



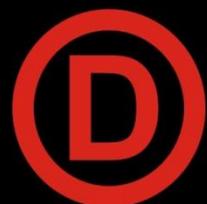
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016**

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Geologi Pertambangan

**Pedagogik : Menyusun Rancangan Pembelajaran
Profesional : Rekonstruksi Rancangan Tambang
Terbuka dan Kegiatan Tambang Dalam**

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Geologi Pertambangan

Penyusun :

**Drs. Murad M.S., MT
UNP Padang
murad.83ys@gmail.com
08126768194**

Reviewer :

**Heri Prabowo, ST., MT
UNP Padang
heri.19782000@yahoo.com
081328511025**

**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.

Modul Diklat Guru Pembelajar Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan inidiharapkan menjadi referensidan acuan bagi penyelenggara dan peserta diklat dalam melaksanakan kegiatan sebaik- baiknya sehingga mampu meningkatkan kapasitas guru. Modul ini disajikan 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 modul ini, mudah-mudahan modul ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi dalam diklat GP.

Jakarta, Maret 2016
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xii
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul.....	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	5
Rancangan Pembelajaran	5
A. Tujuan.....	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	5
C. Uraian Materi	5
D. Aktifitas Pembelajaran	8
E. Latihan	8
F. Rangkuman.....	10
Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	10
A. Tujuan.....	10
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	11
C. Uraian Materi	11
D. Aktifitas Pembelajaran	16
E. Latihan	16
F. Rangkuman.....	18
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	20
Siklus Batuan	20
Proses Pelapukan Batuan.....	20
A. Tujuan.....	20
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	20
C. Uraian Materi	20
D. Aktifitas Pembelajaran	28
E. Latihan	29
F. Rangkuman.....	31
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	31

Bentang Alam	32
A. Tujuan.....	32
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	32
C. Uraian Materi	32
D. Aktifitas Pembelajaran	57
E. Latihan	58
F. Rangkuman.....	62
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	63
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	64
Keselamatan, Kesehatan, dan Lingkungan Hidup	64
Simbol Keselamatan dan Kesehatan Kerja	64
A. Tujuan.....	64
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	64
C. Uraian Materi	64
D. Aktifitas Pembelajaran	70
E. Latihan	70
F. Rangkuman.....	72
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	73
Peralatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	74
A. Tujuan.....	74
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	74
C. Uraian Materi	74
D. Aktifitas Pembelajaran	79
E. Latihan	79
F. Rangkuman.....	82
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	82
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4	83
Teknik Pengambilan Sampling	83
Merumuskan Core Recovery	83
A. Tujuan.....	83
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	83
C. Uraian Materi	83
D. Aktifitas Pembelajaran	91
E. Latihan	91
F. Rangkuman.....	93
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	94
Metode Sampling	95
A. Tujuan.....	95
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	95
C. Uraian Materi	95
D. Aktifitas Pembelajaran	105
E. Latihan	105

F. Rangkuman.....	108
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	109
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5	110
Metode Penambangan	110
Tambang Terbuka.....	110
A. Tujuan.....	110
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	110
C. Uraian Materi	110
D. Aktifitas Pembelajaran	120
E. Latihan	121
F. Rangkuman.....	123
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	124
Tambang Bawah Tanah.....	124
A. Tujuan.....	124
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	125
C. Uraian Materi	125
D. Aktifitas Pembelajaran	133
E. Latihan	134
F. Rangkuman.....	136
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	138
KEGIATAN PEMBELAJARAN 6	139
Pemetaan Topografi	139
Peralatan Pemetaan Topografi	139
A. Tujuan.....	139
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	139
C. Uraian Materi	139
D. Aktifitas Pembelajaran	148
E. Latihan	149
F. Rangkuman.....	150
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	151
Penggunaan Alat Pemetaan Topografi	151
A. Tujuan.....	151
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	151
C. Uraian Materi	152
D. Aktifitas Pembelajaran	159
E. Latihan	160
F. Rangkuman.....	162
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	163

KEGIATAN PEMBELAJARAN 7	164
Geoteknik	164
Konsep Mekanika Tanah Dalam Geoteknik.....	164
A. Tujuan.....	164
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	164
C. Uraian Materi	164
D. Aktifitas Pembelajaran	167
E. Latihan	167
F. Rangkuman.....	169
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	170
Faktor Keamanan (FK) Lereng Minimum.....	170
A. Tujuan.....	170
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	170
C. Uraian Materi	171
D. Aktifitas Pembelajaran	174
E. Latihan	174
F. Rangkuman.....	176
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	176
KUNCI JAWABAN	178
DAFTAR PUSTAKA.....	182
GLOSARIUM.....	184

