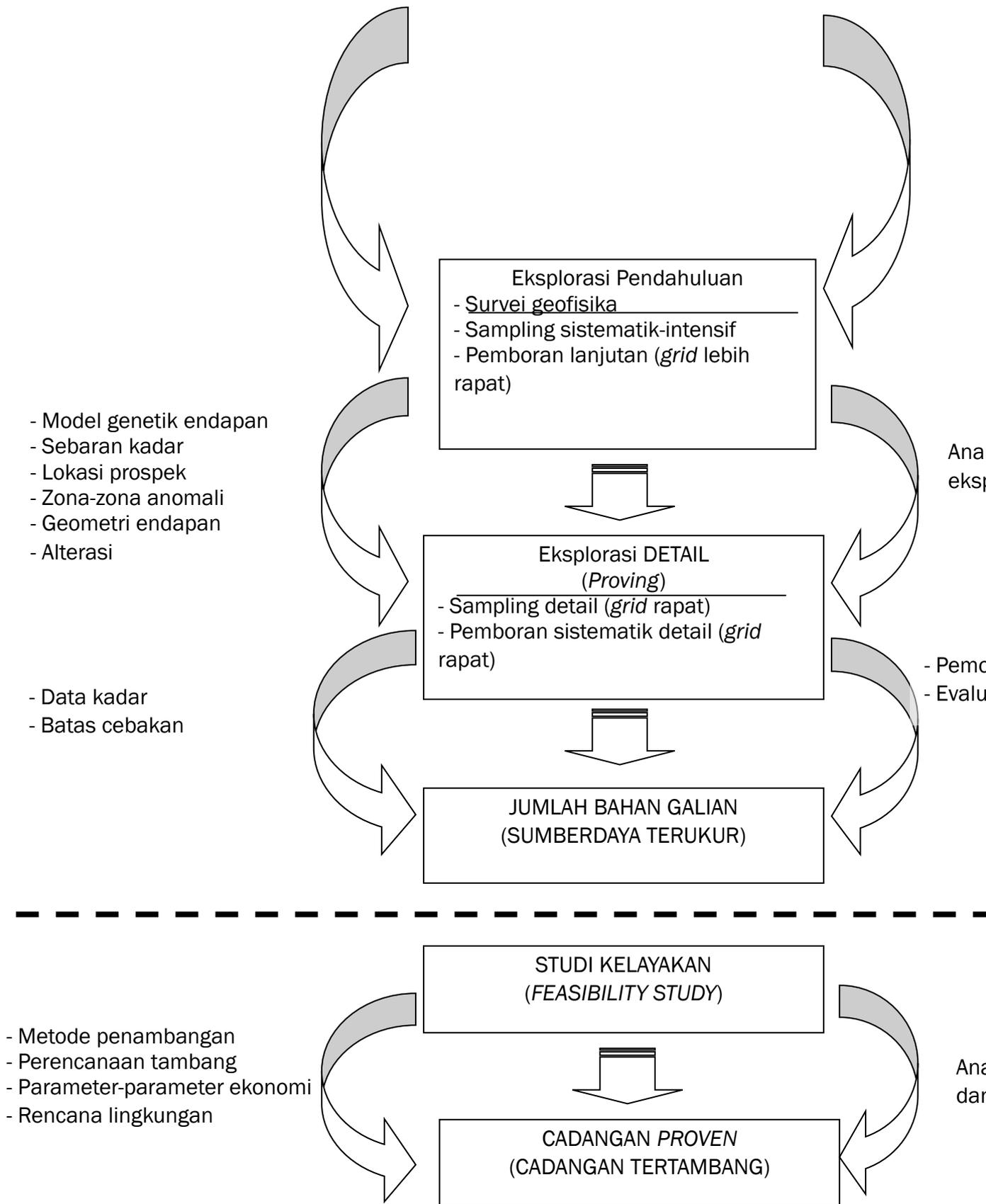
Oleh karena itu yang dimaksud dengan teknik eksplorasi adalah suatu cara atau metode yang digunakan dalam pencarian endapan bahan galian atau tambang, untuk mengetahui jenis bahan tambang dan keterdapatannya, bentuk dan arah sebarannya, serta untuk menentukan besaran atau cadangannya. Cara atau metode tersebut harus berdaya guna dan berhasil guna dan berdasarkan prinsip-prinsip eksplorasi yang diharapkan dapat memperkecil resiko kegagalan

Tujuan Eksplorasi

Tujuan eksplorasi secara bertahap adalah mencari kemungkinan adanya bahan tambang, (jenis, lokasi atau keberadaannya), memperkirakan sebarannya baik secara lateral maupun vertikal, mengetahui bentuk tubuh bahan galian dan sebaran bahan berharga atau bijihnya, sehingga diketahui dimensi atau ukurannya, dan akhirnya mengestimasi besarnya sumber daya bahan galiannya. Sedangkan tujuan akhir dari eksplorasi adalah mengestimasi besarnya cadangan sehingga dapat ditentukan nilai ekonomi suatu endapan bahan galian.

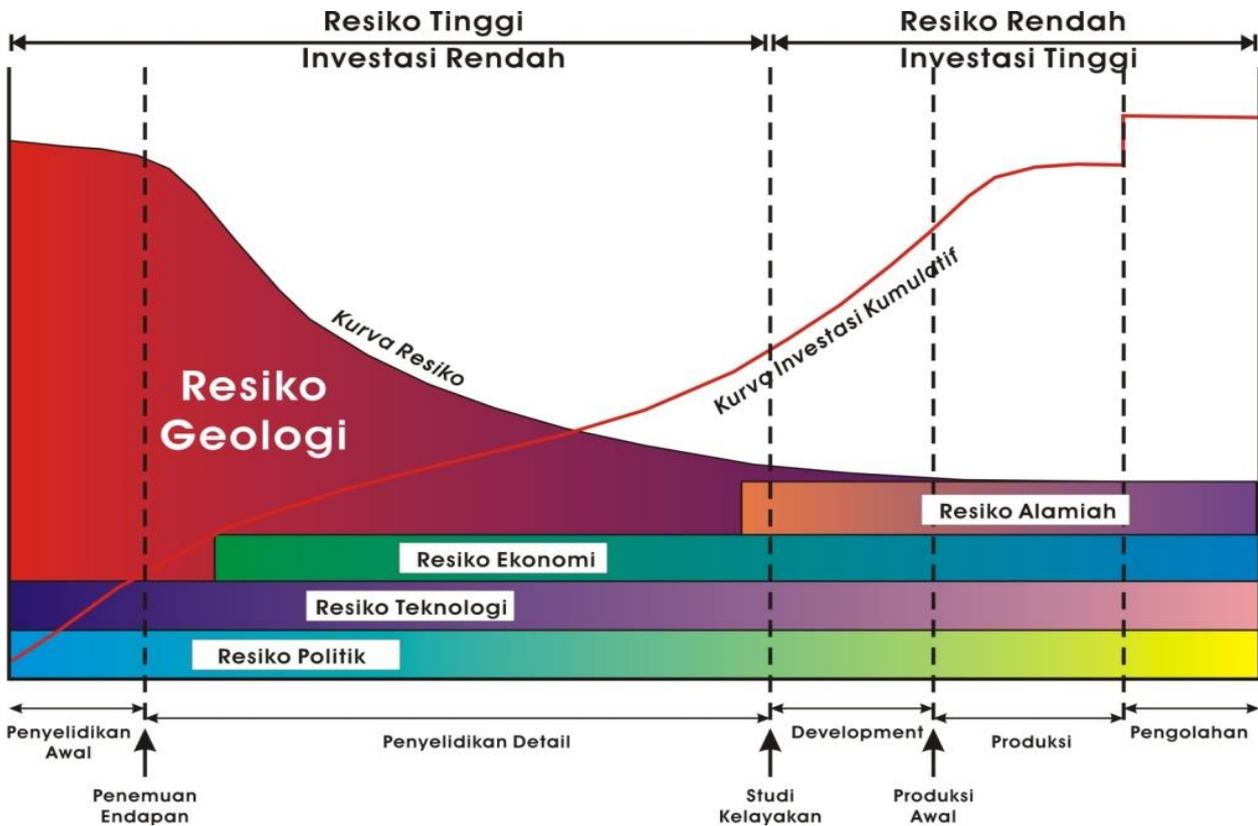
SISTEMATIKA TAHAPAN EKSPLORASI





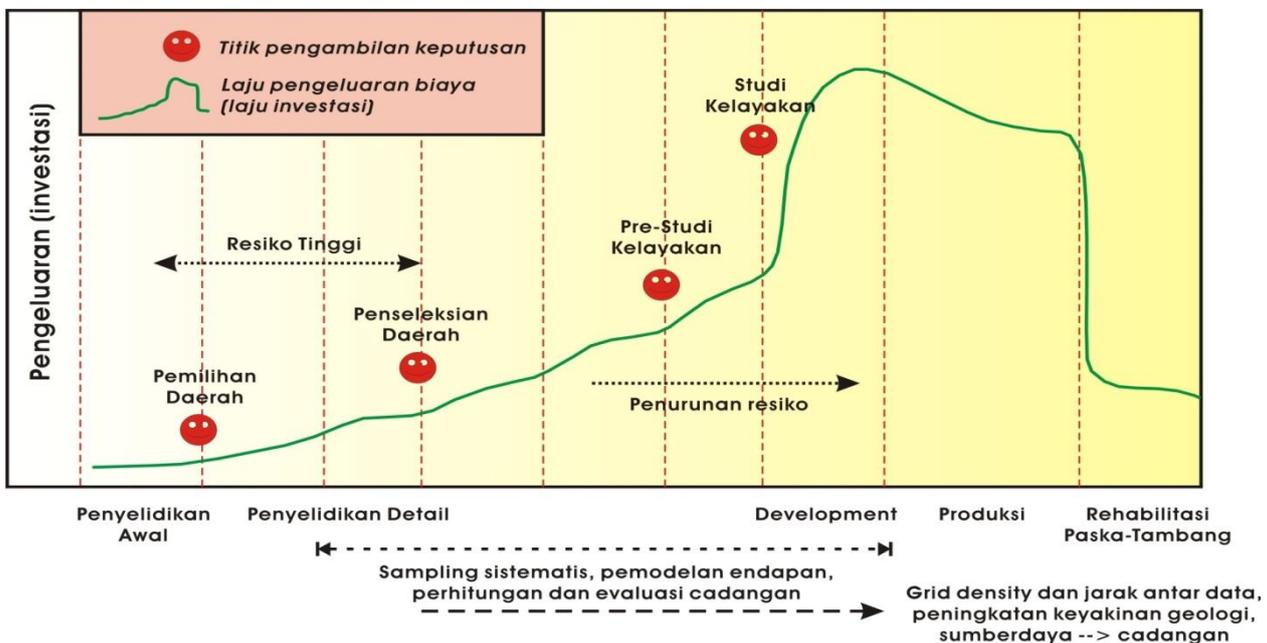
Sumber : Dr.Syafrizal, "Tripartit ITB,UNP dan APBI, 2013

Pentahapan, Resiko dan Investasi dalam Industri Pertambangan



Sumber : Dr.Syafrizal, "Tripartit ITB,UNP dan APBI, 2013

Tahapan dan Pengambilan Keputusan dalam Kegiatan Eksplorasi



Sumber : Dr.Syafrizal, "Tripartit ITB,UNP dan APBI, 2013

X. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

DIMENSI	Sangat Memuaskan	Memuaskan	Batas	Kurang Memuaskan	Di bawah standard	SKOR
KELENGKAPAN	Aspek yang dijelaskan lengkap dan integratif	Aspek yang dijelaskan lengkap	Masih kurang aspek model yang belum terungkap	Hanya menunjukkan sebagian model saja	Tidak ada konsep	
KEBENARAN	Diungkapkan dengan tepat, aspek penting tidak dilewatkan, bahkan analisis dan membantu memahami model	Diungkap dengan tepat, namun deskriptif	Sebagian besar model sudah terungkap, namun masih ada yang terlewatkan	Kurang dapat mengungkap kan aspek penting, dalam materi	Tidak ada model yang disajikan	

Daftar Pustaka

1. Annels, A. E., 1991, **Mineral Deposit Evaluation**, Chapman & Hall, London
2. Barnes, M.P., 1980, **Computer-Assisted Mineral Appraisal and Feasibility**, SME-AIME, New York
3. Bateman, 1987, **Ore Deposits**, John Wiley and Sons,
4. Dhadar, JR, 1999, **Eksplorasi Endapan Bahan Galian**, GSB, Bandung
5. Evans, AM, 1995, **Introduction to Mineral Exploration**, Blackwell Science, Oxford
6. Hartman, HL, 1987, **Introductory Mining Engineering**, John Wiley and Sons, NY
7. Partanto, P, 2000, **Pengantar Teknologi Mineral**, ITB, Bandung
8. Peters, WC, 1991, **Exploration Mining and Geology**, John Wiley and Sons
9. RK Sinha, NL Sharma, 1970, **Mineral Economics**, Oxford & IBH Publ. co, New Delhi
10. Santoso Dj, **Pengantar Teknik Geofisika**, Jur. Tek. Geofisika – ITB, Bandung
11. Sudrajat, A, 2000, **Teknologi dan Manajemen Sumberdaya Mineral**, ITB, Bandung
12. White, AH, 1999, **Management of Mineral Exploration**, Andrew White & Assoc., Queensland
13. -----, 2000, **Kamus Istilah Pertambangan**, PPTM, Bandung
14. Berbagai Buku Laporan, Jurnal, Majalah yang berhubungan dengan Pertambangan dan Teknologi Mineral (khususnya eksplorasi)
15. Dr. Syafrizal, "Tripartit ITB, UNP dan APBI, 2013
16. M. Nur Heriawan, " Tripartit ITB, UNP dan APBI, 2013

VI .KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

MERUMUSKAN STRUKTUR DAN KONSISTENSI TANAH

Y. Tujuan Pembelajaran

6. Memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimiliki.
- 6.4 Menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran untuk mendorong
- 6.4.2 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler diidentifikasi untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.
- 6.4.3 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler dirancang untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara

Z. Uraian Materi Pembelajaran

A. Pengertian Mekanika Tanah

Ilmu Mekanika Tanah adalah ilmu yang dalam perkembangannya selanjutnya akan mendasari dalam analisis dan desain perencanaan suatu pondasi. Sehingga para siswa disini dituntut untuk dapat membedakan antara mekanika tanah dengan teknik pondasi.

Mekanika tanah adalah suatu cabang dari ilmu teknik yang mempelajari perilaku tanah dan sifatnya yang diakibatkan oleh tegangan dan regangan yang disebabkan oleh gaya-gaya yang bekerja. Sedangkan Teknik Pondasi merupakan aplikasi prinsip-prinsip Mekanika Tanah dan Geologi, yang digunakan dalam perencanaan dan pembangunan pondasi seperti gedung, jembatan, jalan, bendung dan lain-lain. Oleh karena itu perkiraan dan pendugaan terhadap kemungkinan adanya penyimpangan dilapangan dari kondisi ideal pada mekanika tanah sangat penting dalam perencanaan pondasi yang benar.

1. Defenisi Mekanika Tanah

Sejarah terjadinya tanah, pada mulanya bumi berupa bola magma cair yang sangat panas. Karena pendinginan, permukaannya membeku maka terjadi batuan beku. Karena proses fisika (panas, dingin, membeku dan mencair) batuan tersebut hancur menjadi butiran-butiran tanah (sifat-sifatnya tetap seperti batu aslinya : pasir, kerikil, dan lanau.) Oleh proses kimia (hidrasi, oksidasi) batuan menjadi lapuk sehingga menjadi tanah dengan sifat berubah dari batu aslinya.

Disini dikenal Transported Soil: adalah tanah yang lokasinya pindah dari tempat terjadinya yang disebabkan oleh Miran air, angin, dan es dan *Residual Soil* adalah tanah yang tidak pindah dari tempat terjadinya.

Oleh proses alam, proses perubahan dapat bermacam-macam dan berulang. Batu menjadi tanah karena pelapukan dan penghancuran, dan tanah bisa menjadi batu karena proses pepadatan, sementasi. Batu bisa menjadi batu jenis lain karena panas, tekanan, dan larutan.

2. Pengertian Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut.

Tanah terdiri atas butir-butir diantaranya berupa ruang pori. Ruang pori dapat terisi udara dan atau air. Tanah juga dapat mengandung bahan-bahan organik sisa atau pelapukan tumbuhan atau hewan. Tanah semacam ini disebut *tanah organik*.

a. Perbedaan Batu dan Tanah

Batu merupakan kumpulan butir butirm mineral alam yang saling terikat erat dan kuat. Sehingga sukar untuk dilepaskan. Sedangkan tanah merupakan kumpulan butir butir min al alam yang tidak melekat atau melekat tidak erat, sehingga sangat mudah untuk dipisahkan. Sedangkan Cadas adalah merupakan peralihan antara batu dan tanah.

b. Jenis-Jenis Tanah

Fraksi-fraksi tanah (Jenis tanah berdasarkan ukuran butir), yaitu:

- (1). kerikil (*gravel*) >2.00 mm
- (2). pasir (*sand*) 2.00—0.06 mm
- (3). lanau (*silt*) 0.06—0.002 mm
- (4). lempung (*clay*) <0.002 mm

Tabel 5.1 Penggolongan tanah oleh beberapa lembaga berdasarkan ukuran butir.

Nama golongan	Kerikil	Ukuran butiran (mm)		
		Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	>2	2 – 0,06	0,06 – 0,002	<0,002
U.S. Department of Agriculture (USDA)	>2	2 – 0,05	0,05 – 0,002	<0,002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2 – 2	2 – 0,075	0,075 – 0,002	<0,002
Unified Soil Classification System (U.S. Army Corps of Engineers, U.S. Bureau of Reclamation)	76,2 – 4,75	4,75 – 0,075		Halus (yaitu lanau dan lempung) < 0,0075.

Sumber: <http://www.slideshare.net/IWANSutriono/t1-mektan-1iwansutriono41112120104ppt>

Pengelompokan jenis tanah dalam praktek berdasarkan campuran butir, yaitu:

- (1). Tanah berbutir kasar adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa pasir dan kerikil.
- (2). Tanah berbutir halus adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa lempung dan lanau.
- (3). Tanah organik adalah tanah yang cukup banyak mengandung bahan-bahan organik.

Pengelompokan tanah berdasarkan sifat lekatannya, yaitu:

- (1). Tanah Kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya. (tanah lempungan = mengandung lempung cukup banyak).
- (2). Tanah Non Kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir-butirnya. (hampir tidak mengandung lempung misal pasir).
- (3). Tanah Organik adalah tanah yang sifatnya sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan organik. (sifat tidak baik).

3. Proses Pembentukan Tanah

Proses pembentukan tanah sebenarnya dapat dibedakan menjadi proses pelapukan dan proses perkembangan tanah. Proses pelapukan merupakan proses hancurnya bahan induk, baik secara fisik, kimia, maupun biologi. Proses perkembangan tanah merupakan proses pembentukan horizon tanah.

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pembentukan tanah ada lima faktor, yaitu:

a. Bahan induk

Bahan induk adalah bahan yang akan terbentuk menjadi tanah. Bahan ini dapat berupa batuan dan bahan organik. Batuan yang dapat membentuk tanah adalah seperti batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf. Sedangkan bahan organik adalah bahan yang berasal dari sisa-sisa organisme hidup, baik hewan maupun tumbuhan.

b. Iklim

Iklim merupakan faktor utama pembentuk tanah. Sedangkan unsur utama iklim yang berperan penting dalam proses pembentukan tanah adalah suhu udara dan curah hujan.

c. Organisme

Organisme yang dimaksud adalah hewan dan tumbuhan. Organisme sangat berpengaruh pada proses pembentukan tanah, baik sebagai bahan induk maupun pembentuk tanah.

d. Relief

Pembentukan tanah akan lebih cepat jika terjadi di daerah yang memiliki relief datar. Pada lereng yang semakin curam maka erosi semakin hebat, sehingga mengganggu proses pembentukan tanah. Pada tanah yang datar infiltrasi air hujan juga besar sehingga proses pembentukan tanah akan semakin baik.

e. Waktu

Semakin lama waktu pembentukan tanah maka akan semakin tebal pula tanah yang terbentuk. Dalam satu tahun rata-rata pembentukan tanah hanya sekitar 3 mm. *Mohr* membedakan lima tahap pembentukan tanah, yaitu sebagai berikut:

- Tahap permulaan, bahan induk masih belum mengalami pelapukan;
- Tahap juvenil, proses pelapukan sudah mulai berjalan;
- Tahap viril, proses pelapukan optimum;
- Tahap senil, proses pelapukan sudah berlanjut;
- Tahap akhir, proses pelapukan sudah berakhir.

Tanah terbentuk dari percampuran komponen penyusun tanah yang bersifat heterogen dan beranekaragam.

Ada 4 komponen utama penyusun tanah yang tidak dapat dipisahkan dengan pengamatan mata telanjang yaitu:

1. Bahan mineral
2. Bahan organik
3. Air
4. Udara.

4. Ciri Tanah

Tanah memiliki sifat fisika, kimia dan biologi yang mencirikannya. Ciri-ciri tanah dapat digunakan untuk menentukan jenis tanah.

5.Sifat Fisika Tanah

Ciri tanah berdasarkan sifat fisiknya meliputi: tekstur, struktur, konsistensi, warna, suhu, lengas, udara, porositas, permeabilitas dan drainase tanah.

1) Tekstur tanah

Tekstur tanah adalah perbandingan partikel pasir, debu dan lempung dalam suatu massa tanah. Partikel pasir berdiameter 0,05 – 2 mm, partikel debu berdiameter 0,002 – 0,05 mm, dan partikel lempung berdiameter $\pm 0,002$ mm.

2) Struktur tanah

Struktur tanah adalah susunan atau pengikatan butir-butir tanah yang membentuk agregat tanah dalam berbagai bentuk, ukuran dan kemantapan. Kegiatan petani seperti pembajakan, pemupukan dan pengolahan tanah dapat mengubah struktur tanah asli.

3) Konsistensi tanah

Konsistensi tanah adalah sifat fisik tanah yang menyatakan besar kecilnya gaya kohesi dan adhesi dalam berbagai kelembaban. Konsistensi tanah dipengaruhi oleh tekstur, kadar bahan organik, kadar koloid, dan terutama lengas tanah.

4) Warna tanah

Tanah memiliki warna yang bermacam-macam, perbedaan warna tanah tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kadar

bahan organik, kadar mineral dan lengas (kelembaban) tanah. Semakin tinggi kadar bahan organik, semakin gelap atau hitam warna tanah. Mineral kapur, kaolin, kuarsa, dan feldspar menambah putih warna tanah. Zat besi dan hematite, magnetik dan limonit member warna merah , coklat atau kuning pada tanah. Semakin tinggi tingkat kelembaban tanah, semakin gelap warna tanah

5) *Suhu tanah*

Suhu tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kegiatan mikrobiologi dan percambahan jenis tanaman. Secara umum, semakin tinggi suhu sampai batas tertentu makin meningkatkan mikrobiologi dan percambahan biji tanaman.

6) *Lengas tanah*

Lengas tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah yang berada di atas muka air tanah. Air yang terdapat di pori-pori tanah yang jenuh air dan air tanah tidak termasuk dalam lengas tanah.

7) *Udara tanah*

Akar tanaman membutuhkan udara (O_2) untuk bernapas, udara tanah dipengaruhi oleh genangan air, beberapa tanaman, seperti padi sawah, kangkung, dan bakau tidak terpengaruh genangan air karena memiliki akar napas.

8) *Porositas tanah*

Porositas tanah adalah perbandingan pori-pori dalam tanah dengan volume massa tanah yang dinyatakan dalam persen. Tanah yang mudah atau yang cepat meresapkan air disebut tanah *porous* karena memiliki rongga pori-pori yang dominan. Tanah yang bertekstur pasir bersifat porous. Tanah yang bertekstur lempung tidak porous.

9) *Permeabilitas tanah*

Permeabilitas tanah adalah kecepatan air merembes ke dalam tanah ke arah horizontal dan vertikal melalui pori-pori tanah atau pula dapat diartikan dengan kecepatan tanah meresapkan atau meloloskan air dalam keadaan jenuh. Kecepatan perembesan air dipengaruhi oleh tekstur tanah.

10) *Drainase tanah*

Drainase tanah adalah kemampuan tanah mengalirkan dan mengataskan kelebihan air yang berada dalam tanah maupun pada permukaan tanah. Air berlebihan yang menggenangi tanah disebabkan oleh pengaruh topografi, air tanah yang dangkal, dan curah hujan. Untuk mengatasi sifat drainase yang buruk dilakukan dengan membangun selokan-selokan.

6. Sifat Kimia Tanah

Tanah selaku tubuh alam, mempunyai komposisi kimia berbeda-beda, penentu sifat kimia tanah antara lain berupa kandungan bahan organik, unsur hara, dan pH tanah.

1) Bahan organik

Bahan organik tanah terdiri atas sisa-sisa tanaman dan hewan dalam tanah, pupuk hijau, kandang dan kompos, dan juga kotoran dan lendir serangga, cacing serta binatang besar lainnya. Kandungan bahan organik dapat dikenali dari warna tanah, pada tanah yang mengandung bahan organik tinggi akan memberikan efek warna tanah coklat hingga hitam.

2) Unsur hara

Unsur-unsur kimia yang dibutuhkan tanaman disebut unsur hara. Unsur hara dimanfaatkan tanaman sebagai makanan (*Nutrien*). Selain oksigen (O₂) dan karbon dioksida (CO₂) tanaman yang membutuhkan unsur hara penting (*Esensial*) yang diserap dalam tanah. Unsur hara terdiri atas unsur hara makro dan mikro.

Tabel 5.2 unsur hara tanah

Unsur hara makro	Simbol kimia	Unsur hara mikro	Simbol kimia
Nitrogen	N	Besi	Fe
Fosfor	P	Seng	Mn
Kalium	K	Tembaga	Zn
Magnesium	Mg	Molidenum	Mo
Kalsium	Ca	Boron	B
Belerang	S	Klorin	Cl
		Kobalt	Co

Sumber: <http://www.slideshare.net/IWANsutriono/t1-mektan>

3) pH tanah

pH tanah atau derajat keasaman dibedakan atas asam, netral, dan basa.

Tabel 5.3 Ph tanah

Tanah	pH (H ₂ O)	Tanah	pH (H ₂ O)
Luar biasa asam	± 4,5	Netral	6,6 – 7,3
Asamsangat kuat	4,5 – 5,0	Agak basis	7,4 – 7,8
Asam kuat	5,1 – 5,5	Basis sedang	7,9 – 8,4
Asam sedang	5,6 – 6,0	Basis kuat	8,5 – 9,0
Agak asam	6,1 – 6,5	Basis sangat kuat	± 9,0

Sumber: <http://www.slideshare.net/IWANSutriono/t1-mektan-1iwansutriono41112120104ppt>

4) Sifat biologi tanah

Massa tanah tersusun oleh zat padat, zat cair, dan gas. Zat padat yang membentuk tanah terdiri atas partikel-partikel tanah, bahan organik, dan jasad hidup atau organisme tanah, organisme tanah dapat digolongkan menjadi golongan tumbuhan dan golongan hewan dalam ukuran yang kecil sampai besar. Golongan tumbuhan antara lain: bakteri, *fungi* (jamur), *laga* (ganggang), akar tanaman. Golongan hewan antara lain: protozoa, nematoda, serangga, kaki seribu, cacing tanah, siput darat, tikus, dan marmut.

5) Profil tanah

Tanah merupakan tubuh alam tiga dimensi yaitu mempunyai penyebaran kearah vertikal dan kearah horizontal mengikuti topografi bumi. Penampang vertikal tubuh tanah disebut profil tanah, yang memperlihatkan kenampakan adanya lapisan-lapisan tanah yang kurang lebih sejajar dengan permukaan tanah disebut horizon tanah.

Lapisan tanah secara umum sebagi berikut:

a. Horizon O

Merupakan lapisan permukaan, terdapat banyak akar tanaman dan hewan tanah. Lapisan ini kaya akan humus terdiri dari beberapa horizon dan berwarna gelap

b. Lapisan atas (horizon A)

Lapisan ini berada paling atas. Pada umumnya mengandung bahan organik karena merupakan tanah muda yang baru terbentuk. Lapisan ini sangat dipengaruhi oleh kondisi permukaan tanah serta ditandai dengan adanya zona perakaran dan kegiatan jasad hidup tanah.

c. Lapisan tanah bawah (horizon B)

Lapisan ini juga mengandung bahan organik tetapi jumlahnya lebih sedikit dibandingkan lapisan tanah atas. Pada lapisan ini merupakan zona pengendapan partikel tanah yang tercuci dari horizon A

d. *Regolit* (batuan induk terlapuk) atau horizon C

Pada lapisan ini tanah sudah terbentuk tetapi masih menunjukkan struktur batuan induk.

e. Batuan induk (*bedrock*) atau horizon D

Batuan ini merupakan batuan yang masih padu dan keras

7. Sifat –sifat khusus pada tanah

- Tingkat empiris tinggi dan lebih berseni dibanding ilmu lain. Pada jarak yang berbeda sifat-sifat tanah bisa berbeda.
- Tanah adalah material yang heterogen.
- Tanah adalah material yang non linear.
- Tanah adalah material yang tidak konservatif, yaitu mempunyai memori apabila pernah dibebani. Hal ini sangat mempengaruhi engineering properties tanah.

B. Sifat Fisik Tanah

1. Warna Tanah

Warna tanah merupakan salah satu sifat yang mudah dilihat dan menunjukkan sifat dari tanah tersebut. Warna tanah merupakan campuran komponen lain yang terjadi karena mempengaruhi berbagai faktor atau persenyawaan tunggal. Urutan warna tanah adalah hitam, coklat, karat, abu-abu, kuning dan putih (Syarief, 1979).

Warna tanah dengan akurat dapat diukur dengan tiga sifat-sifat prinsip warnanya. Dalam menentukan warna cahaya dapat juga menggunakan Munsell Soil Colour Chart sebagai pembeda warna tersebut. Penentuan ini meliputi penentuan warna dasar atau matrik, warna karatan atau kohesi dan humus. Warna tanah penting untuk diketahui karena berhubungan dengan kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah tersebut, iklim, drainase tanah dan juga mineralogi tanah (Thompson dan Troen, 1978).

Mineral-mineral yang terdapat dalam jumlah tertentu dalam tanah kebanyakan berwarna agak terang (*light*). Sebagai akibatnya, tanah-tanah itu berwarna agak kelabu terang, jika terdiri dari mineral-mineral serupa itu yang sedikit mengalami perubahan kimiawi.

Warna gelap pada tanah umumnya disebabkan oleh kandungan tinggi dari bahan organik yang terdekomposisi, jadi, dengan cara praktis persentase bahan organik di dalam tanah diestimasi berdasarkan warnanya. Bahan organik di dalam tanah akan menghasilkan warna kelabu gelap, coklat gelap, kecuali terdapat pengaruh mineral seperti besi oksida ataupun akumulasi garam-garam sehingga sering terjadi modifikasi dari warna-warna di atas.

2. Tekstur

Tekstur tanah adalah perbandingan relatif dalam persen (%) antara fraksi-fraksi pasir, debu dan liat. Tekstur erat hubungannya dengan plastisitas, permeabilitas, keras dan kemudahan, kesuburan dan produktivitas tanah pada daerah geografis tertentu (Hakim et al, 1986).

Tekstur tanah adalah perbandingan relatif berbagai golongan besar, partikel tanah dalam suatu massa tanah terutama perbandingan relatif suatu fraksi liat, debu dan pasir. Tekstur dapat menentukan tata air dalam tanah berupa akecepatan infiltrasinya, penetrasi seta kemampuan mengikat air (Kartosapoetra, 1988).

Jika beberapa contoh tanah ditetapkan atau dianalisa di laboratorium, maka hasilnya selalu memperlihatkan bahwa tanah itu mengandung partikel-partikel yang

beraneka ragam ukurannya, ada yang berukuran koloid, sangat halus, halus, kasar dan sangat kasar.

Partikel-partikel ini telah dibagi ke dalam grup atau kelompok-kelompok atas dasar ukuran diameternya, tanpa memandang komposisi kimianya, warna, berat atau sifat lainnya. Kelompok partikel ini pula disebut dengan "separate tanah". Analisa partikel laboratorium dimana partikel-partikel tanah itu dipisahkan disebut analisa mekanis. Dalam analisa ini ditetapkan distribusi menurut ukuran-ukuran partikel tanah (Hakim et al, 1986).

Tekstur tanah sangat berpengaruh terhadap kemampuan daya serap air, ketersediaan air di dalam tanah, besar aerasi, infiltrasi dan laju pergerakan air (perkolasi). Dengan demikian maka secara tidak langsung tekstur tanah juga dapat mempengaruhi perkembangan perakaran dan pertumbuhan tanaman serta efisien dalam pemupukan. Tekstur dapat ditentukan dengan metode, yaitu dengan metode pipet dan metode hydrometer, kedua metode tersebut ditentukan berdasarkan perbedaan kecepatan air partikel di dalam air (Hakim et al, 1986).

3. Struktur

Struktur tanah digunakan untuk menunjukkan ukuran partikel-partikel tanah seperti pasir, debu dan liat yang membentuk agregat satu dengan yang lainnya yang dibatasi oleh bidang belah alami yang lemah. Agregat yang terbentuk secara alami disebut dengan ped. Struktur yang dapat memodifikasi pengaruh tekstur dalam hubungannya dengan kelembaban porositas, tersedia unsur hara, kegiatan jasad hidup dan pengaruh permukaan akar.

Tipe struktur terdapat empat bentuk utamanya yaitu :

- a. bentuk lempung
- b. bentuk prisma
- c. bentuk gumpal
- d. bentuk spheroidel atau bulat

Keempat bentuk utama di atas akhirnya menghasilkan tujuh tipe struktur tanah. Suatu pengertian tentang sebab-sebab perkembangan struktur di dalam tanah perlu diperhatikan, karena struktur tanah sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan dapat berubah karena pengelolaan tanah.

Struktur dapat berkembang dari butir-butir tunggal ataupun kondisi massive. Dalam rangka menghasilkan agregat-agregat dimana harus terdapat beberapa mekanisme dalam mana partikel-partikel tanah mengelompok bersama-sama

menjadi cluster. Pembentukan ini kadang-kadang sampai ke tahap perkembangan struktural yang mantap.

Struktur tanah dapat memodifikasi pengaruh tekstur dalam hubungannya dalam kelembaban, porositas, tersedianya unsur hara, kegiatan jasad hidup dan pertumbuhan akar. Struktur lapisan olah dipengaruhi oleh praktis dan di mana aerasi dan drainase membatasi pertumbuhan tanaman, sistem pertanaman yang mampu menjaga kemantapan agregat tanah akan memberikan hasil yang tinggi bagi produksi pertanian (Hakim et al., 1986).