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Model Disain Pembelajaran <i>Dick and Carey</i>	6
2.1. Pelapukan Biologi (Organik)	23
2.2. Pelapukan Fisika (Mekanik)	25
2.3. Pelapukan Kimia	27
2.4. Proses pelapukan mekanik dan kimia pada batuan induk menjadi tanah	28
2.5. Blok diagram yang memeperlihatkan bentuk-bentuk bentangan alam yang terjadi	33
2.6. Morfologi Escarpment (Gawir Sesar)	34
2.7. Morfologi Pressure Ridges (Bukit Tertekan).	35
2.8. Morfologi “Sag Basin”	35
2.9. Morfologi “Shutter Ridges” (Bukit Terpotong).....	36
2.10. Morfologi “Sungai Sigsag”.	37
2.11. Morfologi Berbukitan.....	37
2.12. Morfologi Bukit Antiklin.	38
2.13. Morfologi “Lembah Antiklin”	39
2.14. Morfologi Bukit Sinklin.	39
2.15. Morfologi “Lembah Sinklin”	40
2.16. Morfologi “Plateau”.	41
2.17. Morfologi “Hogbag”	41
2.18. Morfologi Mesa	42
2.19. Morfologi “ <i>Monoclinial Ridges</i> ”	42
2.20. Morfologi “ <i>Intrusive Landforms</i> ”	43
2.21. Morfologi Gunungapi Strato/ Strato Volcano.....	44
2.22. Morfologi Gunungapi Perisai/ <i>Shield Volcano</i>	45
2.23. Morfologi Kaki Gunungapi	45
2.24. Morfologi Kawah Gunungapi	46
2.25. Morfologi Kaldera/ <i>Caldera Landforms</i>	46
2.26. Morfologi <i>Volcanic Neck</i>	47

2.27.	Morfologi Kerucut Gunungapi/ <i>Parasite Cone</i>	47
2.28.	Morfologi Sumbat Lava/ <i>Lava Plug</i>	48
2.29.	Morfologi “Maar”	48
2.30.	Morfologi Sisa Gunungapi/ <i>Remnant Volcanic Landform</i>	49
2.31.	Berbagai bentuk morfologi sungai	50
2.32.	Beberapa bentuk Bentang Alam pantai	51
2.33.	Berbagai morfologi pantai.....	53
2.34.	<i>Sand Dunes, Arroyos, Pediment, dan Inselbergs</i>	55
2.35.	Morfologi karst.....	57
3.1.	Simbol K3.....	65
3.2.	Rambu Petunjuk Arah Sarana Umum Publik K3.....	65
3.3.	Rambu Petunjuk Arah Sarana Darurat	65
3.4.	Rambu Petunjuk Arah Sarana Darurat Kebakaran	66
3.5.	Rambu Sarana/ Fasilitas Umum Publik	66
3.6.	Rambu Sarana/ Fasilitas Keselamatan Kerja.....	67
3.7.	Rambu Sarana/ Fasilitas Keadaan Darurat	67
3.8.	Rambu-Rambu Larangan.....	67
3.9.	Rambu-Rambu Kewajiban	68
3.10.	Rambu Sarana/ Fasilitas P3K.....	68
3.11.	Sarana Evakuasi Darurat.....	68
3.12.	Sarana Evakuasi Darurat Kebakaran	69
3.13.	Sarana Darurat Kebakaran	69
3.14.	Sarana/ Fasilitas P3K	69
3.15.	Pakaian Kerja Tambang	75
3.16.	Pelindung Tangan	76
3.17.	Pelindung Kaki.	77
3.18.	Pelindung Kepala	77
3.19.	Pelindung Mata	78
3.20.	Pelindung Wajah	78
4.1.	Merumuskan <i>Core recovery</i>	83
4.2.	Core Yang Disimpan di boks	84
4.3.	Mineralisasi panjang inti 4,20 m dari sistem emas ephitermal di Australia.....	89

4.4.	Mineralisasi panjang inti 4,35 m dari sistem emas epitermal di Australia	89
4.5.	Mineralisasi panjang inti dari 460 m dari sistem epitermal emas di Australia	90
4.6.	Sketsa Pembuatan Chanel Sampling pada Urat.....	99
4.7.	Sketsa Pembuatan Chanel Sampling pada Endapan yang Berlapis.....	99
4.8.	Sketsa Pembuatan Sub-Channel pada Mineralisasi Berupa Urat.....	100
4.9.	Sketsa Pembuatan Channel pada Bukaan Stope untuk Mineralisasi Berupa Urat.....	100
4.10.	Sketsa Pembuatan Channel pada Sumur Uji untuk Endapan Berlapis.....	101
4.11.	Prosedur Umum (<i>coning & quartering</i>) preparasi conto untuk analisis laboratorium dan dokumentasi.....	102
4.12.	Prosedur umum proses pengecilan ukuran	103
4.13.	Reduksi jumlah conto dengan metode splitting	104
4.14.	Reduksi jumlah conto dengan metode quartering.	104
5.1.	Open Pit Section	111
5.2.	Penambangan dengan BWE	115
5.3.	Penambangan dengan Drigline	116
5.4.	Penambangan Batu Bara dengan Metoda Kontur	117
5.5.	Penambangan Bawah Tanah.....	125
6.1.	Theodolite SOKKIA TM20E tampak dari belakang	141
6.2.	Theodolite SOKKIA TM20E tampak samping kanan	142
6.3.	Theodolite SOKKIA TM20E tampak samping kiri	143
6.4.	Bagian-Bagian Waterpass.....	144
6.5.	Bagian-Bagian Utama Waterpass	145
6.6.	Alat Sipat Datar	152
6.7.	Piringan Kondisi Datar	152
6.8.	Pemasangan Pesawat	153
6.9.	Sekrup Pengatur	153
6.10.	Pengaturan Nivo	153
6.11.	Gelembung Nivo	154
6.12.	Membidik Rambu Ukur	154
6.13.	Sekrup Pengatur	155