4. Kadar Air

Menurut Hakim et al (1986), metode umum yang biasa dipakai untuk menentukan jumlah air yang dikandung oleh tanah adalah persentase terhadap tanah kering. Bobot tanah yang lembab dalam hal ini dipakai karena keadaan lembab sering bergejolak dengan keadaan air.

Kadar dan ketersediaan air tanah sebenarnya pada setiap koefisien umum bervariasi terutama tergantung pada tekstur tanah, kadar bahan organik tanah, senyawa kimiawi dan kedalaman solum/lapisan tanah. Di samping itu, faktor iklim dan tanaman juga menentukan kadar dan ketersediaan air tanah.

Faktor iklim juga berpengaruh meliputi curah hujan, temperatur dan kecepatan yang pada prinsipnya terkait dengan suplai air dan evapotranspirasi. Faktor tanaman yang berpengaruh meliputi bentuk dan kedalaman perakaran, toleransi terhadap kekeringan serta tingkat dan stadia pertumbuhan, yang pada prinsipnya terkait dengan kebutuhan air tanaman (Hanafiah, 2005).

5. Bulk Density (Kerapatan Isi)

Kerapatan isi adalah berat per satuan volume tanah kering oven, biasanya ditetapkan dalam g/cc (Hakim et al, 1986). Menurut Hardjowigeno (1987), bulk density dapat digunakan untuk menghitung ruang pori total dengan dasar bahwa kerapatan zarah tanah adalah 2,65 g/cc. Metode penentuan bulk density yang paling sering digunakan adalah dengan ring sampel atau metode clod gumpalan tanah yang dicelupkan ke dalam cairan plastik yang kemudian ditimbang dan di dalam air untuk mengetahui berat dan volume dari clod gumpalan isi.

Ditambahkan oleh Hanafiah (2005), bahwa nilai kerapatan massa tanah berbanding lurus dengan tingkat kekasaran partikel-partikel tanah, makin kasar akan makin berat.

6. Ruang Pori Total

Ruang pori total adalah volume dari tanah yang ditempati oleh udara dan air. Persentase volume ruang pori total disebut porositas. Untuk menentukan porositas, contoh tanah ditempatkan pada tempat berisi air sehingga jenuh dan kemudian cores ini ditimbang. Perbedaan berat antara keadaan jenuh air dan core yang kering oven merupakan volume ruang pori. Untuk 400 cm³ cores yang berisi 200 gr (200 cm³) air pada kondisi jenuh porositas tanahnya akan mencapai 50% (Foth, 1988).

Tanah dengan tekstur halus mempunyai kisaran ukuran dan bentuk partikelnya yang luas. Hal ini telah ditekankan bahwa tanah permukaan yang berpasir mempunyai porositas kecil daripada tanah liat. Berarti bahwa tanah pasir mempunyai volume yang lebih sedikit ditempati oleh ruang pori. Ruang pori total pada tanah pasir mungkin rendah tetapi mempunyai proporsi yang besar yang disusun daripada komposisi pori-pori yang besar yang sangat efisien dalam pergerakan udara dan airnya.

Persentase volume yang dapat terisi oleh pori-pori kecil pada tanah pasir rendah yang menyebabkan kapasitas menahan airnya rendah. Sebaliknya tanah-tanah permukaan dengan tekstur halus memiliki ruang pori total lebih banyak dan proporsinya relatif besar yang disusun oleh pori kecil. Akibatnya adalah tanah mempunyai kapasitas menahan air yang tinggi.

7. Infiltrasi

Infiltrasi dari segi hidrologi penting, karena hal ini menandai peralihan dari air permukaan yang bergerak cepat ke air tanah yang bergerak lambat dan air tanah. Kapasitas infiltrasi suatu tanah dipengaruhi oleh sifat-sifat fisiknya dan derajat kemampatannya, kandungan air dan permeabilitas lapisan bawah permukaan, nisbi air, dan iklim mikro tanah. Air yang berinfiltrasi pada suatu tanah hutan karena pengaruh gravitasi dan daya tarik kapiler atau disebabkan juga oleh tekanan dari pukulan air hujan pada permukaan tanah.

Infiltrasi adalah proses masuknya air dari permukaan ke dalam tanah. Perkolasi adalah gerakan aliran air di dalam tanah (dari zone of aeration ke zone of saturation). Infiltrasi berpengaruh terhadap saat mulai terjadinya aliran permukaan dan juga berpengaruh terhadap laju aliran permukaan (run off).

Faktor yang Berpengaruh Terhadap Laju Infiltrasi. Beberapa faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi laju infiltrasi adalah :

1. Dalamnya genangan di atas permukaan tanah dan tebal lapisan yang jenuh.
2. Kelembaban tanah
3. Pemampatan tanah oleh curah hujan
4. Penyumbatan oleh bahan yang halus (bahan endapan)
5. Pemampatan oleh orang dan hewan
6. Struktur tanah
7. Tumbuh-tumbuhan
8. Udara yang terdapat dalam tanah
9. Topografi
10. Intensitas hujan
11. Kekasaran permukaan
12. Mutu air
13. Suhu udara
14. Adanya kerak di permukaan.

8. Permeabilitas

Semua jenis tanah bersifat lolos air (permeable) dimana air bebas mengalir melalui ruang-ruang kosong (pori-pori) yang ada di antara butiran-butiran tanah. Tekanan pori diukur relatif terhadap tekanan atmosfer dan permukaan lapisan tanah yang tekanannya sama dengan tekanan atmosfer dinamakan muka air tanah atau permukaan freasik, di bawah muka air tanah. Tanah diasumsikan jenuh walaupun sebenarnya tidak demikian karena ada rongga-rongga udara.

Permeabilitas tanah menunjukkan kemampuan tanah dalam meloloskan air. Struktur dan tekstur serta unsur organik lainnya ikut ambil bagian dalam menaikkan laju permeabilitas tanah. Tanah dengan permeabilitas tinggi menaikkan laju infiltrasi dan dengan demikian, menurunkan laju air larian.

Koefisien permeabilitas terutama tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya.

Menurut Susanto dan Purnomo (1996), pada kebanyakan tanah, pada kenyataan konduktivitas hidroulik tidak selamanya tetap. Karena berbagai proses

kimia, fisika dan biologi, konduktivitas hidroulik bisa berubah saat air masuk dan mengalir ke dalam tanah. Perubahan yang terjadi pada komposisi ion kompleks yang dapat dipertukarkan seperti saat air memasuki tanah mempunyai komposisi atau konsentrasi zat terlarut yang berbeda dengan larutan awal, bisa sangat merubah konduktivitas hidroulik.

Secara umum konduktivitas akan berkurang bila konsentrasi zat terlarut elektrolit berkurang, disebabkan oleh penomona pengembangan dan dispersi yang juga dipengaruhi oleh jeni-jenis kation yang ada pelepasan dan perpindahan partikel-partikel lempung, selama aliran yang lam, bisa menghasilkan penyumbatan pori. Interaksi zat terlarut dan matrik tanah dan pengaruhnya terhadap konduktivitas hidroulik khususnya penting pada tanah-tanah masam dan berkadar natrium tinggi.

9. Stabilitas Agregat

Kemantapan agregat adalah ketahanan rata-rata agregat tanah melawan pendispersi oleh benturan tetes air hujan atau penggenangan air. Kemantapan tergantung pada ketahanan jonjot tanah melawan daya dispersi air dan kekuatan sementasi atau pengikatan, Faktor-faktor yang berpengaruh dalam kemantapan agregat antara lain bahan-bahan penyemen agregat tanah, bentuk dan ukuran agregat, serta tingkat agregasi.

Stabilitas agregat yang terbentuk tergantung pada keutuhan tanag permukaan agregat pada saat rehidrasi dan kekuatan ikatan antarkoloid-partikel di dalam agregat pada saat basah. Pentingnya peran lendir (gum) microbial sebagai agen pengikat adalah menjamin kelangsungan aktivitas mikroba dalam proses pembentukan ped dan agregasi.

C. Struktur Tanah

1. Pengertian Struktur Tanah

Struktur tanah merupakan gumpalan kecil dari butiran-butiran tanah. Gumpalan struktur itu terjadi karena butir-butir pasir, debu, dan liat terikat satu sama lain oleh perekat seperti bahan organik, oksida-oksida besi, dan lain-lain. Gumpalan-gumpalan kecil ini mempunyai bentuk, ukuran, dan kemantapan (ketahanan yang berbeda-beda). Contohnya adalah di daerah curah hujan tinggi, umumnya ditemukan struktur remah atau granuler dipermukaan dan dan gumpal di horizon bawah. Di daerah kering, sering di jumpai tanah dengan struktur tiang atau prisma di lapisan

bawah. Tingkat perkembangan struktur ditentukan berdasar atas kemantapan atau ketahanan bentuk struktur tanah tersebut terhadap takanan.

Ketahanan struktur tanah dibedakan menjadi antara lain, yaitu:

- (1) tingkat perkembangan lemah (butir-butir struktur tanah mudah hancur),
- (2) tingkat perkembangan sedang (butir-butir struktur tanah agak sukar hancur, dan
- (3) tingkat perkembangan kuat (butir-butir struktur tanah sukar hancur). Hal ini sesuai dengan jenis tanah dan tingkat kelembaban tanah. Tanah-tanah permukaan yang banyak mengandung humus biasanya mempunyai tingkat perkembangan yang kuat.

2. Klasifikasi Struktur Tanah

Klasifikasi berikut ini diambil dari berbagai sumber. Klasifikasi ini banyak mengalami penyederhanaan dan penghilangan beberapa sub-tipenya.

- Klasifikasi menurut bentuk struktur :
 - 1) Struktur sederhana (simple structure) : bidang-bidang belahan alaminya tidak ada atau kurang jelas.
 - a. Struktur berbutir tunggal (loose) : Ini umumnya terjadi hanya di dalam pasir dan debu yang kandungan bahan organiknya rendah. Di dalam pasir struktur berbutir tunggal ini memungkinkan aerasi dan gerakan air kapiler berlangsung secara maksimum. Di dalam tanah-tanah yang lainnya keadaan semacam ini justru sangat dikehendaki karena berarti adanya pori-pori besar yang diperlukan bagi aerasi yang baik.
 - b. Struktur pejal (massive) : Struktur pejal mirip dengan struktur berbutir tunggal, kecuali bahwa struktur pejal ini kompak (mampat) (rapat). Contoh-contoh struktur pejal ini antara lain kerak-kerak tanah yang mampat, lapisan bajak, dan lapisan-lapisan olah.
 - (2) Struktur gabungan (compound) : bidang-bidang belahan alaminya jelas. Bentuk bongkahan individual tanah yang berstruktur gabungan ini dapat diperikan menurut panjang nisbi sumbu-sumbu vertikal dan horisontal dan bentuk ujung-ujungnya. Bentuk-bentuk bongkahan tersebut adalah :
 - a. Struktur seperti kubus, sumbu-sumbu vertikal dan horisontalnya sama panjang.
 - b. Struktur tiang (kolumnar), berbentuk prisma, sumbu-sumbu vertikal lebih panjang dibandingkan sumbu-sumbu horisontal. Bidang-bidang belahan mendatarnya lebih banyak (merajai).

c. Struktur lempeng (pipih), sumbu-sumbu horisontal lebih panjang daripada sumbu-sumbu vertikal. Bidang-bidang belahan horisontal lebih banyak.

Dilihat dari bentuk kontur ujung-ujung bongkahannya, maka struktur tanah dapat dipilahkan menjadi :

a. Menyudut (angular), sudut-sudut dan ujung-ujungnya tajam dan jelas.
b. Agak menyudut (sub-angular), sudut-sudutnya tumpul, ujung-ujungnya tajam.

c. Butiran (granular), baik sudut-sudut maupun ujung-ujungnya tumpul. Ujung-ujung yang tajam umumnya sebagai akibat adanya kakas (gaya) fisika, seperti pembasahan dan pengeringan atau pembekuan dan pencairan, sedangkan permukaan-permukaan yang tumpul disebabkan oleh bahan asal atau pengaruh-pengaruh organik

- Klasifikasi menurut kekerasan agregat

Kekerasan agregat dipengaruhi oleh kandungan lempas, banyaknya lempung, jenis/tipe lempung, watak kation-kation yang terjerap, dan kandungan bahan organik. Kandungan lempas yang tinggi, lempung kaolinit, kation-kation bervalensi dua, dan tingginya kandungan bahan organik menyebabkan agregat-agregat tersebut nisbi lunak.

Karena kandungan lempas merupakan pengaruh yang menonjol terhadap kekerasan tanah, maka kekerasan agregat hendaknya dibandingkan pada tegangan lempas yang sama.

- Klasifikasi menurut ukuran agregat

Karena agregat-agregat berukuran pasir lebih menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman dibandingkan yang berukuran sangat kecil dan yang sangat besar, maka ukuran agregat meruoakan suatu tolok-ukur (kriteria) yang bermanfaat dalam klasifikasi struktur tanah.

Perlu dicatat bahwa suatu tanah yang tersusun sama sekali dari zarah-zarah berukuran debu atau agregat-agregat, tidak dapat diatus (didrainasekan) oleh kakas gravitasi, karena pori-porinya terlampau kecil (halus). Ini memerlukan suatu tegangan sebesar $1/2$ atmosfer untuk mengosongkan sebuah pori yang bergaris tengah $0,006$ mm. Sebagian besar pori-pori di dalam debu murni berukuran lebih kecil dari ini.

- Klasifikasi menurut kemantapan

Agregat-agregat dapat berbeda menurut kemampuannya dalam bertahan di bawah pengaruh tetesan air hujan atau pembenaman ke dalam

air. Kemantapan ini bergantung kepada kandungan lempung, tingkat penjonjotan (flocculation), ikatan-ikatan bahan organik-inorganik, perekat mikrobia terhadap agregat-agregat, dan adanya bahan-bahan perekat mineral, misalnya oksida-oksida besi dan aluminium.

- Klasifikasi menurut ukuran pori

Karena akar-akar tanaman dan mikrobia hidup di dalam ruang-ruang pori, maka klasifikasi struktur tanah menurut ukuran porinya dapat diterima. Persentase agihan ruang pori dari berbagai ukuran dapat ditentukan dengan cara menghilangkan air dari suatu contoh tanah yang telah dijenuhi dengan air. Data yang dihasilkan bila diplot ke dalam suatu kurve pelepasan lengas tanah akan memberikan suatu gambaran yang bagus tentang pola struktur suatu tanah.

Genesis struktur tanah

Di bawah ini akan dibahas tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan agregat tanah.

a. Lempung dan ion-ion tertukarkan

Pada umumnya lempung membantu dalam pembentukan agregat tanah dengan bekerja sebagai perekat dan juga dengan kemampuannya membengkak dan mengkerut akibat perubahan-perubahan lengas. Selaput-selaput tipis dari lempung menyelimuti agregat-agregat kecil zarah-zarah tanah tertentu dan berperan dalam mengikat agregat-agregat ini secara bersama-sama. Selaput-selaput semacam ini dinamakan kulit lempung (clay skins) dan dapat membantu pemilahan antar kelompok jenis tanah. Pelindian (leaching) ke arah bawah terhadap lempung telah berlanjut sedemikian rupa di dalam tanah Latosol sehingga kulit lempung seperti ini tidak dijumpai. Sebagai akibat kecilnya potensial zeta maka lempung kaolinitik lebih mudah terjonjot (terflokulasi) dibandingkan lempung-lempung montmorillonitik. Ion-ion tertukarkan juga mempunyai pengaruh yang nyata terhadap penjonjotan lempung.

b. Perekat-perekat inorganik

Seskuioksida-seskuioksida membentuk koloid-koloid yang tak balik (irreversible) dan lambat balik (slowly reversible). Koloid-koloid ini membantu pembentukan agregat-agregat yang tahan terhadap air. Pengaruh ini dapat diperhatikan terutama pada tanah-tanah Latosolik tropika. Selain kandungan lempung masamnya yang tinggi tanah-tanah ini umumnya teragregasi dengan baik. Bongkahan-bongkahan (peds) terkecil berukuran pasir halus.

Keadaan semacam ini menghasilkan pori-pori yang cukup besar yang memungkinkan adanya perkolasi yang cepat bagi kelebihan air. Kalsium karbonat yang mengendap di sekitar zarah-zarah tanah juga berperan sebagai perekat. Garam-garam cenderung mendorong penjonjotan lempung bahkan pada lempunglempung yang jenuh sodium sekalipun.

3. Pengaruh Struktur Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Struktur tanah berfungsi memodifikasi pengaruh tekstur terhadap kondisi drainase atau aerasi tanah, karena susunan antara ped atau agregat tanah menghasilkan ruang yang lebih besar ketimbang susunan antar partikel primer. Oleh karena itu, tanah yang berstruktur baik akan mempunyai kondisi drainase dan aerasi yang baik pula, sehingga lebih memudahkan sistem perakaran tanaman untuk berpenetrasi dan mengabsorpsi (menyerap) hara dan air, sehingga pertumbuhan dan produksi menjadi lebih baik.

4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemantapan Struktur

1. Bahan induk

Variasi penyusun tanah tersebut mempengaruhi pembentukan agregat-agregat tanah serta kemantapan yang terbentuk. Kandungan liat menentukan dalam pembentukan agregat, karena liat berfungsi sebagai pengikat yang diabsorpsi pada permukaan butiran pasir dan setelah dihidrasi tingkat reversibilitasnya sangat lambat. Kandungan liat $> 30\%$ akan berpengaruh terhadap agregasi, sedangkan kandungan liat $< 30\%$ tidak berpengaruh terhadap agregasi.

2. Bahan organik tanah

Bahan organik tanah merupakan bahan perekat setelah mengalami pencucian. Pencucian tersebut dipercepat dengan adanya organisme tanah. Sehingga bahan organik dan organisme di dalam tanah saling berhubungan erat.

3. Tanaman

Tanaman pada suatu wilayah dapat membantu pembentukan agregat yang mantap. Akar tanaman dapat menembus tanah dan membentuk celah-celah. Disamping itu dengan adanya tekanan akar, maka butir-butir tanah semakin melekat dan padat. Selain itu celah-celah tersebut dapat terbentuk dari air yang diserap oleh tanaman tersebut.

4. Organisme tanah

Organisme tanah dapat mempercepat terbentuknya agregat. Selain itu juga mampu berperan langsung dengan membuat lubang dan menggemburkan tanaman. Secara tidak langsung merombak sisa-sisa tanaman yang setelah dipergunakan akan dikeluarkan lagi menjadi bahan pengikat tanah.

5. Waktu

Waktu menentukan semua faktor pembentuk tanah berjalan. Semakin lama waktu berjalan, maka agregat yang terbentuk pada tanah tersebut semakin mantap.

6. Iklim

Iklim berpengaruh terhadap proses pengeringan, pembasahan, pembekuan, pencairan. Iklim merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan agregat tanah.

5. Manfaat Struktur Tanah pada Bidang Pertanian

Manfaat mengetahui struktur tanah dalam bidang pertanian yaitu dapat mengetahui kandungan mineral. Bahan organik, serta kebutuhan air dalam pengelolaan lahan pertanian. Hal tersebut dapat diketahui dengan melihat nilai BJ, BV, serta porositas total tanahnya.

D. Konsistensi tanah

Konsistensi tanah menunjukkan integrasi antara kekuatan daya kohesi butir-butir tanah dengan daya adhesi butir-butir tanah dengan benda lain. Keadaan tersebut ditunjukkan dari daya tahan tanah terhadap gaya yang akan mengubah bentuk. Gaya yang akan mengubah bentuk tersebut misalnya pencangkulan, pembajakan, dan penggaruan.

djowigeno (1992) bahwa tanah-tanah yang mempunyai konsistensi baik umumnya mudah diolah dan tidak melekat pada alat pengolah tanah. Penetapan konsistensi tanah dapat dilakukan dalam tiga kondisi, yaitu: basah, lembab, dan kering. Konsistensi basah merupakan penetapan konsistensi tanah pada kondisi kadar air tanah di atas kapasitas lapang (field capacity).

Konsistensi lembab merupakan penetapan konsistensi tanah pada kondisi kadar air tanah sekitar kapasitas lapang. Konsistensi kering merupakan penetapan

konsistensi tanah pada kondisi kadar air tanah kering udara. Pada kondisi basah, konsistensi tanah dibedakan berdasarkan tingkat plastisitas dan tingkat kelekatan.

Pada kondisi lembab, konsistensi tanah dibedakan ke dalam tingkat kegemburan sampai dengan tingkat keteguhannya. Pada kondisi kering, konsistensi tanah dibedakan berdasarkan tingkat kekerasan tanah. Secara lebih terinci cara penentuan konsistensi tanah dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Konsistensi Basah

1.1. **Tingkat Kelekatan**, yaitu menyatakan tingkat kekuatan daya adhesi antara butir-butir tanah dengan benda lain, ini dibagi 4 kategori:

- Tidak Lekat (Nilai 0): yaitu dicirikan tidak melekat pada jari tangan atau benda lain.
- Agak Lekat (Nilai 1): yaitu dicirikan sedikit melekat pada jari tangan atau benda lain.
- Lekat (Nilai 2): yaitu dicirikan melekat pada jari tangan atau benda lain
- Sangat Lekat (Nilai 3): yaitu dicirikan sangat melekat pada jari tangan atau benda lain.

1.2 **Tingkat Plastisitas**, yaitu menunjukkan kemampuan tanah membentuk dibagi 4 kategori berikut:

- Tidak Plastis (Nilai 0): yaitu dicirikan tidak dapat membentuk gulungan tanah.
- Agak Plastis (Nilai 1): yaitu dicirikan hanya dapat dibentuk gulungan tanah kurang dari 1 cm.
- Plastis (Nilai 2): yaitu dicirikan dapat membentuk gulungan tanah lebih dari 1 cm dan diperlukan sedikit tekanan untuk merusak gulungan tersebut.
- Sangat Plastis (Nilai 3): yaitu dicirikan dapat membentuk gulungan tanah lebih dari 1 cm dan diperlukan tekanan besar untuk merusak gulungan tersebut.

2. Konsistensi Lembab

Pada kondisi kadar air tanah sekitar kapasitas lapang, konsistensi dibagi 6 kategori sebagai berikut:

- Lepas (Nilai 0): yaitu dicirikan tanah tidak melekat satu sama lain atau antar butir tanah mudah terpisah (contoh: tanah bertekstur pasir).
- Sangat Gembur (Nilai 1): yaitu dicirikan gumpalan tanah mudah sekali hancur bila diremas.
- Gembur (Nilai 2): yaitu dicirikan dengan hanya sedikit tekanan saat meremas dapat menghancurkan gumpalan tanah.
- Teguh / Kokoh (Nilai 3): yaitu dicirikan dengan diperlukan tekanan agak kuat saat meremas tanah tersebut agar dapat menghancurkan gumpalan tanah.
- Sangat Teguh / Sangat Kokoh (Nilai 4): yaitu dicirikan dengan diperlukannya tekanan berkali-kali saat meremas tanah agar dapat menghancurkan gumpalan tanah tersebut.
- Sangat Teguh Sekali / Luar Biasa Kokoh (Nilai 5): yaitu dicirikan dengan tidak hancurnya gumpalan tanah meskipun sudah ditekan berkali-kali saat meremas tanah dan bahkan diperlukan alat bantu agar dapat menghancurkan gumpalan tanah tersebut

3. Konsistensi Kering

Penetapan konsistensi tanah pada kondisi kadar air tanah kering udara, ini dibagi 6 kategori sebagai berikut:

- Lepas (Nilai 0): yaitu dicirikan butir-butir tanah mudah dipisah-pisah atau tanah tidak melekat satu sama lain (misalnya tanah bertekstur pasir).
- Lunak (Nilai 1): yaitu dicirikan gumpalan tanah mudah hancur bila diremas atau tanah berkohesi lemah dan rapuh, sehingga jika ditekan sedikit saja akan mudah hancur.
- Agar Keras (Nilai 2): yaitu dicirikan gumpalan tanah baru akan hancur jika diberi tekanan pada remasan atau jika hanya mendapat tekanan jari-jari tangan saja belum mampu menghancurkan gumpalan tanah.
- Keras (Nilai 3): yaitu dicirikan dengan makin susah untuk menekan gumpalan tanah dan makin sulitnya gumpalan untuk hancur atau makin diperlukannya tekanan yang lebih kuat untuk dapat menghancurkan gumpalan tanah.

- Sangat Keras (Nilai 4): yaitu dicirikan dengan diperlukan tekanan yang lebih kuat lagi untuk dapat menghancurkan gumpalan tanah atau gumpalan tanah makin sangat sulit ditekan dan sangat sulit untuk hancur.
- Sangat Keras Sekali / Luar Biasa Keras (Nilai 5): yaitu dicirikan dengan diperlukannya tekanan yang sangat besar sekali agar dapat menghancurkan gumpalan tanah atau gumpalan tanah baru bisa hancur dengan menggunakan alat bantu (pemukul).

Beberapa faktor yang mempengaruhi konsistensi tanah adalah:

- (1) tekstur tanah,
- (2) sifat dan jumlah koloid organik dan anorganik tanah,
- (3) sruktur tanah, dan
- (4) kadar air tanah.

AA. Aktivitas Pembelajaran

Tahap Kegiatan	Kegiatan Dosen	Kegiatan Guru	Teknik Penilaian	Media
Pendahuluan	17. Memperkenalkan diri, memberi salam 18. Menjelaskan learning outcomes 19. Menjelaskan materi yang akan diberikan dan system penilaian 20. Memotivasi karakter religius	13. Memperhatikan 14. Mencatat penjelasan yang diberikan 15. Memperhatikan dan mencatat cakupan materi	Lisan Sikap	PPT
Penyajian	53. Meminta pendapat guru tentang pengertian tanah dan struktur tanah 54. Memberikan reinforcement atas jawaban guru	53. Mengajukan pendapat tentang metode pengukuran dan kesalahan pengukuran 54. Menerima	Lisan Tulisan	PPT Lembar kinerja

	<p>55. Menjelaskan definisi dan pengertian ilmu mekanika tanah</p> <p>56. Meminta pendapat guru tentang ruang lingkup topik tsb</p> <p>57. Menyimpulkan jawaban guru</p> <p>58. Menjelaskan bagaimana proses pembentukan tanah serta perbedaan tanah dengan batuan</p> <p>59. Menjelaskan sifat-sifat fisika dan kimia dari tanah</p> <p>60. Menyimpulkan bersama guru jawaban wacana tersebut</p> <p>61. Membentuk kelompok diskusi</p> <p>62. Meminta pendapat Kelompok tentang materi tersebut</p> <p>63. Memberikan reinforcement atas jawaban guru</p> <p>64. Memberikan kesempatan kepada guru untuk bertanya tentang materi yang telah dibahas.</p> <p>65. Menjawab dan menyimpulkan</p>	<p>reinforcement</p> <p>55. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>56. Mengemukakan pendapat</p> <p>57. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>58. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>59. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>60. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>61. Mengajukan pendapat</p> <p>62. Mengajukan pendapat</p> <p>63. Menerima reinforcement</p> <p>64. Mengajukan pertanyaan</p> <p>65. Memperhatikan dan mencatat</p>	<p>Kinerja diskusi</p>	
--	---	--	------------------------	--

	jawaban mahasiswa			
Penutup	<p>9. Menyimpulkan bersama mahasiswa tentang materi yang telah disampaikan.</p> <p>10. Menugaskan mahasiswa untuk membaca dan membuat referensi materi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya</p>	<p>13. Memperhatikan</p> <p>14. Memperhatikan dan mencatat materi yang ditugaskan.</p> <p>15. Memperhatikan dan mencatat materi penugasan pertemuan berikutnya</p>	Tulisan Kinerja	

BB. Latihan/Kasus/Tugas

A.TUJUAN TUGAS:

Mengidentifikasi topik kajian tentang sifat-sifat fisika dan mekanika tanah serta mengetahui proses pembentukan tanah

B. URAIAN TUGAS:

a. Obyek Garapan :

- Apakah yang dimaksud dengan tanah dan struktur tanah?
- Apa itu sifat-sifat fisika dan kimia dari tanah?
- Bagaimanakah proses pembentukan tanah?

b. Metode/Cara Pengerjaan (acuan cara pengerjaan):

- Mencari defenisi, topik, kajian tentang sifat-sifat fisika dan kimia dari tanah

- Mengidentifikasi perbedaan tanah dan batu serta pengaruh struktur tanah terhadap tanaman

CC. Rangkuman

- Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut.
- Perbedaan Batu dan Tanah
Batu merupakan kumpulan butir-butir mineral alam yang saling terikat erat dan kuat. Sehingga sukar untuk dilepaskan. Sedangkan tanah merupakan kumpulan butir-butir mineral alam yang tidak melekat atau melekat tidak erat, sehingga sangat mudah untuk dipisahkan.
- Sifat Fisika Tanah
Ciri tanah berdasarkan sifat fisiknya meliputi: tekstur, struktur, konsistensi, warna, suhu, lengas, udara, porositas, permeabilitas dan drainase tanah.
- Sifat Kimia Tanah
Tanah selaku tubuh alam, mempunyai komposisi kimia berbeda-beda, penentu sifat kimia tanah antara lain berupa kandungan bahan organik, unsur hara, dan pH tanah, sifat biologi tanah dan profil tanah.
- Struktur tanah merupakan gumpalan kecil dari butiran-butiran tanah. Gumpalan struktur itu terjadi karena butir-butir pasir, debu, dan liat terikat satu sama lain oleh perekat seperti bahan organik, oksida-oksida besi, dan lain-lain. Gumpalan-gumpalan kecil ini mempunyai bentuk, ukuran, dan kemantapan (ketahanan yang berbeda-beda).
- Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemantapan Struktur
 - a. Bahan induk
 - b. Bahan organik tanah
 - c. Tanaman
 - d. Organisme tanah
 - e. Waktu
 - f. Iklim

DD. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

DIMENSI	Sangat Memuaskan	Memuaskan	Batas	Kurang Memuaskan	Di bawah standard	SKOR
KELENGKAPAN	Aspek yang dijelaskan lengkap dan integratif	Aspek yang dijelaskan lengkap	Masih kurang aspek model yang belum terungkap	Hanya menunjukkan sebagian model saja	Tidak ada konsep	
KEBENARAN	Diungkapkan dengan tepat, aspek penting tidak dilewatkan, bahkan analisis dan membantu memahami model	Diungkap dengan tepat, namun deskriptif	Sebagian besar model sudah terungkap, namun masih ada yang terlewatkan	Kurang dapat mengungkap kan aspek penting, dalam materi	Tidak ada model yang disajikan	

Daftar Pustaka

1. Abdul,majdid. "Dasar dasar ilmu tanah". 23 januari 2012.
2. Anonym." Sifat fisika tanah" . desember 2015
3. Habib,geo." Konsistensi tanah". 11 November 2015
4. Abdul,majdid. "Dasar dasar ilmu tanah". 23 januari 2012.
5. Anonym." Sifat fisika tanah" . desember 2015
6. Habib,geo." Konsistensi tanah". 11 November 2015

VII. KEGIATAN PEMBELAJARAN 6

MERUMUSKAN DRAINASE DAN PORI-PORI TANAH

EE. Tujuan Pembelajaran

6. Memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimiliki.
- 6.4 Menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran untuk mendorong
- 6.4.2 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler diidentifikasi untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.
- 6.4.3 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler dirancang untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal

FF. Uraian Materi Pembelajaran

1. Pengertian Drainase

Drainase adalah kepentingan utama dalam reklamasi tanah yang beragam dan kerap kali yang terendam air. Bahkan jika hanya daerah itu yang telah diusahakan pertaniannya dipertimbangkan, drainase mengunungkan pertanian irigasi dan masyarakat umum dalam banyak cara. Sebagai contoh drainase yang baik (1) memberikan kemudahan pembajakan dan penanaman sawah (2) memperpanjang musim tumbuh tanaman, (3) menyiapkan kelembaban tanah yang lebih berarti, (4) mengurangi erosi tanah dan pengaluran dengan meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah, (5) membersihkan penggaraman tanah dan (6) menjamin temperatur tanah lebih tinggi

Sumber utama dari kelebihan air yang membuat drainase yang diperlukan pada bagian tanah irigasi adalah kehilangan akibat rembesan dari resefoar atau saluran dan kehilangan akibat perkolasi dalam dari tanah irigasi. Pemakaian air secara efisien pada daerah irigasi yang lebih tinggi mengurangi keperluan drainase dari tanah yang lebih rendah. Penggenangan dari daerah yang lebih rendah sejalan dengan limpahan sungai dengan saluran-saluran drainase alamiah selama periode aliran maksimum merupakan pembentuk sumber kelebihan air dalam daerah aliran air lembah tertentu dalam daerah kering dari berbagai arah.

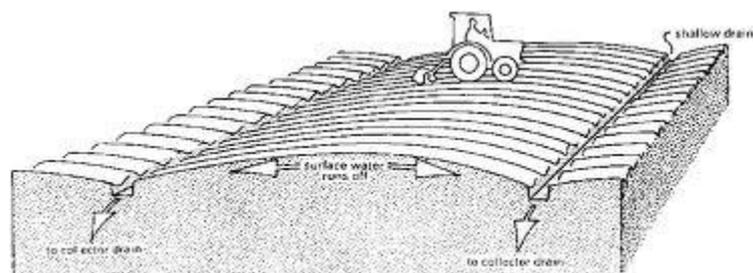
2. Drainase Permukaan Tanah

Drainase permukaan adalah proses pembuangan air yang tergenang pada permukaan lahan. Drainase permukaan terdiri dari saluran dan

termasuk didalamnya petaan lahan dan penterasan. Drainase permukaan tanah pun sangat sesuai untuk lahan dengan permeabilitas lambat dan tanah dengan kandungan liatt tinggi. Laju air yang dibuang pada drainase permukaan tergantung pada beberapa faktor antara lain curah hujan, karakteristik tanah dalam pola tanam. Pada hampir semua tanaman, sistem drainase permukaan harus membuang kelebihan air dalam waktu 24 sampai 48 jam. Semakin cepat terbangun semakin banyak tanaman yang dapat diselamatkan.

Permukaan tanah yang tertutup material kedap air, sulit menyalurkan limpahan air hujan. Sesuai dengan sifatnya, air hujan tersebut datang dengan volume yang cukup besar pada waktu yang singkat. Bila tidak diantisipasi penyerapannya dengan cepat pula maka air hujan tersebut dapat dipastikan akan menggenang di atas permukaan kedap air. Lebih fatal lagi bila air menggenang itu mengalir ke dataran yang lebih rendah. Tanpa limpahan air hujan dari daerah yang lebih tinggi, dataran tersebut sudah cukup sulit menyalurkan air ke dalam tanah. Akibatnya menjadi banjir. Ini merupakan fenomena yang sering terjadi diperkotaan. Usahakan secepat mungkin air hujan dapat menghilang dari permukaan tanah, dengan meminimalkan penutupan permukaan tanah dengan material yang kedap air. Lebih baik tanah ditutup dengan rumput atau kerikil.