6.14. Tanda Simetris.	156
6.15. Nivo Tabung.....	156
6.16. Nivo Kotak	156

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Produk Pelapukan Mineral Pembentuk Batuan	28
4.1. Tingkat Kepercayaan Berdasarkan Nilai SCR	90
4.2. Hasil Analisis Pada Masing-Masing Tahapan Reduksi Ukuran Contoh (<i>Chaussier et al., 1987</i>)	103

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 modul ini adalah memberikan pemahaman kepada peserta diklat yang akan mengikuti pelatihan tentang konsep dasar dan tahapan pemahaman akan kompetensi bidang geologi pertambangan. Secara khusus tujuan penyusunan modul ini adalah:

1. Memberikan panduan kepada peserta diklat dalam memahami akan kompetensi bidang geologi pertambangan sesuai dengan tingkat kemampuan.
2. Memungkinkan peserta diklat dapat mengukur atau mengevaluasi sendiri hasil belajarnya dalam bidang geologi pertambangan.
3. Menjadi acuan bagi pihak pengambil kebijakan dalam memberikan penilaian tingkat kemampuan yang dimiliki oleh peserta diklat bidang geologi pertambangan.

C. Peta Kompetensi

PEMETAAN KOMPETENSI JENJANG DIKLAT GURU PAKET TEKNIK GEOLOGI PERTAMBANGAN						
JENJANG DIKLAT	KATEGORI GURU	NILAI UKG	JUDUL MODUL	KOMPETENSI GURU	INDIKATOR	DESKRIPSI MODUL
JENJANG DASAR	Grade 4	31-40	Modul Diklat Pasca UKG Paket Teknik Geologi Pertambangan Tingkat -4	20.8 Menguraikan siklus batuan.	20.8.2 Merumuskan proses pelapukan batuan di permukaan bumi.	Merumuskan proses pelapukan batuan di permukaan bumi, menentukan bentangan alam, menerapkan simbol dan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja, merumuskan core recovery, merencanakan metode
				20.11 Merumuskan fenomena-fenomena batuan di lapangan.	20.11.1 Menentukan bentangan alam yang terdapat di lapangan berdasarkan ciri-ciri khususnya.	
				20.18 Merumuskan konsep pentingnya K3LH.	20.18.4 Menerapkan simbol dan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja.	
				20.28 Mengevaluasi teknik pengambilan contoh (sampling) dan mendesain mekanisme pengambilan contoh	20.28.3 Merumuskan Core Recovery (R %).	

Lanjutan tabel peta kompetensi

				(sampling).		sampling, merekonstruksi rancangan tambang terbuka dan kegiatan penambangan bawah tanah, merumuskan alat yang digunakan pada pemetaan topografi, dan merumuskan faktor keamanan (FK) lereng minimum.
				20.31 Merumuskan metode-metode dan hasil analisis eksplorasi di permukaan dan di bawah permukaan.	20.3 1.2 Merencanakan metode sampling dan pertimbangan dasar rencana penambangan.	
				20.35 Merumuskan sistem penambangan terbuka dan bawah tanah.	20.35.2 Merekonstruksi rancangan tambang terbuka dan kegiatan penambangan bawah tanah.	
				20.37 Merumuskan konsep pemetaan topografi, peralatan dan sistem kerja pada pemetaan topografi.	20.37.4 Merumuskan alat yang digunakan pada pemetaan topografi, cara menggunakan alat pemetaan topografi, serta mengelola peralatan yang digunakan untuk pemetaan topografi.	
				20.40 Merumuskan konsep mekanika tanah dalam geotek.	20.40.4 Merumuskan factor keamanan (FK) lereng minimum.	

D. Ruang Lingkup

Modul ini terdiri dari tujuh kegiatan belajar yang terdiri dari kemampuan pedagogik dan profesional. Kegiatan belajar pertama akan menguraikan tentang kemampuan bidang pedagogik bagaimana menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik, bagaimana menyusun rancangan pembelajaran dan melaksanakan pembelajaran. Kegiatan belajar kedua akan menguraikan tentang siklus batuan, mengenai proses pelapukan batuan dan bentangan alam. Kegiatan belajar ketiga akan menjelaskan tentang keselamatan, kesehatan, dan lingkungan hidup, yang terdiri dari pemahaman tentang simbol dan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja serta peralatan keselamatan dan kesehatan kerja. Kegiatan belajar keempat akan menjelaskan teknik pengambilan sampling, bagaimana merumuskan

core recovery dan metode sampling. Kegiatan belajar kelima menjelaskan tentang metode penambangan, baik tambang terbuka maupun tambang bawah tanah. Kegiatan belajar keenam menjelaskan tentang pemetaan topografi, yang membahas tentang peralatan pemetaan topografi dan penggunaan alat pemetaan topografi. Kegiatan belajar ketujuh menjelaskan tentang geoteknik, yang membahas masalah konsep mekanika tanah dalam geotek dan bagaimana menentukan faktor keamanan (FK) lereng minimum.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Untuk membantu peserta diklat dalam menguasai kemampuan di atas, materi dalam modul ini dibagi menjadi tujuh kegiatan belajar sebagai berikut :