Drainase lahan pertanian ialah pembuatan dan pengoperasian suatu system dimana aliran air dalam tanah diciptakan sedemikian rupa sehingga baik genangan maupun kedalaman air tanah dapat dikendalikan sehingga bermanfaat bagi usaha tani ataupun suatu usaha membuang kelebihan air secara alamiah atau buatan dari permukaan tanah atau dari dalam tanah merugikan terhadap pertumbuhan tanaman.



Gambar 6.1. Drainase permukaan tanah

Sumber: <http://www.slideshare.net/naylarahmi7/pemberianairdanefisiensiirigasi>

3. Drainase Permukaan Bawah Tanah

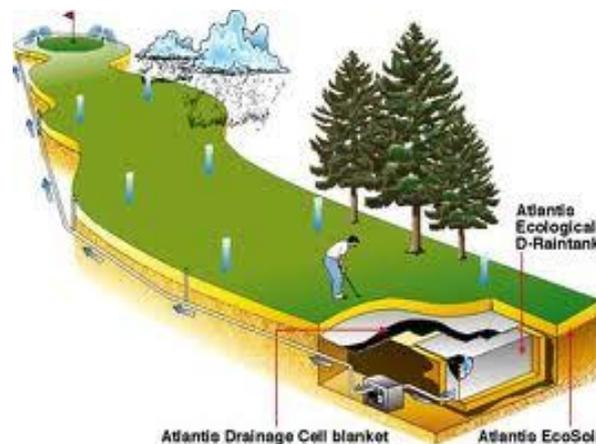
Drainase bawah permukaan adalah Drainase bawah permukaan, yaitu suatu sistem drainase yang menangani permasalahan kelebihan air di bawah permukaan

tanah atau di bawah lapisan tanah, misalnya untuk menurunkan permukaan air tanah yang tinggi agar daerah tersebut terbebas dari masalah kelembaban yang tinggi.

Kendala kejenuhan lahan yang berlebihan setelah penanaman dapat diatur dengan sistem drainase tanah. Tujuan drainase lahan selain untuk menaikkan muka air tanah juga dapat menyisahkan lengas tanah untuk pertumbuhan tanaman. Tujuan lain untuk mempercepat hilangnya air gravitasi dan mempertahankan agar air kapilaer selalu berada pada daerah perakaran selama pertumbuhan tanaman. Kandungan t anah yang tersedia sebagai hasil dari sistem drainase menjadi pasok untuk kebutuhan air tanaman sekaligus menjadi sumber irigasi bawah permukaan (subsurface irrigation). Pasok lengas ini sangat bermanfaat bagi tanaman di lahan sawah tadah hujan untuk meningkatkan efisiensi pemakaian air irigasi

Pipa berkualitas diperlukan jika sistem drainase untuk dipakai pada periode waktu yang panjang. Pipa harus sangat tahan sekali terhadap kerusakan akibat pembekuan dan pencairan, tahan terhadap asam-asam dan sulfut dan cukup rapat supaya relatif kedap air. Proses pembuatan secara modern dan ketersediaan material baru yang berkualitas tinggi yang menggantikan pipa yang berkwalitas kurang

Drainase bawah permukaan dengan sistem pipa sekarang ini belum banyak diterapkan di lahan pertanian di Indonesia, kecuali untuk lapangan golf dan lapangan olah raga lainnya. Sistem drainase bawah permukaan dengan saluran terbuka umumnya digunakan di lahan pertanian di Indonesia, akan tetapi di masa depan seiring dengan meningkatnya kemakmuran dan penggunaan mesin-mesin pertanian menuntut aplikasi sistem drainase bawah permukaan berpipa. Materi pembahasan meliputi: Hidrolika air tanah Persamaan drainase kondisi aliran steady Persamaan drainase tidak steady Drainase bawah permukaan Bahan (material) dan bangunan untuk drainase pipa Konstruksi sistem drainase pipa Operasional dan pemeliharaan.



Gambar 6.2. Drainase permukaan bawah tanah

Sumber : <https://bebasbanjir2025.wordpress.com/10-makalah-tentang-banjir-2/supriyanto/>

4. Drainase Menurut Fungsinya

1. Single purpose

Yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan atau air jenis buangan yang lain seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.

2. Multi purpose

Yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.

5. Drainase Menurut Konstruksi

1. saluran terbuka

Yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak didaerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan/ mengganggu lingkungan.

2. Saluran tertutup

Yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan/lingkungan) atau untuk saluran yang terletak ditengah kota.

6. Drainase Jalan Raya

Drainase jalan raya dibedakan untuk perkotaan dan luar kota. Umumnya di perkotaan dan luar perkotaan, drainase jalan raya selalu mempergunakan drainase muka tanah (Surface drainage). Di perkotaan saluran muka tanah selalu ditutup sebagai bahu jalan atau trotoar. Walaupun juga sebagaimana diluar perkotaan, ada juga saluran drainase muka tanah tidak tertutup (terbuka lebar), dengan sisi atas saluran rata dengan muka jalan sehingga air dapat masuk dengan bebas. Drainase jalan raya di perkotaan elevasi sisi atas selalu lebih tinggi dari sisi atas muka jalan. Air masuk ke saluran melalui inflet. Inlet yang ada dapat berupa inlet tegak ataupun inlet horizontal. Untuk jalan raya yang lurus, kemungkinan letak saluran pada sisi kiri dan sisi kanan jalan. Jika jalan ke arah lebar miring ke arah tepi, maka saluran akan

terdapat pada sisi tepi jalan atau pada bahu jalan, sedangkan jika kemiringan arah lebar jalan ke arah median jalan maka saluran akan terdapat pada median jalan tersebut. Jika jalan tidak lurus, menikung, maka kemiringan jalan satu arah, tidak dua arah seperti jalan yang lurus. Kemiringan satu arah pada jalan menikung ini menyebabkan saluran hanya pada satu sisi jalan yaitu sisi yang rendah. Untuk menyalurkan air pada saluran ini pada jarak tertentu, direncanakan adanya pipa nol yang diposisikan dibawah badan jalan untuk mengalirkan air dari saluran.

7. Drainase Lapangan Terbang

Drainase lapangan terbang pembahasannya difokuskan pada drainase area run way dan shoulder karena runway dan shoulder merupakan area yang sulit diresapi, maka analisis kapasitas / debit hujan menggunakan formula drainase muka tanah atau surface drainage. Kemiringan keadan melintang untuk runway umumnya lebih kecil atau samadengan 1,50 %, kemiringan shoulder ditentukan antara 2,50 % sampai 5 %. Kemiringan ke arah memanjang ditentukan sebesar lebih kecil atau sama dengan 0,10 %, ketentuan dari FAA. Amerika Serikat, genangan air di permukaan runway maksimum 14 cm, dan harus segera dialirkan. Di sekeliling pelabuhan udara terutama di sekeliling runway dan shoulder, harus ada saluran terbuka untuk drainase mengalirkan air (Interception ditch) dari sisi luar lapangan terbang.

8. Drainase Lapangan Olahraga

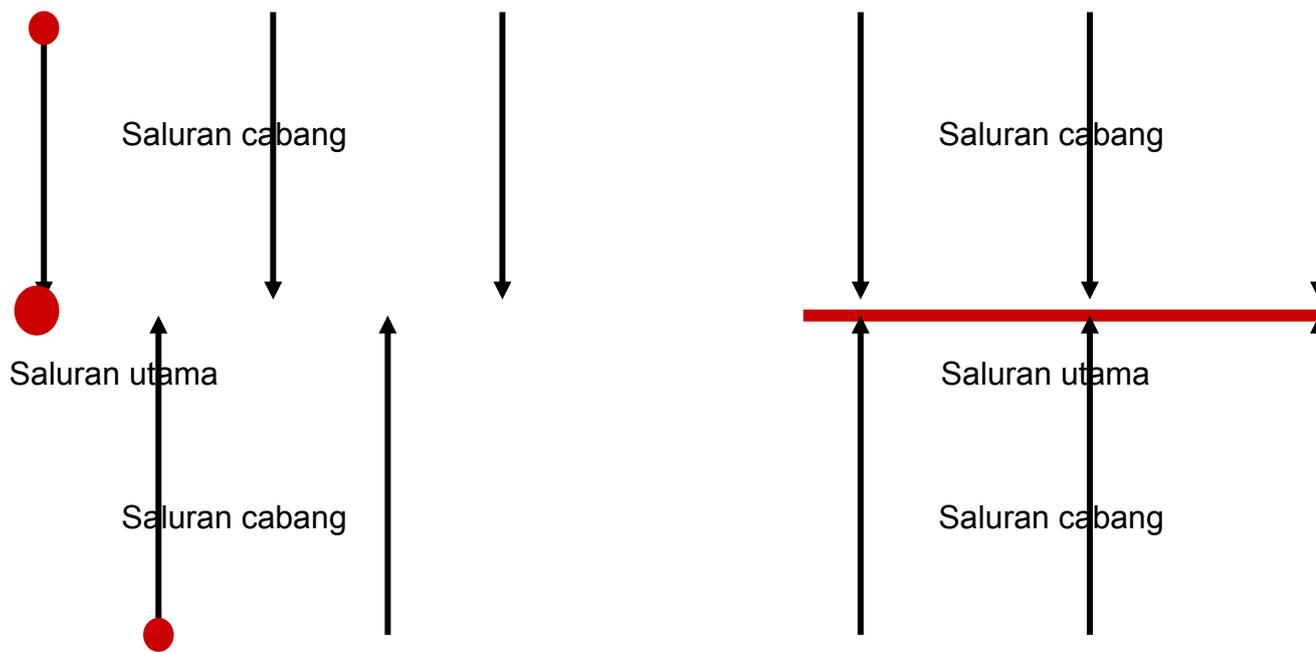
Drainase lapangan olahraga direncanakan berdasarkan infiltrasi atau resapan air hujan pada lapisan tanah, tidak run of pada muka tanah (sub surface drainage) tidak boleh terjadi genangan dan tidak boleh tererosi. Kemiringan lapangan harus lebih kecil atau sama dengan 0,007. Rumput di lapangan sepakbola harus tumbuh dan terpelihara dengan baik. Batas antara keliling lapangan sepakbola dengan lapangan jalur atletik harus ada collector drain.

9. Pola Jaringan Drainase

Pola jaringan drainase terdiri dari enam macam, antara lain:

1. Siku

Digunakan pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi daripada sungai. Sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada di tengah kota.

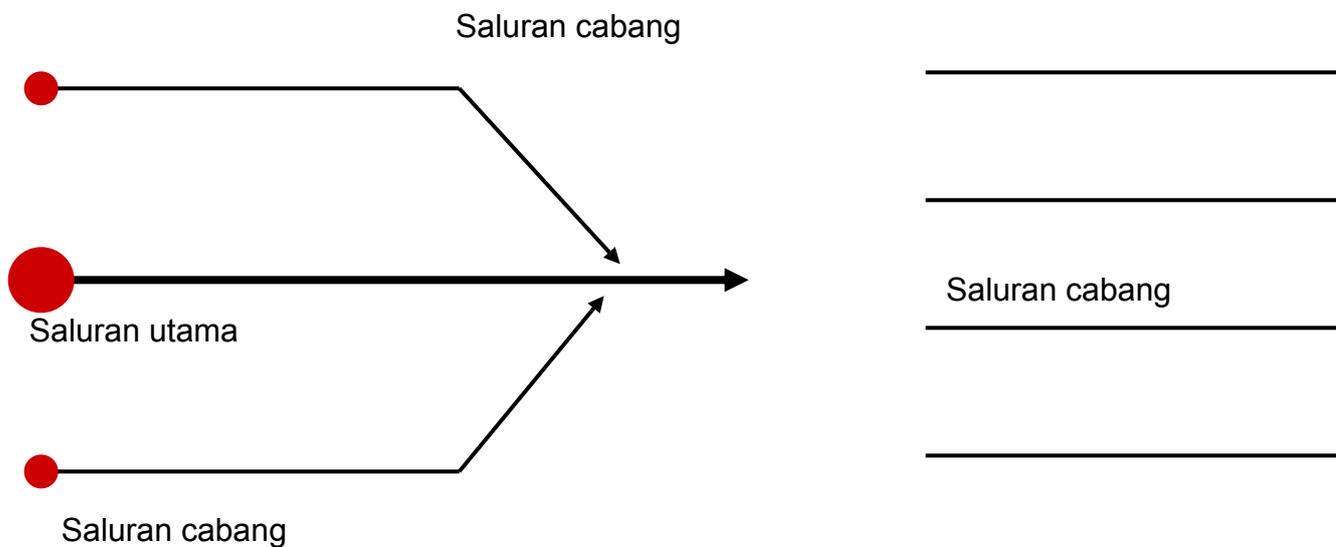


Gambar 6.3. Pola jaringan siku

Sumber : <https://tsipilunikom.wordpress.com/2012/06/19/sistem-drainase/>

2. Paralel

Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.

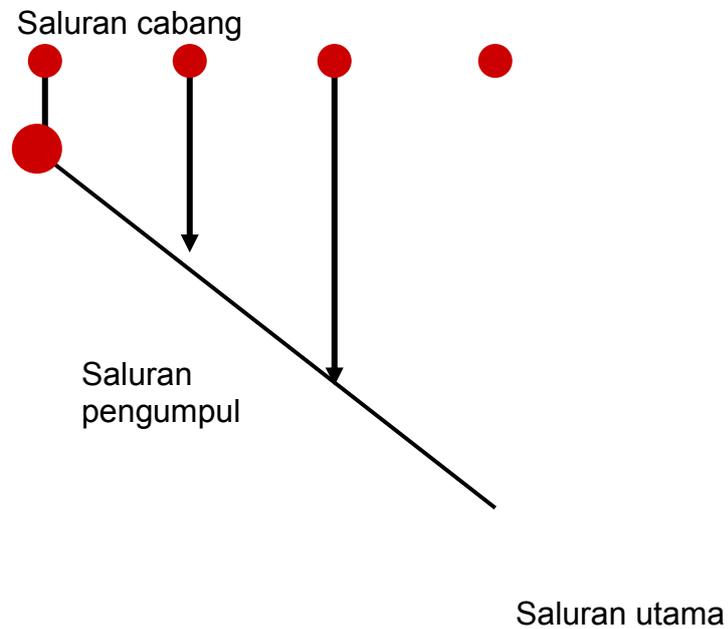


Gambar 64. Pola jaringan parallel

Sumber : <https://tsipilunikom.wordpress.com/2012/06/19/sistem-drainase/>

3. Grid iron

Digunakan untuk daerah dengan sungai yang terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dahulu pada saluran pengumpul.

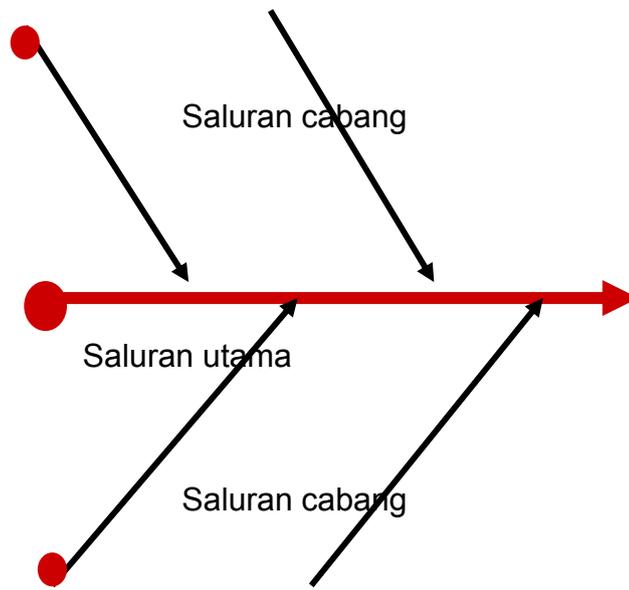


Gambar 6.5. Pola jaringan grid iron

Sumber : <https://tsipilunikom.wordpress.com/2012/06/19/sistem-drainase/>

4. Alamiah

Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar.

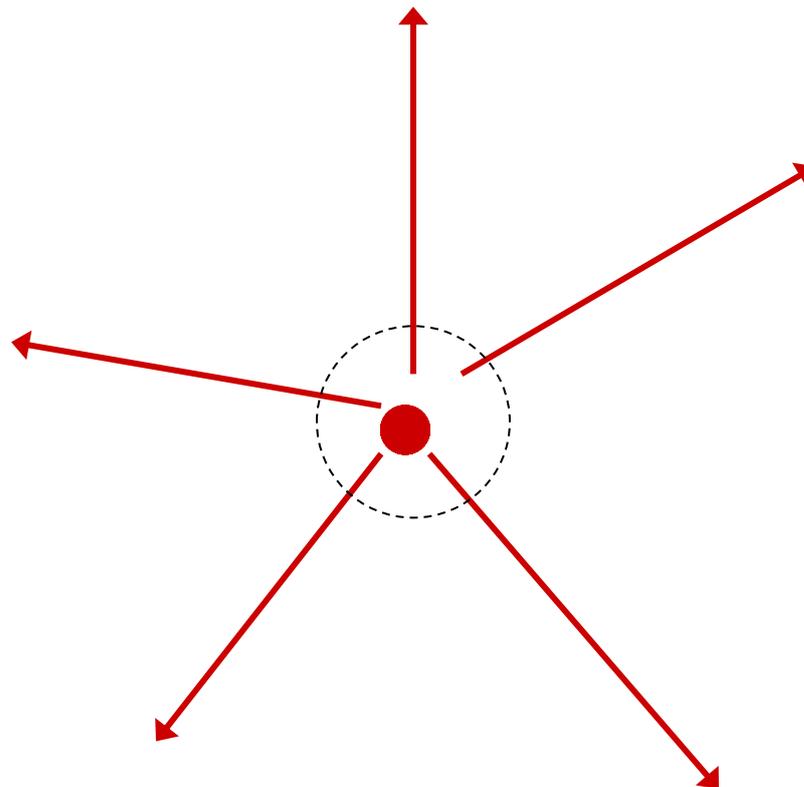


Gambar 6.6. Pola jaringan alamiah

Sumber : <https://tsipilunikom.wordpress.com/2012/06/19/sistem-drainase/>

5. Radial

Digunakan untuk daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.

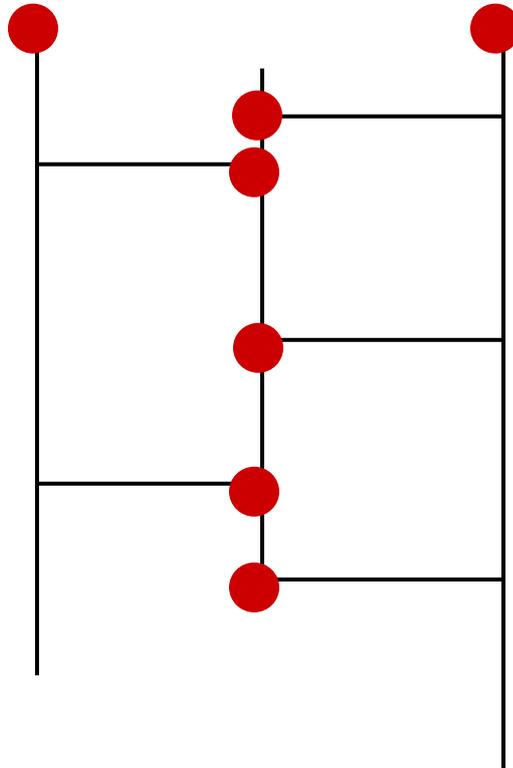


Gambar 6.7. Pola jaringan radial

Sumber : <https://tsipilunikom.wordpress.com/2012/06/19/sistem-drainase/>

6. Jaring-jaring

Mepunyai saluran-saluran pembuangan yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 6.8. Pola jaringan jarring-jaring

Sumber : <https://tsipilunikom.wordpress.com/2012/06/19/sistem-drainase/>

Pola jaring-jaring terbagi lagi menjadi 4 jenis :

1. Pola perpendicular

Adalah pola jaringan penyaluran air buangan yang dapat digunakan untuk sistem terpisah dan tercampur sehingga banyak diperlukan banyak bangunan pengolahan.

2. Pola interceptor dan pola zone

Adalah pola jaringan yang digunakan untuk sistem tercampur.

3. Pola fan

Adalah pola jaringan dengan dua sambungan saluran / cabang yang dapat lebih dari dua saluran menjadi satu menuju ke sautu bangunan pengolahan. Biasanya digunakan untuk sistem terpisah.

4. Pola radial

Adalah pola jaringan yang pengalirannya menuju ke segala arah dimulai dari tengah kota sehingga ada kemungkinan diperlukan banyak bangunan pengolahan.

10. Pengklasifikasian Saluran Drainase

Macam saluran untuk pembuangan air dapat dibedakan menjadi :

1. Saluran Air Tertutup

a. Drainase Bawah Tanah Tertutup, yaitu saluran yang menerima air dari daerah yang diperkeras maupun yang tidak diperkeras dan membawanya ke sebuah pipa keluar di sisi tapak (saluran permukaan atau sungai), ke sistem drainase kota.

b. Drainase Bawah Tanah Tertutup, dengan tempat penampungan pada tapak, dimana drainase ini mampu menampung air limpasan dengan volume dan kecepatan yang meningkat tanpa menyebabkan erosi dan kerusakan pada tapak.

2. Saluran Air Terbuka

Merupakan saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas. Pada saluran air terbuka ini jika ada sampah yang menyumbat dapat dengan mudah untuk dibersihkan, namun bau yang ditimbulkan dapat mengurangi kenyamanan. Menurut asalnya, saluran dibedakan menjadi :

- a. Saluran Alam (natural), meliputi selokan kecil, kali, sungai kecil dan sungai besar sampai saluran terbuka alamiah.
- b. Saluran Buatan (artificial), seperti saluran pelayaran, irigasi, parit pembuangan, dan lain-lain. Saluran terbuka buatan mempunyai istilah yang berbeda-beda antara lain :
 - Saluran (canal) : biasanya panjang dan merupakan selokan landai yang dibuat di tanah, dapat dilapisi pasangan batu/tidak atau beton, semen, kayu maupu aspal.
 - Talang (flume) : merupakan selokan dari kayu, logam, beton/pasangan batu, biasanya disangga/terletak di atas permukaan tanah, untuk mengalirkan air berdasarkan perbedaan tinggi tekan.
 - Got miring (chute) : selokan yang curam.
 - Terjunan (drop) : seperti got miring dimana perubahan tinggi air terjadi dalam jangka pendek.
 - Gorong-gorong (culvert) : saluran tertutup (pendek) yang mengalirkan air melewati jalan raya, jalan kereta api, atau timbunan lainnya.
 - Terowongan Air Terbuka (open-flow tunnel) : selokan tertutup yang cukup panjang, dipakai untuk mengalirkan air menembus bukit/gundukan tanah.

3. Saluran Air Kombinasi

Saluran Air Kombinasi, dimana limpasan air terbuka dikumpulkan pada saluran drainase permukaan, sementara limpasan dari daerah yang diperkeras dikumpulkan pada saluran drainase tertutup.

11. Keuntungan dan Kekurangan Drainase

Drainase cukup meningkatkan susunan tanah dan menaikkan serta menyempurnakan produktivitas tanah. Drainase juga memperbaiki kesehatan lingkungan dan membuat daerah pemukiman lebih menarik. Keuntungan lain dari drainase yaitu mempunyai kapasitas penyaluran kelebihan yang cukup memuaskan, memudahkan pengerjaan dengan input yang relatif murah dan pengerjaannya dapat dengan mekanis/tenaga manusia.

Selain mempunyai keuntungan, drainase pun mempunyai kekurangan antara lain adanya saluran pembuangan yang dibangun dengan sendirinya akan mengurangi

A. Drainase tanah

Drainase Tanah adalah lamanya kondisi tergenang / jenuh air, bukan merupakan ukuran berapa cepat air terbuang dari tanah air dapat hilang melalui permukaan tanah maupun melalui peresapan ke dalam tanah. Berdasarkan atas klas drainasenya, tanah dibedakan menjadi klas drainase terhambat (tergenang) sampai sangat cepat (air sangat cepat hilang dari tanah).

Klas drainase ditentukan di lapangan dengan melihat adanya gejala-gejala pengaruh air dalam penampang tanah. Gejala-gejala tersebut antara lain adalah warna pucat, kelabu, atau adanya becak-becak karatan. Warna pucat atau kelabu kebiru-biruan menunjukkan adanya pengaruh genangan air yang kuat, sehingga merupakan petunjuk adanya tanah berdrainase buruk. Adanya karatan menunjukkan bahwa udara masih dapat masuk ke dalam tanah setempat-setempat sehingga terjadi oksidasi di tempat tersebut dan terbentuk senyawa-senyawa Fe^{+++} yang berwarna merah. Bila air tidak pernah menggenang sehingga tata udara dalam tanah selalu baik, maka seluruh profil tanah dalam keadaan oksidasi (Fe^{+++}). Oleh karena itu seluruh tanah umumnya berwarna merah atau cokelat.

Keadaan drainase tanah menentukan jenis tanaman yang dapat tumbuh. Sebagai contoh, padi dapat hidup pada tanah-tanah dengan drainase buruk, tetapi

jagung, karet, cengkeh, kopi dan lain-lain tidak akan dapat tumbuh dengan baik kalau tanah selalu tergenang air.

Drainase tanah diklasifikasikan sebagai berikut :

d_0 = baik : tanah mempunyai peredaran udara baik. Seluruh profil tanah dari atas sampai lapisan bawah berwarna terang yang uniform dan tidak terdapat becak-becak.

d_1 = agak baik : tanah mempunyai peredaran udara baik. Tidak terdapat becak-becak berwarna kuning, coklat atau kelabu pada lapisan atas dan bagian atas lapisan bawah.

d_2 = agak buruk : lapisan atas tanah mempunyai peredaran udara baik; tidak terdapat becak-becak berwarna kuning, kelabu atau coklat. Becak-becak terdapat pada seluruh bagian lapisan bawah.

d_3 = buruk : bagian bawah lapisan atas (dekat permukaan) terdapat warna atau becak-becak berwarna kelabu, coklat atau kekuningan.

d_4 = sangat buruk : seluruh lapisan permukaan tanah berwarna kelabu dan tanah bawah berwarna kelabu atau terdapat becak-becak kelabu, coklat atau kekuningan.

B. Pori-pori tanah

Pori-pori tanah adalah bagian yang tidak terisi bahan padat tanah (terisi oleh udara dan air). Pori-pori tanah dapat dibedakan menjadi pori-pori kasar (macro pore) dan pori-pori halus (micro pore). Pori-pori kasar berisi udara atau air gravitasi (air yang mudah hilang karena gaya gravitasi), sedang pori-pori halus berisi air kapiler atau udara. Tanah- tanah pasir mempunyai pori-pori kasar lebih banyak daripada tanah liat. Tanah dengan banyak pori-pori kasar sulit menahan air sehingga tanaman mudah kekeringan.

Porositas tanah dipengaruhi:

- Kandungan bahan organik
- Struktur tanah
- Tekstur tanah

Porositas tanah tinggi kalau bahan organik tinggi, tanah-tanah dengan struktur granuler atau remah, mempunyai porositas yang lebih tinggi daripada

tanah-tanah dengan struktur massive (pejal). Tanah dengan tekstur pasir banyak mempunyai pori-pori makro sehingga sulit untuk menahan air.

GG. Aktivitas Pembelajaran

Tahap Kegiatan	Kegiatan Dosen	Kegiatan Guru	Teknik Penilaian	Media
Pendahuluan	21. Memperkenalkan diri, memberi salam 22. Menjelaskan learning outcomes 23. Menjelaskan materi yang akan diberikan dan system penilaian 24. Memotivasi karakter religius	16. Memperhatikan 17. Mencatat penjelasan yang diberikan 18. Memperhatikan dan mencatat cakupan materi	Lisan sikap	PPT
Penyajian	66. Meminta pendapat guru tentang sifat sifat fisik tanah 67. Memberikan reinforcement atas jawaban guru 68. Menjelaskan definisi dan pengertian drainase, drainase tanah dan pori-pori tanah 69. Meminta pendapat guru tentang ruang lingkup topik tsb 70. Menyimpulkan	66. Mengajukan pendapat tentang metode pengukuran dan kesalahan pengukuran 67. Menerima reinforcement 68. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan 69. Mengemukakan pendapat 70. Memperhatikan	Lisan Tulisan Kinerja diskusi	PPT Lembar kinerja

	<p>jawaban guru</p> <p>71. Menjelaskan bagaimana drainase permukaan tanah dan drainase dibawah permukaan tanah</p> <p>72. Menggambarakan beberapa pola jaringang drainase dan bagaimana pengaruh drainase terhadap tanaman</p> <p>73. Menyimpulkan bersama guru jawaban wacana tersebut</p> <p>74. Membentuk kelompok diskusi</p> <p>75. Meminta pendapat Kelompok tentang materi tersebut</p> <p>76. Memberikan reinforcement atas jawaban guru</p> <p>77. Memberikan kesempatan kepada guru untuk bertanya tentang materi yang telah dibahas.</p> <p>78. Menjawab dan menyimpulkan jawaban mahasiswa</p>	<p>dan mencatat</p> <p>71. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>72. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>73. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>74. Mengajukan pendapat</p> <p>75. Mengajukan pendapat</p> <p>76. Menerima reinforcement</p> <p>77. Mengajukan pertanyaan</p> <p>78. Memperhatikan dan mencatat</p>		
Penutup	11. Menyimpulkan bersama mahasiswa	16. Memperhatikan	Tulisan	

	tentang materi yang telah disampaikan. 12. Menugaskan mahasiswa untuk membaca dan membuat referensi materi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya	17. Memperhatikan dan mencatat materi yang ditugaskan. 18. Memperhatikan dan mencatat materi penugasan pertemuan berikutnya	Kinerja	
--	---	--	---------	--

HH. Latihan/Kasus/Tugas

A.TUJUAN TUGAS:

Mengidentifikasi topik kajian tentang drainase tanah, macam-macam drainase tanah dan pori pori tanah

B. URAIAN TUGAS:

a. Obyek Garapan :

- Apakah yang dimaksud dengan drainase tanah
- Apa perbedaan drainase bawah tanah dan drainase atas permukaan
- Apa yang dimaksud dengan pori pori tanah

b. Metode/Cara Pengerjaan (acuan cara pengerjaan):

- Mencari defenisi, topik, kajian drainse tanah dan pori-pori tanah dan pengaruhnya
- Mengidentifikasi pengaruh drainase tanah dan pori-pori tanah tanah

II. Rangkuman

- Drainase adalah kepentingan utama dalam reklamasi tanah yang beragam dan kerap kali yang terendam air.

- Drainase permukaan adalah proses pembuangan air yang tergenang pada permukaan lahan. Drainase permukaan terdiri dari saluran dan termasuk didalamnya pertaan lahan dan penterasan
- Drainase bawah permukaan adalah Drainase bawah permukaan, yaitu suatu sistem drainase yang menangani permasalahan kelebihan air di bawah permukaan tanah atau di bawah lapisan tanah
- Drainase Bawah Tanah Tertutup, yaitu saluran yang menerima air dari daerah yang diperkeras maupun yang tidak diperkeras dan membawanya ke sebuah pipa keluar di sisi tapak (saluran permukaan atau sungai), ke sistem drainase kota.
- Drainase bawah permukaan adalah Drainase bawah permukaan, yaitu suatu sistem drainase yang menangani permasalahan kelebihan air di bawah permukaan tanah atau di bawah lapisan tanah, misalnya untuk menurunkan permukaan air tanah yang tinggi agar daerah tersebut terbebas dari masalah kelembaban yang tinggi.
- Drainase Tanah adalah lamanya kondisi tergenang / jenuh air, bukan merupakan ukuran berapa cepat air terbuang dari tanah air dapat hilang melalui permukaan tanah maupun melalui peresapan ke dalam tanah
- Pori-pori tanah adalah bagian yang tidak terisi bahan padat tanah (terisi oleh udara dan air)

JJ. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

DIMENSI	Sangat Memuaskan	Memuaskan	Batas	Kurang Memuaskan	Di bawah standard	SKOR
KELENGKAPAN	Aspek yang dijelaskan lengkap dan integratif	Aspek yang dijelaskan lengkap	Masih kurang aspek model yang belum terungkap	Hanya menunjukkan sebagian model saja	Tidak ada konsep	
KEBENARAN	Diungkapkan	Diungkap	Sebagian	Kurang	Tidak	

	dengan tepat, aspek penting tidak dilewatkan, bahkan analisis dan membantu memahami model	dengan tepat, namun deskriptif	besar model sudah terungkap, namun masih ada yang terlewatkan	dapat mengungkap kan aspek penting, dalam materi	ada model yang disajikan	
--	---	--------------------------------	---	--	--------------------------	--

Daftar Pustaka

1. Anonym. Irigasi dan drainase. 01 Maret 2011
2. Yahya,aji. Hubungan Drainase tanah, Produksi , pertanian
<http://www.slideshare.net/YahyaAji/09-23-hubungan-drainase-tanah-produksi-pertanian-49745397>. 8 desember 2015
3. Foth, D. Hendry, 1995. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Gajah Mada Universitas Press. Yogyakarta
4. Hanafiah, K. A, 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Divisi Perguruan Tinggi. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
5. Syarief, Saifuddin., 1988. *Fisika Kimia Tanah Pertanian*. C.V. Pustaka Buana : Bandung.

VIII. KEGIATAN PEMBELAJARAN 7
MERUMUSKAN SIFAT-SIFAT LAIN
(KEADAAN BATUAN, PADAS, KEDALAMAN EFEKTIF DAN LERENG)

KK. Tujuan Pembelajaran

6. Memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimiliki.
- 6.4 Menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran untuk mendorong
- 6.4.2 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler diidentifikasi untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.
- 6.4.3 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler dirancang untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara

LL. Uraian Materi Pembelajaran

1. PENGERTIAN TANAH

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut.

Tanah terdiri atas butir-butir diantaranya berupa ruang pori. Ruang pori dapat terisi udara dan atau air. Tanah juga dapat mengandung bahan-bahan organik sisa atau pelapukan tumbuhan atau hewan. Tanah semacam ini disebut *tanah organik*.

A. Sifat-sifat lain

Untuk dapat menentukan kesesuaian tanah bagi bermacam-macam penggunaan maka disamping sifat-sifat tanah , perlu diamati pula sifat-sifat tanah lain serta keadaan lingkungannya, misalnya:

1. Keadaan batuan

Terdapatnya batu-batu baik di permukaan tanah maupun di dalam tanah dapat mengganggu perakaran tanaman serta mengurangi kemampuan tanah untuk berbagai penggunaan. Karena itu jumlah dan ukuran batuan yang di temukan perlu dicatat dengan baik.