Kegiatan belajar 1 : **Menyelenggaran Pembelajaran yang Mendidik**

Kegiatan belajar 2 : **Siklus Batuan**

Kegiatan belajar 3 : **Keselamatan, Kesehatan, dan Lingkungan Hidup**

Kegiatan belajar 4 : **Teknik Pengambilan Sampling**

Kegiatan belajar 5 : **Metode Penambangan**

Kegiatan belajar 6 : **Pemetaan Topografi**

Kegiatan belajar 7 : **Geoteknik**

Peserta diklat dapat mempelajari keseluruhan modul ini dengan cara yang berurutan. Jangan memaksakan diri sebelum benar-benar menguasai bagian demi bagian dalam modul ini, karena masing-masing saling berkaitan. Setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan uji keahaman dan uji kompetensi. Uji keahaman dan uji kompetensi menjadi alat ukur tingkat penguasaan peserta diklat setelah mempelajari materi dalam modul ini. Jika peserta diklat belum menguasai 75% dari setiap kegiatan, maka peserta diklat dapat mengulangi untuk mempelajari materi yang tersedia dalam modul ini. Apabila peserta diklat masih mengalami kesulitan memahami materi yang ada dalam modul ini, silahkan diskusikan dengan sesama guru atau teman sejawat.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Rancangan Pembelajaran

Mirip dengan pembangunan sebuah proyek yang dimulai dari perancangan, proses pembelajaran juga dimulai dari suatu perancangan yang disebut perancangan pembelajaran. Pada tahap ini seorang pendidik akan mulai berpikir, tentang apa yang akan disajikan dalam suatu proses pembelajaran, bagaimana cara menyajikannya dan dimana proses tersebut berlangsung.

Sebagai tahap awal dari sebuah proses, tahap ini perlu mendapatkan perhatian yang serius dari seorang guru. Karena tahap ini akan memberikan pengaruh yang besar terhadap tahapan-tahapan berikutnya. Seorang guru di duga tidak akan pernah memperoleh hasil yang optimum dari proses pembelajaran yang dilakukannya, apabila proses pembelajaran dilakukan tanpa melalui rancangan pembelajaran.

Rancangan Pembelajaran

A. Tujuan

1. Menjelaskan secara umum tentang rancangan pembelajaran.
2. Memahami model disain pembelajaran
3. Membuat rencana pelaksanaan pembelajaran

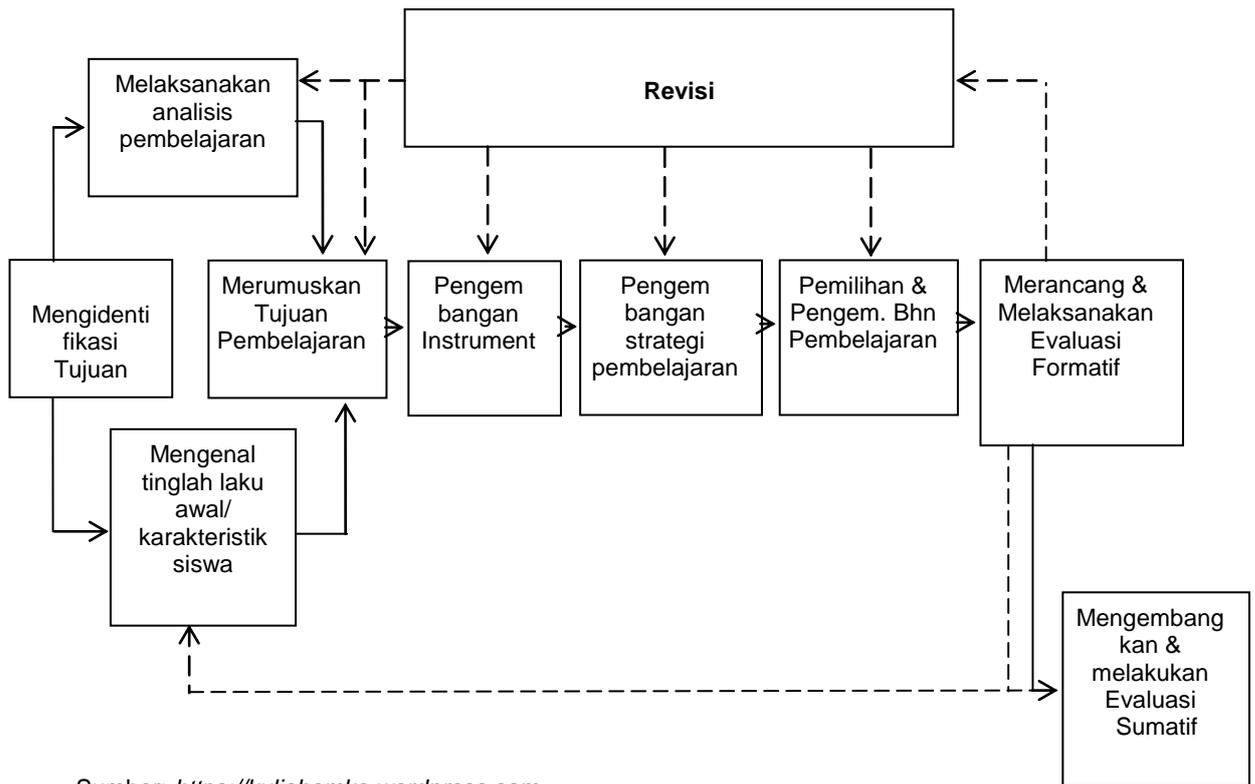
B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Memahami tentang rancangan pembelajaran
2. Menguasai model disain pembelajaran
3. Membuat rencana pelaksanaan pembelajaran

C. Uraian Materi

Terdapat banyak model yang dapat diacu dalam membuat rancangan pembelajaran. Salah satu di antaranya adalah model *Dick and Carey*, seperti tergambar berikut ini.



Sumber: <https://kuliahemka.wordpress.com>.

Gambar 1.1 Model Desain Pembelajaran *Dick and Carey*

Tahapan perancangan pada model *Dick and Carey* tampak berbeda dengan tahapan perancangan yang dipakai pada kurikulum 2013. Tetapi tidaklah demikian, karena perbedaan tersebut hanya terletak pada istilah yang dipergunakan.

Langkah pengidentifikasian tujuan/tujuan utama pembelajaran dalam model *Dick and Carey*, pada kurikulum 2013 disebut dengan pengidentifikasian/perumusan Kompetensi Inti (KI). Langkah kedua dan ketiga pada model *Dick and Carey*, adalah melaksanakan analisis pembelajaran dan mengenal tingkah laku awal/karakteristik peserta didik yang dapat dilakukan secara bersamaan. Pada langkah ini, dengan mempertimbangkan karakter peserta didik, guru akan mengidentifikasi kemampuan-kemampuan yang diperlukan siswa untuk mencapai tujuan utama pembelajaran. Dalam kurikulum 2013, tahap ini merupakan tahap penjabaran kompetensi inti menjadi Kompetensi Dasar (KD).

Langkah keempat pada model *Dick and Carey*, adalah perumusan tujuan pembelajaran atau gambaran detail tentang apa yang akan dapat dilakukan oleh siswa setelah menyelesaikan pembelajaran. Pada kurikulum 2013, langkah ini merupakan langkah penetapan indikator yang harus ditampilkan oleh peserta didik.

Pada kurikulum 2013, KI, KD dan indikator, secara umum dapat dilihat pada silabus masing-masing mata pelajaran. Berikut, dengan mengikuti langkah model *Dick and Carey*, adalah mengembangkan instrumen penilaian. Pengembangan instrumen sebagai alat yang akan mengukur ketercapaian indikator, dalam pengembangannya harus mengacu kepada indikator yang telah ditetapkan sebelumnya.

Langkah berikutnya adalah pengembangan strategi pembelajaran. Strategi pembelajaran yang dikembangkan hendaknya adalah strategi pembelajaran yang bersifat konstruktivis dan kontekstual. Dalam hal ini dapat dipilih salah satu dari model pembelajaran yang ditetapkan untuk kurikulum 2013, yang terdiri dari model pembelajaran *inkuiri*, penemuan, pembelajaran berbasis proyek, dan berbasis masalah.

Langkah selanjutnya adalah pemilihan dan pengembangan bahan ajar. Bahan ajar yang dikembangkan pada dasarnya terdiri dari pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang harus dipelajari siswa dalam rangka mencapai kompetensi dasar yang telah ditentukan. Secara rinci, jenis-jenis materi pembelajaran terdiri dari pengetahuan (fakta, konsep, prinsip, prosedur), keterampilan, dan sikap (nilai).

Merancang dan melaksanakan evaluasi formatif yang merupakan langkah berikutnya. Pelaksanaan evaluasi ini bertujuan untuk mengumpulkan data sehubungan dengan kekuatan dan kelemahan desain sistem pembelajaran yang dikembangkan.

Setelah pelaksanaan evaluasi formatif, kegiatan berikutnya adalah merevisi rancangan pembelajaran yang sudah dibuat berdasarkan data/ hasil evaluasi formatif. Langkah terakhir adalah mengembangkan dan melakukan evaluasi sumatif. Evaluasi sumatif dilakukan setelah program selesai dievaluasi secara formatif dan direvisi sesuai dengan standar yang digunakan oleh perancang.

Secara umum, apabila langkah demi langkah di atas diikuti dengan benar, pada gilirannya akan menghasilkan sebuah rencana pelaksanaan pembelajaran.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran dapat dilakukan dengan cara:

1. **Mengamati:** mengamati tentang rancangan pembelajaran.
2. **Menanya:** mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri.
3. **Mengumpulkan informasi:** mengumpulkan informasi yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui dokumen dan buku sumber) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang model disain pembelajaran.
4. **Mengasosiasi:** mengkatagorikan dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan rencana pelaksanaan pembelajaran.
5. **Mengkomunikasikan:** menyampaikan hasil konseptualisasi tentang model disain pembelajaran.

E. Latihan

Untuk memperdalam pemahaman peserta diklat mengenai materi di atas, maka silahkan mengerjakan latihan berikut:

1. Model pembelajaran Dick and Carey terdiri dari

 - A. 6 langkah
 - B. 8 langkah
 - C. 9 langkah
 - D. 10 langkah

2. Langkah awal pada pembelajaran Dick and Carey adalah

 - A. Melaksanakan analisis pembelajaran
 - B. Mengidentifikasi tingkah laku masukan dan karakteristik siswa
 - C. Mengidentifikasi tujuan pembelajaran
 - D. Merumuskan tujuan performansi