Bahan induk terdiri dari batuan vulkanik, batuan beku, batuan pan), dan batuan metamorf. Batuan induk itu akan hancur menjadi bahan induk, kemudian akan mengalami pelapukan dan menjadi tanah. Tanah yang terdapat di permukaan

bumi sebagian memperlihatkan sifat (terutama sifat kimia) yang sama dengan bahan induknya. Bahan induknya masih terlihat misalnya tanah berstruktur pasir berasal dari bahan induk yang kandungan pasirnya tinggi. Susunan kimia dan mineral bahan induk akan mempengaruhi intensitas tingkat pelapukan dan vegetasi di atasnya. Bahan induk yang banyak mengandung unsur Ca akan membentuk tanah dengan kadar ion Ca yang banyak pula sehingga dapat menghindari pencucian asam silikat dan sebagian lagi dapat membentuk tanah yang berwarna kelabu. Sebaliknya bahan induk yang kurang kandungan kapurnya membentuk tanah yang warnanya lebih merah.

Mineral-mineral batuan mempunyai keragaman dalam ketahanannya terhadap pelapukan, sehingga mineralogi bahan induk akan sangat berpengaruh atas laju perkembangan tanah, selain itu mineralogi dari bahan induk akan mempengaruhi tipe produk pelapukan dan komposisi mineral dari tanah. Komposisi elemen dari bahan induk akan berpengaruh terhadap kesuburan kimia tanah. Tidak hanya kimia dan komposisi mineral bahan induk yang mempengaruhi perkembangan tanah, sifat fisika juga penting. Konsolidasi dan ukuran partikel bahan induk juga berpengaruh atas permeabilitas air yang akan mempengaruhi perkembangan tanah. Misalnya tanah-tanah yang berkembang dari batu kapur (limestone) biasanya mempunyai pH yang tinggi, mempunyai mineral lempung smectite dan derajat kejenuhan basa (base saturation) yang tinggi, sedangkan tanah yang berkembang dari batu pasir (sandstone) dan granit biasanya mempunyai kemasaman yang rendah dan derajat kejenuhan basa yang rendah.

Kedalaman dan media tanam merupakan komponen utama ketika akan bercocok tanam. Media tanam yang akan digunakan harus disesuaikan dengan jenis tanaman yang ingin ditanam. Menentukan media tanam yang tepat dan standar untuk jenis tanaman yang berbeda habitat asalnya merupakan hal yang sulit. Penyebabnya pada setiap daerah memiliki kelembapan dan kecepatan angin yang berbeda. Secara umum, media tanam harus dapat menjaga kelembapan daerah sekitar akar, menyediakan cukup udara, dan dapat menahan ketersediaan unsur hara. Kedalaman sangat berpengaruh dalam faktor pertumbuhan tanaman. Kedalaman tanam tergantung juga pada tipe perkecambahan dan kandungan air serta oksigen pada media tanam.

Tanah pada masa kini sebagai media tumbuh tanaman didefinisikan sebagai lapisan permukaan bumi yang secara fisik berfungsi sebagai tempat tumbuh-berkembangnya perakaran penopang tegak-tumbuhnya tanaman dan penyuplai kebutuhan air dan udara, secara kimiawi berfungsi sebagai gudang dan penyuplai

hara atau nutrisi (senyawa organik dan anorganik sederhana dan unsur-unsur esensial seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B, Cl, dan lain-lain), dan secara biologis berfungsi sebagai habitat biota (organisme) yang berpartisipasi-aktif dalam penyediaan hara tersebut dan zat-zat aditif (pemacu tumbuh, proteksi) bagi tanaman-tanaman, yang ketiganya secara integral mampu menunjang produktivitas tanah untuk menghasilkan biomass dan produksinya baik tanaman pangan, obat-obatan, industri perkebunan, maupun kehutanan.

Kedalaman tanam tergantung pada tipe perkecambahan dan kandungan air serta oksigen pada media tanam. Umumnya benih dengan cotyledoneae yang muncul ke atas permukaan tanah, biasanya memerlukan penanaman dangkal daripada benih yang cotyledoneae bijinya tertinggal dibawah permukaan tanah.

2. Faktor-faktor penghambat lain yang mungkin terdapat pada tanah

Batu-batuan Bahan kasar dapat berada dalam lapisan tanah atau di permukaan tanah. Bahan kasar yang terdapat dalam lapisan 20 cm atau dibagi atas tanah yang berukuran lebih besar dari 2 mm dibedakan sebagai berikut :

a. Krikil adalah bahan kasar yang berdiameter lebih besar dari 2 mm sampai 7,5 cm jika berbentuk bulat atau sampai 15 cm sumbu panjang jika berbentuk gepeng. Kerikil di dalam lapisan 20 cm permukaan tanah dikelompokkan sebagai berikut :

b_0 = tidak ada atau sedikit : 0 – 15 % volume tanah

b_1 = sedang : 15 – 50 % volume tanah

b_2 = banyak : 50 – 90 % volume tanah

b_3 = sangat banyak : > 90 % volume tanah.

b. Batuan Kecil adalah bahan kasar atau batuan berdiameter 7,5 cm sampai 25 cm jika berbentuk bulat, atau sumbu panjangnya berukuran 15 cm sampai 40 cm jika berbentuk gepeng. Banyaknya batuan kecil dikelompokkan sebagai berikut :

b_0 = tidak ada atau sedikit : 0 – 15 % volume tanah

b_1 = sedang : 15 – 50 % volume tanah : pengelolaan tanah mulai agak sulit dan pertumbuhan tanaman agak terganggu.

b_2 = banyak : 50 – 90 % volume tanah : pengelolaan tanah sangat sulit dan pertumbuhan tanaman terganggu

b_3 = sangat banyak : > 90 % volume tanah : pengelolaan tanah tidak mungkin dilakukan dan pertumbuhan tanaman terganggu.

Batu-batuan di atas permukaan tanah-tanah ada dua macam, yaitu

(1) batuan bebas yang terletak di atas permukaan tanah (dalam bahasa Inggris disebut "stone"), dan

(2) batuan yang terungkap di atas permukaan tanah yang merupakan bagian dari batuan besar yang terbenam di dalam tanah (dalam bahasa Inggris disebut "rock"). Pengelompokan batuan di atas permukaan tanah adalah sebagai berikut

Batuan lepas adalah batuan yang tersebar di atas permukaan tanah dan berdiameter lebih besar dari 25 cm (berbentuk bulat) atau bersumbu memanjang lebih dari 40 cm (berbentuk gepeng). Penyebaran batuan lepas di atas permukaan tanah dikelompokkan sebagai berikut :

b_0 = tidak ada : kurang dari 0,016 luas areal

b_1 = sedikit : 0,016 – 3 % permukaan tanah tertutup; pengolahan tanah dengan mesin agak terganggu tetapi tidak mengganggu pertumbuhan tanaman

b_2 = sedang : 3 % - 15 % permukaan tanah tertutup; pengolahan tanah mulai agak sulit dan luas areal produktif berkurang

b_3 = banyak : 15 % - 90 % permukaan tanah tertutup; pengolahan tanah dan tanaman menjadi sangat sulit

b_4 = sangat banyak : lebih dari 90 % permukaan tanah tertutup; tanah sama sekali tidak dapat digunakan untuk produksi pertanian.

Batuan terungkap ("rock") : Penyebaran batuan tertutup dikelompokkan sebagai berikut :

b_0 = tidak ada : kurang dari 2 % permukaan tanah tertutup

b_1 = sedikit : 2 % - 10 % permukaan tanah tertutup ; pengolahan tanah dan penanaman agak terganggu

b_2 = sedang : 10 % - 50 % permukaan tanah tertutup; pengolahan tanah dan penanaman terganggu

b_3 = banyak : 50 – 90 % permukaan tanah tertutup ; pengolahan tanah dan penanaman sangat terganggu

b_4 = sangat banyak : lebih dari 90 % permukaan tanah tertutup ; tanah sama sekali tidak dapat digarap

2. Padas(pan)

Padas merupakan bagian tanah yang mengeras dan padat sehingga tidak dapat ditembus akar tanaman ataupun air. Karena itu dalam penyifatan tanah di lapangan dalamnya padas dan kekerasannya perlu diteliti.

3. Kedalaman efektif

Kedalaman efektif adalah kedalaman tanah yang masih dapat ditembus akar tanaman. Pengamatan kedalaman efektif dilakukan dengan mengamati penyebaran akar tanaman. Banyaknya perakaran, baik akar halus maupun akar kasar, serta dalamnya akar-akar tersebut dapat menembus tanah perlu diamati dengan baik.

Menurut sistem ini tanah diklasifikasikan dalam delapan kelas yang ditandai dengan huruf Romawi I, II, III, IV, V, VI, VII dan VIII, yang didefinisikan sebagai berikut :

- a. Kelas I (dengan warna hijau). Tanah kelas satu sesuai untuk segala jenis penggunaan pertanian tanpa memerlukan tindakan pengawetan tanah yang khusus. Tanahnya datar, dalam, bertekstur halus dan sedang, mudah diolah dan responsif terhadap pemupukan. Tanah kelas I tidak mempunyai penghambat atau ancaman kerusakan dan oleh karenanya dapat digarap untuk usaha tani tanaman semusim dengan aman. Tindakan pemupukan dan usaha-usaha pemeliharaan struktur yang baik diperlukan untuk menjaga kesuburannya dan mempertinggi produktivitas.
- b. Kelas II (dengan warna kuning). Tanah kelas II sesuai untuk segala jenis penggunaan pertanian dengan sedikit hambatan dan ancaman kerusakan. Tanahnya berlereng landai, kedalamannya dalam atau bertekstur halus sampai agak halus. Jika digarap untuk usaha pertanian semusim diperlukan tindakan pengawetan tanah yang ringan seperti pengolahan menurut kontur, pergiliran tanaman dengan tanaman penutup tanah atau pupuk hijau, atau guludan, di samping tindakan-tindakan pemupukan seperti pada kelas I.
- c. Kelas III (dengan warna merah). Tanah kelas III sesuai untuk segala jenis penggunaan pertanian dengan hambatan dan ancaman kerusakan yang lebih besar dari tanah kelas II sehingga memerlukan tindakan pengawetan khusus. Tanah kelas III terletak pada lereng agak miring, atau berdrainase buruk, kedalamannya sedang, atau permeabilitasnya agak cepat. Tindakan pengawetan tanah khusus seperti penanaman dalam strip, pembuatan teras, pergiliran dengan tanaman penutup tanah di mana waktu untuk tanaman tersebut lebih lama, disamping tindakan-tindakan untuk memelihara atau meningkatkan kesuburan tanah.
- d. Kelas IV (dengan warna biru). Tanah kelas IV sesuai untuk segala jenis penggunaan pertanian dengan hambatan dan ancaman kerusakan yang

lebih besar dari tanah kelas III, sehingga memerlukan tindakan khusus pengawetan tanah yang lebih berat dan lebih terbatas waktu penggunaannya untuk tanaman semusim. Tanah kelas IV terletak pada lereng yang miring (15-30 %) atau berdrainase buruk atau kedalamannya dangkal. Jika dipergunakan untuk tanaman semusim diperlukan pembuatan terras atau pembuatan drainase atau pergiliran dengan tanaman penutup tanah/makanan ternak/pupuk hijau selama 3 – 5 tahun.

- e. Kelas V (dengan warna hijau tua). Tanah kelas V tidak sesuai untuk digarap bagi tanaman semusim, tetapi lebih sesuai untuk ditanami tanaman makanan ternak secara permanen atau dihutankan. Tanah kelas V terletak pada tempat yang datar atau agak cekung sehingga selalu tergenang air atau terlalu banyak batu diatas permukaannya atau terdapat liat masam (cat clay) di dekat atau pada daerah perakarannya.
- f. Tanah kelas VI (dengan warna oranye). Tanah kelas VI tidak sesuai untuk digarap bagi usaha tani tanaman semusim, disebabkan karena terletak pada lereng yang agak curam (30 – 45 %) sehingga mudah tererosi, atau kedalamannya yang sangat dangkal atau telah mengalami erosi berat. Tanah ini lebih sesuai untuk padang rumput atau dihutankan. Jika digarap untuk usaha tani tanaman semusim diperlukan pembuatan terras tangga/bangku. Penggunaannya untuk padang rumput harus dijaga agar rumputnya selalu menutup dengan baik. Penebangan kayu, jika dihutankan harus selektip.
- g. Kelas VII (dengan warna coklat). Tanah kelas VII sama sekali tidak sesuai untuk digarap bagi usaha tani tanaman semusim, tetapi lebih baik untuk ditanami vegetasi permanen. Jika digunakan untuk padang rumput atau hutan maka pengambilan rumput atau pengembalaan atau penebangan harus dilakukan dengan hati-hati. Tanah kelas VII terletak pada lereng yang curam (45 – 65 %) dan tanahnya dangkal, atau telah mengalami erosi yang sangat berat.
- h. Kelas VIII (dengan warna putih). Tanah kelas VIII tidak sesuai untuk usaha produksi pertanian, dan harus dibiarkan pada keadaan alami atau dibawah vegetasi alam. Tanah ini dapat dipergunakan untuk cagar alam, daerah

rekreasi atau hutan lindung. Tanah kelas VIII adalah tanah-tanah yang belereng sangat curam atau lebih dari 90 % permukaan tanah ditutupi batuan lepas atau batuan ungkapan, atau tanah yang bertekstur kasar

3. Konservasi Tanah dan Air

Konservasi tanah dalam arti yang luas adalah penempatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah.

Dalam arti yang sempit konservasi tanah diartikan sebagai upaya mencegah kerusakan tanah oleh erosi dan memperbaiki tanah yang rusak oleh erosi.

Konservasi air pada prinsipnya adalah penggunaan air hujan yang jatuh ke tanah untuk pertanian seefisien mungkin, dan mengatur waktu aliran agar tidak terjadi banjir yang merusak dan terdapat cukup air pada waktu musim kemarau. Konservasi tanah adalah pemeliharaan dan perlindungan terhadap tanah secara teratur guna mengurangi dan mencegah tanah dengan cara pelestarian atau adalah serangkaian strategi pengaturan untuk mencegah erosi tanah dari permukaan bumi atau terjadi perubahan secara kimiawi atau biologi akibat penggunaan yang berlebihan.

Konservasi tanah mempunyai hubungan yang sangat erat dengan konservasi air. Setiap perlakuan yang diberikan pada sebidang tanah akan mempengaruhi tata air pada tempat itu dan tempat-tempat di hilirnya. Oleh karena itu konservasi tanah dan konservasi air merupakan dua hal yang berhubungan erat sekali; berbagai tindakan konservasi tanah adalah juga tindakan konservasi air.

Dalam konservasi tanah yang dilakukan adalah menggunakan tanah berdasarkan kemampuannya. Hal ini dilakukan untuk menjaga supaya tanah tidak rusak dan tetap produktif. Oleh karena itu, strategi dalam konservasi tanah harus mengarah pada ketentuan sebagai berikut:

- Melindungi tanah dari air hujan dengan penutup permukaan tanah.
- Mengurangi aliran permukaan dengan meningkatkan kapasitas infiltrasi.
- Meningkatkan stabilitas agregat tanah.
- Mengurangi kecepatan aliran permukaan dengan meningkatkan kekasaran permukaan lahan.

Metode konservasi tanah dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu sebagai berikut:

1. Metode Vegetatif

Metode vegetative merupakan penggunaan tanaman dan tumbuhan atau bagian bagian tumbuhan atau sisa sisa untuk mengurangi daya tumbuk butir hujan yang jatuh, mengurangi kecepatan dan jumlah aliran permukaan yang pada akhirnya mengurangi erosi tanah. Dalam konservasi tanah dan air metode vegetatif mempunyai fungsi melindungi tanah terhadap daya perusak butir butir hujan yang jatuh dan melindungi tanah terhadap daya perusak air yang mengalir di permukaan tanah serta memperbaiki kapasitas infiltrasi tanah dan penahanan air yang langsung mempengaruhi besarnya aliran permukaan.

2. Metode Mekanik

Metode mekanik adalah semua perlakuan fisik mekanik yang diberikan terhadap tanah dan pembuatan bangunan untuk mengurangi aliran permukaan dan erosi, serta meningkatkan kemampuan penggunaan tanah. Metode mekanik dalam konservasi tanah berfungsi untuk memperlambat aliran permukaan, menampung dan menyalurkan aliran permukaan dengan kekuatan yang tidak merusak, memperbaiki atau memperbesar infiltrasi air ke dalam tanah dan memperbaiki aerasi tanah dan penyediaan air bagi tanaman. Metode mekanik dalam konservasi tanah mencakup pengolahan tanah, pengolahan tanah menurut kontur, guludan dan guludan bersaluran menurut kontur.

3. Metode Kimia

Metode kimia Adalah dengan menggunakan preparat kimia sintetis atau alami. Preparat ini disebut Soil Conditioner atau pemantap struktur tanah. Sesuai dengan namanya Soil Conditioner ini digunakan untuk membentuk struktur tanah yang stabil. Senyawa yang terbentuk akan menyebabkan tanah menjadi stabil. Misalnya salah satu usaha dalam penggunaan senyawa organik sintetis.