3. Langkah pengidentifikasian tujuan utama pembelajaran dalam model *Dick and Carey* pada kurikulum 2013 disebut dengan

- A. Pengidentifikasian Kompetensi Pedagogik
 - B. Pengidentifikasian Kompetensi Inti (KI)
 - C. Pengidentifikasian Kompetensi Profesional
 - D. Perumusan Kompetensi Dasar
4. Langkah kedua dan ketiga pada model Dick and Carey adalah
- A. Melaksanakan analisis pembelajaran dan mengenal tingkah laku karakteristik peserta didik
 - B. Merumuskan tujuan performansi dan mengembangkan butir-butir tes acuan patokan
 - C. Melaksanakan analisis pembelajaran dan merumuskan tujuan performansi
 - D. Melaksanakan analisis pembelajaran dan mengembangkan butir-butir tes acuan patokan
5. Dalam kurikulum 2013, tahap penjabaran Kompetensi Inti (KI) menjadi Kompetensi Dasar (KD) guru akan mengidentifikasi kemampuan-kemampuan yang diperlukan siswa untuk mencapai
- A. Kemampuan peserta didik
 - B. Tujuan performansi
 - C. Tujuan utama pembelajaran
 - D. Strategi pembelajaran
6. Pada kurikulum 2013, KI, KD dan indikator, secara umum dapat dilihat pada
- A. Silabus masing-masing mata pelajaran
 - B. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
 - C. Strategi pembelajaran
 - D. RPP dan Strategi Pembelajaran
7. Strategi pembelajaran yang dikembangkan pada model Dick and Carey hendaknya adalah strategi pembelajaran yang bersifat
- A. Konstruktivis
 - B. Kontektual
 - C. Konstruktivis dan Kontektual
 - D. Kontektuan dan Inkuiry
8. Bahan ajar yang dikembangkan pada dasarnya terdiri dari
- A. Pengetahuan dan keterampilan

- B. Pengetahuan dan sikap
 - C. Pengetahuan, keterampilan, dan sikap
 - D. Pengetahuan, keterampilan, kemampuan, dan sikap
9. Pelaksanaan evaluasi pada model Dick and Carey bertujuan untuk
 - A. Mengumpulkan data
 - B. Menentukan angka kemajuan
 - C. Mengumpulkan data sehubungan dengan kekuatan dan kelemahan desain
 - D. Sebagai umpan balik bagi guru
 10. Evaluasi sumatif dilakukan setelah program selesai dievaluasi secara
 - A. Formasi dan direvisi sesuai dengan standar
 - B. Formatif dan direvisi sesuai dengan standar
 - C. Formulasi dan direvisi sesuai dengan standar
 - D. Performansi dan direvisi sesuai dengan standar

F. Rangkuman

Tahapan perancangan model *Dick and Carey* pada kurikulum 2013 adalah:

1. Pengidentifikasian tujuan pembelajaran
2. Melaksanakan analisis pembelajaran
3. Mengenal tingkah laku karakteristik peserta didik
4. Merumuskan tujuan performansi
5. Mengembangkan butir-butir tes acuan patokan
6. Pengembangan strategi pembelajaran
7. Pemilihan dan pengembangan bahan ajar
8. Merancang dan melaksanakan evaluasi formatif
9. Merevisi rancangan pembelajaran
10. Mengembangkan dan melakukan evaluasi sumatif.

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

A. Tujuan

1. Menjelaskan secara umum tentang Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

2. Memahami langkah-langkah pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).
3. Membuat contoh Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Memahami tentang Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).
2. Menguasai langkah-langkah pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).
3. Membuat Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

C. Uraian Materi

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) merupakan rencana pembelajaran yang dikembangkan secara rinci dari suatu materi pokok atau tema tertentu yang mengacu pada silabus, dikembangkan mengikuti langkah-langkah berikut, yang diadopsi dari Permendikbud nomor 81 A tahun 2013.

Langkah-Langkah Pengembangan RPP:

1. Mengkaji Silabus

Secara umum, untuk setiap materi pokok pada setiap silabus terdapat 4 KD sesuai dengan aspek KI (sikap kepada Tuhan, sikap diri dan terhadap lingkungan, pengetahuan, dan keterampilan). Untuk mencapai 4 KD tersebut, di dalam silabus dirumuskan kegiatan peserta didik secara umum dalam pembelajaran berdasarkan standar proses. Kegiatan peserta didik ini merupakan rincian dari eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi, yakni: mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengolah dan mengkomunikasikan. Kegiatan inilah yang harus dirinci lebih lanjut di dalam RPP, dalam bentuk langkah-langkah yang dilakukan guru dalam pembelajaran, yang membuat peserta didik aktif belajar. Pengkajian terhadap silabus juga meliputi perumusan indikator KD dan penilaiannya.

2. Mengidentifikasi Materi Pembelajaran

Mengidentifikasi materi pembelajaran yang menunjang pencapaian KD dengan mempertimbangkan:

- a. Potensi peserta didik;

- b. Relevansi dengan karakteristik daerah;
- c. Tingkat perkembangan fisik, intelektual, emosional, sosial, dan spritual peserta didik;
- d. Kebermanfaatan bagi peserta didik;
- e. Struktur keilmuan;
- f. Aktualitas, kedalaman, dan keluasan materi pembelajaran;
- g. Relevansi dengan kebutuhan peserta didik dan tuntutan lingkungan; dan
- h. Alokasi waktu.

3. Menentukan Tujuan

Tujuan dapat diorganisasikan mencakup seluruh KD atau diorganisasikan untuk setiap pertemuan. Tujuan mengacu pada indikator, paling tidak mengandung dua aspek: Audience (peserta didik) dan Behavior (aspek kemampuan).

4. Mengembangkan Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan pembelajaran dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang melibatkan proses mental dan fisik melalui interaksi antar peserta didik, peserta didik dengan guru, lingkungan, dan sumber belajar lainnya dalam rangka pencapaian KD. Pengalaman belajar yang dimaksud dapat terwujud melalui penggunaan pendekatan pembelajaran yang bervariasi dan berpusat pada peserta didik. Pengalaman belajar memuat kecakapan hidup yang perlu dikuasai peserta didik.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam mengembangkan kegiatan pembelajaran adalah sebagai berikut.

- a. Kegiatan pembelajaran disusun untuk memberikan bantuan kepada para pendidik, khususnya guru, agar dapat melaksanakan proses pembelajaran secara profesional.
- b. Kegiatan pembelajaran memuat rangkaian kegiatan manajerial yang dilakukan guru, agar peserta didik dapat melakukan kegiatan seperti di silabus.
- c. Kegiatan pembelajaran untuk setiap pertemuan merupakan skenario langkah-langkah guru dalam membuat peserta didik aktif belajar.

Kegiatan ini diorganisasikan menjadi kegiatan: Pendahuluan, Inti, dan Penutup. Kegiatan inti dijabarkan lebih lanjut menjadi rincian dari kegiatan eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi, yakni: mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasikan, dan mengkomunikasikan. Untuk pembelajaran yang bertujuan menguasai prosedur untuk melakukan sesuatu, kegiatan pembelajaran dapat berupa pemodelan/demonstrasi oleh guru atau ahli, peniruan oleh peserta didik, pengecekan dan pemberian umpan balik oleh guru, dan pelatihan lanjutan.

5. Mengembangkan Kegiatan Pembelajaran

Di dalam silabus telah ditentukan jenis penilaiannya. Penilaian pencapaian KD peserta didik dilakukan berdasarkan indikator. Penilaian dilakukan dengan menggunakan tes dan non tes dalam bentuk tertulis maupun lisan, pengamatan kinerja, pengukuran sikap, penilaian hasil karya berupa tugas, proyek dan/atau produk, penggunaan portofolio, dan penilaian diri. Oleh karena pada setiap pembelajaran peserta didik didorong untuk menghasilkan karya, maka penyajian portofolio merupakan cara penilaian yang harus dilakukan untuk jenjang pendidikan dasar dan menengah.

Penilaian merupakan serangkaian kegiatan untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar peserta didik yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan, sehingga menjadi informasi yang bermakna dalam pengambilan keputusan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merancang penilaian yaitu sebagai berikut:

- a. Penilaian diarahkan untuk mengukur pencapaian kompetensi yaitu KD-KD pada KI-3 dan KI-4.
- b. Penilaian menggunakan acuan kriteria; yaitu berdasarkan apa yang bisa dilakukan peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran, dan bukan untuk menentukan posisi seseorang terhadap kelompoknya.

- c. Sistem yang direncanakan adalah sistem penilaian yang berkelanjutan. Berkelanjutan dalam arti semua indikator ditagih, kemudian hasilnya dianalisis untuk menentukan KD yang telah dimiliki dan yang belum, serta untuk mengetahui kesulitan peserta didik.
- d. Hasil penilaian dianalisis untuk menentukan tindak lanjut. Tindak lanjut berupa perbaikan proses pembelajaran berikutnya, program remedi bagi peserta didik yang pencapaian kompetensinya di bawah ketuntasan, dan program pengayaan bagi peserta didik yang telah memenuhi ketuntasan.
- e. Sistem penilaian harus disesuaikan dengan pengalaman belajar yang ditempuh dalam proses pembelajaran. Misalnya, jika pembelajaran menggunakan pendekatan tugas observasi lapangan maka evaluasi harus diberikan baik pada proses misalnya teknik wawancara, maupun produk berupa hasil melakukan observasi lapangan.

6. Menentukan Alokasi Waktu

Penentuan alokasi waktu pada setiap KD didasarkan pada jumlah minggu efektif dan alokasi waktu matapelajaran perminggu dengan mempertimbangkan jumlah KD, keluasan, kedalaman, tingkat kesulitan, dan tingkat kepentingan KD. Alokasi waktu yang dicantumkan dalam silabus merupakan perkiraan waktu rerata untuk menguasai KD yang dibutuhkan oleh peserta didik yang beragam. Oleh karena itu, alokasi tersebut dirinci dan disesuaikan lagi di RPP.

7. Menentukan Sumber Belajar

Sumber belajar adalah rujukan, objek dan/atau bahan yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran, yang berupa media cetak dan elektronik, nara sumber, serta lingkungan fisik, alam, sosial, dan budaya.

Berikut dilampirkan komponen dan sistematika RPP kurikulum 2013.

Sekolah	:
Matapelajaran	:
Kelas/ Semester	:
Materi Pokok	:
Alokasi Waktu	:

E. Kompetensi Inti (KI)

F. Kompetensi Dasar dan Indikator

- i. _____ (KD pada KI-1)
- ii. _____ (KD pada KI-2)
- iii. _____ (KD pada KI-3)
Indikator: _____
- iv. _____ (KD pada KI-4)
Indikator: _____

Catatan:

KD-1 dan KD-2 dari KI-1 dan KI-2 tidak harus dikembangkan dalam indikator karena keduanya dicapai melalui proses pembelajaran yang tidak langsung. Indikator dikembangkan hanya KD-3 dan KD-4 yang dicapai melalui proses pembelajaran langsung.