4. Lereng

Keadaan lingkungan di luar solum tanah yang sangat besar pengaruhnya terhadap kesesuaian tanah (lahan) untuk berbagai penggunaan adalah lereng. Makin curam lereng kesesuaian lahan makin berkurang. Pada umumnya dianggap bahwa kemiringan lereng yang lebih dari 30% tidak cocok lagi untuk tanaman pangan. Lereng dapat berbentuk cembung, cekung atau rata dengan panjang yang berbeda.

pengolahan lahan juga tentunya harus memperhatikan topografi dan kontur keadaan lahan. Semakin curam keadaan maka akan semakin besar tingkat erosi yang terjadi. Jika tingkat erosi semakin besar maka humus dan zat hara dalam tanah akan semakin banyak hilang. Berikut adalah tingkat kecuraman dan sifat tanah:

1. Hampir Datar

Pada topografi ini tanah memiliki sifat diantaranya pengairan baik, mudah diolah ancaman erosi kecil, , tidak terancam banjir. kemampuan menahan air baik, subur, dan respon terhadap pupuk. Pada lahan seperti ini sangat cocok untuk dijadikan sebagai lahan pertanian

2. Lereng Landai

Pada topografi tanah seperti ini memiliki sifat diantaranya struktur tanah kurang baik, ada ancaman erosi, pengolahan harus hati-hati,

3. Lereng Miring

Pada topografi tanah seperti ini memiliki sifat diantaranya baik ditanami untuk tanaman semusim mudah tererosi bergelombang tanahnya padas, kemampuan menahan air rendah.

4. Lereng Miring dan Berbukit

Pada topografi tanah seperti ini memiliki sifat diantaranya lapisan tanah tipis, kemampuan menahan air rendah sangat mudah tererosi dan, sering banjir. kandungan garam natrium tinggi

5. Datar

Pada topografi tanah seperti ini memiliki sifat diantaranya tidak cocok untuk pertanian, selalu tergenang air dan tanahnya berbatu-batu

6.. Lereng Agak Curam

Pada topografi tanah seperti ini memiliki sifat diantaranya tanah berbatu-batu, erosi kuat, tidakcocok untuk pertanian.

7. Lereng Curam

Pada topografi tanah seperti ini memiliki sifat diantaranya tanah berbatu, erosi sangat kuat, perakaran sangat dangkal, hanya untuk padang rumput

8. Lereng Sangat Curam

Pada topografi tanah seperti ini memiliki sifat diantaranya berbatu dan kemampuan menahan air sangat rendah tidak cocok untuk pertanian, lebih sesuai dibiarkan (alami)

MM. Aktivitas Pembelajaran

Tahap Kegiatan	Kegiatan Dosen	Kegiatan Guru	Teknik Penilaian	Media
Pendahuluan	<p>25. Memperkenalkan diri, memberi salam</p> <p>26. Menjelaskan learning outcomes</p> <p>27. Menjelaskan materi yang akan diberikan dan system penilaian</p> <p>28. Memotivasi karakter religius</p>	<p>19. Memperhatikan</p> <p>20. Mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>21. Memperhatikan dan mencatat cakupan materi</p>	Lisan sikap	PPT
Penyajian	<p>79. Meminta pendapat guru tentang sifat sifat fisik batuan</p> <p>80. Memberikan reinforcement atas jawaban guru</p> <p>81. Menjelaskan definisi dan pengertian tanah serta faktor faktor lain pada tanah</p> <p>82. Meminta pendapat guru tentang ruang lingkup topik tsb</p> <p>83. Menyimpulkan jawaban guru</p> <p>84. Menjelaskan bagaimana pengaruh faktor faktor lain (keadaan batuan ,padas,lereng dan kedalaman efektif)</p>	<p>79. Mengajukan pendapat tentang metode pengukuran dan kesalahan pengukuran</p> <p>80. Menerima reinforcement</p> <p>81. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>82. Mengemukakan pendapat</p> <p>83. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>84. Memperhatikan dan mencatat penjelasan yang diberikan</p> <p>85. Memperhatikan</p>	Lisan Tulisan Kinerja diskusi	PPT Lembar kinerja

	<p>terhadap tanah</p> <p>85. Menjabarkan berbagai faktor-faktor lain pada tanah</p> <p>86. Menyimpulkan bersama guru jawaban wacana tersebut</p> <p>87. Membentuk kelompok diskusi</p> <p>88. Meminta pendapat Kelompok tentang materi tersebut</p> <p>89. Memberikan reinforcement atas jawaban guru</p> <p>90. Memberikan kesempatan kepada guru untuk bertanya tentang materi yang telah dibahas.</p> <p>91. Menjawab dan menyimpulkan jawaban mahasiswa</p>	<p>dan mencatat</p> <p>86. Memperhatikan dan mencatat</p> <p>87. Mengajukan pendapat</p> <p>88. Mengajukan pendapat</p> <p>89. Menerima reinforcement</p> <p>90. Mengajukan pertanyaan</p> <p>91. Memperhatikan dan mencatat</p>		
Penutup	<p>13. Menyimpulkan bersama mahasiswa tentang materi yang telah disampaikan.</p> <p>14. Menugaskan mahasiswa untuk membaca dan membuat referensi materi yang akan dibahas pada</p>	<p>19. Memperhatikan</p> <p>20. Memperhatikan dan mencatat materi yang ditugaskan.</p> <p>21. Memperhatikan dan mencatat materi penugasan pertemuan</p>	Tulisan kinerja	

	pertemuan berikutnya	berikutnya		
--	----------------------	------------	--	--

NN. Latihan/Kasus/Tugas

A.TUJUAN TUGAS:

Mengidentifikasi topik kajian tentang keadaan batuan,padas,kedalaman efektif dan lereng

B. URAIAN TUGAS:

a. Obyek Garapan :

- Apakah yang dimaksud dengan kedalaman efektif
- Apa yang dimaksud dengan padas (pan) pada penentuan sifat fisik tanah
- Bagaiamanakah lereng yang cocok untuk lahan tanaman pangan

b. Metode/Cara Pengerjaan (acuan cara pengerjaan):

- Mencari defenisi, topik, kajian tentang faktor faktor lain pada tanah serta pengaruhnya
- Mengidentifikasi pengaruh faktor faktor lain (keadaan batuan,paas,kedalaman efektif dan lereng) terhadap lingkungan dan tanaman

OO. Rangkuman

- Tanah terdiri atas butir-butir diantaranya berupa ruang pori. Ruang pori dapat terisi udara dan atau air
- Terdapatnya batu-batu baik di permukaan tanah maupun di dalam tanah dapat mengganggu perakaran tanaman serta mengurangi kemampuan tanah untuk berbagai penggunaan

- Batuan lepas adalah batuan yang tersebar diatas permukaan tanah dan berdiameter lebih besar dari 25 cm (berbentuk bulat) atau bersumbu memanjang lebih dari 40 cm (berbentuk gepeng).
- Padas merupakan bagian tanah yang mengeras dan padat sehingga tidak dapat ditembus akar tanaman ataupun air
- Kedalaman efektif adalah kedalaman tanah yang masih dapat ditembus akar tanaman. Pengamatan kedalaman efektif dilakukan dengan mengamati penyebaran akar tanaman
- Metode konservasi tanah dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu sebagai berikut:
 - a. Metode vegetatif
 - b. Metode mekanik
 - c. Metode kimia
- pengolahan lahan harus memperhatikan topografi dan kontur keadaan lahan. Semakin curam keadaan maka akan semakin besar tingkat erosi yang terjadi
- tingkat kecuraman lereng : hampir datar ,lereng landai,lereng miring,lereng miring dan berbukit,datar,lereng agak curam ,lereng curam dan lereng sangat curam

PP.Umpan Balik dan Tindak Lanjut

DIMENSI	Sangat Memuaskan	Memuaskan	Batas	Kurang Memuaskan	Di bawah standard	SKOR
KELENGKAPAN	Aspek yang dijelaskan lengkap dan integratif	Aspek yang dijelaskan lengkap	Masih kurang aspek model yang belum terungkap	Hanya menunjukkan sebagian model saja	Tidak ada konsep	
KEBENARAN	Diungkapkan dengan tepat, aspek penting tidak dilewatkan, bahkan analisis dan	Diungkap dengan tepat, namun deskriptif	Sebagian besar model sudah terungkap, namun masih ada yang	Kurang dapat mengungkap kan aspek penting, dalam materi	Tidak ada model yang disajikan	

	membantu memahami model		terlewatkan			
--	-------------------------------	--	-------------	--	--	--

Daftar Pustaka

1. Arsyad S, 1989, Konservasi Tanah dan Air, Penerbit IPB Bogor, 2000
2. Anonym. "Kemampuan lahan". 12 november 2013.
3. Widiyanto." Menentukan kemampuan lahan". Desember 2010
4. Riki, dwijayanto. " Deskripsi dan klasifikasi tanah ". 13 september 2013

IX. EVALUASI

1. Tenaga yang berasal dari dalam bumi adalah :
 - a. Tenaga Endogen
 - b. Tenaga Eksogen
 - c. Tenaga Surya
 - d. Tenaga Induksi
 - e. Tenaga Induksi
2. Ilmu yang membahas rona muka bumi dan aspek yang mempengaruhinya adalah
 - a. Geologi
 - b. Morfologi
 - c. Palaentologi
 - d. Geografi
 - e. Stratigrafi
3. Bahan galian logam yang terbentuk akibat penorobosan magma adalah :
 - a. Batu bara
 - b. Mangan
 - c. Emas alluvial
 - d. Nikel laterit
 - e. Bijih Besi
4. Endapan yang terbentuk berupa sedimentasi adalah :
 - a. Batubara
 - b. Emas Primer
 - c. Tembaga
 - d. Mangan
 - e. Bijih Besi
5. Ciri endapan alluvial adalah :
 - a. Terdapat dekat sekali dengan sumbernya
 - b. Terdapat jauh dari sumbernya
 - c. Ukuran butir halus
 - d. Tersebar pada batuan beku
 - e. Terdapat dekat gunung
6. Ciri keterdapatn emas primer adalah :
 - a. Terdapat di pantai
 - b. Terdapat di sungai
 - c. Terdapat di laut
 - d. Terdapat di perbukitan
 - e. Terdapat di danau
7. Ilmu yang mempelajari kehidupan masa lampau yang didasarkan atas fosil tanaman adalah :
 - a. Palaentology
 - b. Fisiografi
 - c. Starigrafi
 - d. Anatomi
 - e. Hidrologi

8. Lapisan batuan / endapan yang tua berada di bawah dan yang muda ada di atasnya adalah hukum apa dalam istilah geologi?
- Hukum Alam
 - Hukum Superposisi**
 - Hukum Geologi
 - Hukum Topografi
 - Hukum tambang
9. Suatu teknik atau cara untuk mengetahui keterdapatan bahan galian (bentuk, ukuran , sebaran) adalah :
- Eksplorasi**
 - Geologi
 - Pertambangan
 - Studi Kelayakan
 - Prospeksi
10. Pemboran detail dilakukan pada kegiatan apakah?
- Prospeksi
 - Eksplorasi geofifika
 - Eksplorasi detail**
 - Penambangan
 - Pengangkutan
11. Pengamatan terhadap singkapan dilapangan kapankah dilakukan pada suatu tahaan eksplorasi?
- Eksplorasi awal**
 - Eksplorasi semi detail
 - Eksplorasi detail
 - Ekplorasi Studi Kelayakan
 - Kegiatan pengolahan
12. Geofisika eksplorasi termasuk dalam kegiatan apakah dalam eksplorasi?
- Eksplorasi Langsung
 - Eksplorasi Tak Langsung**
 - Eksplorasi Geokimia
 - Eksplorasi Detail
 - Studi kelayakan
13. Material yang terdiri dari agregat/butiran mineral padat yang tidak tersementasi satu sama lain adalah pengertian dari
- Batuan
 - Tanah**
 - Mineral
 - Struktur
 - Geologi
14. Pasir adalah enis tanah berdasarkan ukuran butir), yaitu:
- >2.00 mm
 - 2.00—0.06 mm**
 - 0.06—0.002 mm

d. <0.002 mm

15. Sifat fisik tanah dibawah ini kecuali

- a. Tekstur
- b. Struktur
- c. Porositas
- d. Permeabilitas
- e. **Kuat tarik**

16. Pola Jaringan drainage kecuali :

- a. Siku
- b. Paralel
- c. Grid Iron
- d. Alamiah
- e. **Meander**

17. Berdasarkan klasifikasi tanah, tanah kelas berapakah yang tidak sesuai digarap untuk tanaman semusim?

- a. Kelas I
- b. Kelas II
- c. Kelas III
- d. Kelas IV
- e. **Kelas V**

18. Tanah kelas berapakah yang cocok buat cagar alam?

- a. Kelas I
- b. Kelas II
- c. Kelas III
- d. Kelas IV
- e. **Kelas VIII**

19. Dalam Peta Geologi kita bisa melihat kecuali

- a. Jenis Batuan
- b. **Perbedaan Elevasi/ketinggian**
- c. Patahan
- d. Skala

20. Semakin detail kegiatan eksplorasi maka :

- a. **Biaya semakin mahal**
- b. Resiko geologi semakin tinggi
- c. Tingkat keyakinan semakin rendah
- d. Pemercontohan semakin jauh
- e. Data semakin sedikit

X. GLOSARIUM

- **Geomorfologi** berasal dari kata *geomorf* yang berarti bentuk lahan dan *logos* yang berarti ilmu. Jadi geomorfologi adalah ilmu atau uraian mengenai bentuk muka bumi
- **Tenaga Endogen** merupakan tenaga dari dalam bumi yang membentuk konfigurasi permukaan bumi.
- **Tenaga eksogen merupakan** tenaga dari luar kulit bumi yang membentuk konfigurasi permukaan bumi.
- **Tenaga epirogenesa** merupakan proses pengangkatan (negative) atau penurunan (positive) letak bumi dalam wilayah luas dengan kecepatan relatif lambat.
- **Tenaga orogenesis** merupakan pengangkatan pada daerah relatif sempit dalam waktu relatif singkat.
- **Vulkanisme** adalah proses keluarnya magma ke permukaan bumi, baik melalui pipa kepundan maupun celah-celah batuan.
- **Proses diastropisme** adalah proses struktural yang mengakibatkan terjadinya lipatan dan patahan tanpa dipengaruhi magma tapi tenaga dari dalam bumi.
- **Gempa bumi** adalah proses pergeseran permukaan bumi, baik disebabkan oleh tektonisme, vulkanisme maupun terban (tanah runtuh).
- **Bentang alam endogen** adalah bentangalam yang proses pembentukannya / genetiknya dikontrol oleh gaya-gaya endogen, seperti aktivitas gunungapi, aktivitas magma dan aktivitas tektonik (lipatan dan patahan).
- **Bukit Antiklin** (*anticlinal ridges*) adalah bentang alam yang berbentuk bukit dengan litologi yang mendasarinya berstruktur antiklin.
- **Lembah Antiklin** (*anticlinal valleys*) adalah bentangalam yang berbentuk lembah dengan litologi yang mendasarinya berstruktur antiklin.
- **Bukit Sinklin** (*synclinal ridges*) adalah bentang alam yang berbentuk bukit dengan litologi yang mendasarinya berstruktur sinklin.
- **Lembah Sinklin** (*synclinal valleys*) adalah bentangalam yang berbentuk lembah dengan litologi yang mendasarinya berstruktur sinklin.
- **Bukit Monoklin** (*monoclinial ridges*) adalah bentang alam yang berbentuk bukit dimana litologi yang mendasarinya memiliki kemiringan lapisan yang serarah/seragam.
- **Pelapukan atau weathering** (*weather*) merupakan perusakan batuan pada kulit bumi karena pengaruh cuaca (suhu, curah hujan, kelembaban, atau angin).
- **Erosi** adalah suatu bagian dari proses geomorfologi, yaitu proses pelepasan dan terangkatnya material bumi oleh tenaga geomorfologis.

- **Sedimentasi** adalah peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin.
- **Earth flow** adalah aliran massa batuan yang jenuh air menuruni lereng
- **Rock creep** yaitu gerakan massa batuan secara lambat menuruni lereng disebabkan karena gravitasi.
- **Talus creep** adalah rayapan puing-puing hasil pelapukan yang tertimbun di suatu lereng.
- **Slenk** atau graben adalah lembah patahan.
- **horst.** adalah puncak patahan.
- **Struktur geologi** adalah suatu struktur atau kondisi geologi yang ada di suatu daerah sebagai akibat dari terjadinya perubahan-perubahan pada batuan oleh proses tektonik atau proses lainnya.
- **Eksplorasi** adalah suatu cara atau metode yang digunakan dalam pencarian endapan bahan galian atau tambang, untuk mengetahui jenis bahan tambang dan keterdapatannya, bentuk dan arah sebarannya, serta untuk menentukan besaran atau cadangannya.
- **Mekanika tanah** adalah suatu cabang dari ilmu teknik yang mempelajari perilaku tanah dan sifatnya yang diakibatkan oleh tegangan dan regangan yang disebabkan oleh gaya-gaya yang bekerja.
- **Transported Soil** adalah tanah yang lokasinya pindah dari tempat terjadinya yang disebabkan oleh aliran air, angin, dan es.
- **Residual Soil** adalah tanah yang tidak pindah dari tempat terjadinya.
- **Padas** merupakan bagian tanah yang mengeras dan padat sehingga tidak dapat ditembus akar tanaman ataupun air.
- **Infiltrasi** adalah proses masuknya air dari permukaan ke dalam tanah.
- **Perkolasi** adalah gerakan aliran air di dalam tanah (dari zone of aeration ke zone of saturation).
- **Tanah porous** adalah tanah yang mudah atau yang cepat meresapkan air.
- **Talang** (flume) merupakan selokan dari kayu, logam, beton/pasangan batu, biasanya disangga/terletak di atas permukaan tanah, untuk mengalirkan air berdasarkan perbedaan tinggi tekan.
- **Multi purpose** yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.

- **Single purpose** yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan atau air jenis buangan yang lain seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.