G. Tujuan Pembelajaran

H. Materi Pembelajaran (Rincian dari Materi Pokok)

I. Metode Pembelajaran (Rincian dari Kegiatan Pembelajaran)

J. Media, Alat, dan Sumber Pembelajaran

1. Media
2. Alat/ Bahan
3. Sumber Belajar

K. Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran

1. Pertemuan Kesatu:
 - a. Pendahuluan/ Kegiatan Awal (..... menit)
 - b. Kegiatan Inti (..... menit)
 - c. Penutup (..... menit)
2. Pertemuan Kedua:
 - a. Pendahuluan/ Kegiatan Awal (..... menit)
 - b. Kegiatan Inti (..... menit)
 - c. Penutup (..... menit)

L. Penilaian

1. Jenis/ teknik penilaian
2. Bentuk instrumen dan instrumen
3. Pedoman penskoran

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran dapat dilakukan dengan cara:

1. **Mengamati:** mengamati tentang Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).
2. **Menanya:** mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri.
3. **Mengumpulkan informasi:** mengumpulkan informasi yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui dokumen dan buku sumber) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang model disain pembelajaran.
4. **Mengasosiasi:** mengkatagorikan dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).
5. **Mengkomunikasikan:** menyampaikan hasil konseptualisasi tentang Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

E. Latihan

Untuk memperdalam pemahaman peserta diklat mengenai materi di atas, maka silahkan mengerjakan latihan berikut:

1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) merupakan rencana pembelajaran yang dikembangkan secara rinci dari suatu materi pokok yang megacu pada
 - A. Kurikulum
 - B. Silabus
 - C. Kurikulum dan silabus
 - D. Tujuan pembelajaran
2. RPP dikembangkan mengikuti langkah-langkah yang diadopsi dari Permendikbud nomor
 - A. 80 A tahun 2013
 - B. 71 A tahun 2013
 - C. 81 A tahun 2013
 - D. 82 A tahun 2013
3. Sebutkan langkah-langkah Pengembangan RPP

- A. Mengkaji Silabus, Mengidentifikasi Materi Pembelajaran, Menentukan Tujuan, Mengembangkan Kegiatan Pembelajaran, dan Menentukan Sumber Belajar
 - B. Mengkaji Silabus, Menentukan Tujuan, Mengembangkan Kegiatan Pembelajaran, Mengembangkan Kegiatan Pembelajaran, Menentukan Alokasi Waktu, dan Menentukan Sumber Belajar
 - C. Mengkaji Silabus, Mengidentifikasi Materi Pembelajaran, Menentukan Tujuan, Mengembangkan Kegiatan Pembelajaran, Menentukan Alokasi Waktu, dan Menentukan Sumber Belajar
 - D. Mengkaji Silabus, Mengidentifikasi Materi Pembelajaran, Menentukan Tujuan, Mengembangkan Kegiatan Pembelajaran, dan Menentukan Alokasi Waktu.
4. Secara umum, untuk setiap materi pokok pada setiap silabus terdapat ...
- A. 1 KD
 - B. 2 KD
 - C. 3 KD
 - D. 4 KD
5. Kegiatan peserta didik merupakan rincian dari eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi, yakni.....
- A. Mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, dan mengkomunikasikan
 - B. Mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengolah dan mengkomunikasikan
 - C. Mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mendata, mengolah dan mengkomunikasikan
 - D. Mengamati, mengumpulkan informasi, mendata, mengolah dan mengkomunikasikan
6. Mengidentifikasi materi pembelajaran yang menunjang pencapaian KD dengan mempertimbangkan.....
- A. Potensi peserta didik
 - B. Potensi guru
 - C. Potensi peserta didik dan potensi guru
 - D. Potensi materi pembelajaran

7. Kegiatan pembelajaran dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang melibatkan proses.....
 - A. Pembelajaran
 - B. Belajar mengajar
 - C. Mental dan fisik
 - D. Mental dan spiritual
8. Kegiatan pembelajaran disusun untuk memberikan bantuan kepada guru agar dapat melaksanakan proses pembelajaran secara
 - A. Mandiri
 - B. Profesional
 - C. Terbuka
 - D. Umum
9. Penilaian merupakan serangkaian kegiatan untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang
 - A. Proses dan hasil belajar peserta didik
 - B. Proses pelaksanaan kegiatan belajar peserta didik
 - C. Pelaksanaan kegiatan belajar peserta didik
 - D. Hasil belajar peserta didik
10. Sumber belajar adalah
 - A. Rujukan, objek dan/atau bahan yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran
 - B. Objek dan/atau bahan yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran
 - C. Kajian pustaka dan/atau bahan yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran
 - D. Rujukan, kajian pustaka, objek dan/atau bahan yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran

F. Rangkuman

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) merupakan rencana pembelajaran yang dikembangkan secara rinci dari suatu materi pokok atau tema tertentu yang mengacu pada silabus, dikembangkan mengikuti langkah-langkah berikut, yang diadopsi dari Permendikbud nomor 81 A tahun 2013.

Langkah-Langkah Pengembangan RPP:

1. Mengkaji Silabus

2. Mengidentifikasi Materi Pembelajaran
3. Menentukan Tujuan
4. Mengembangkan Kegiatan Pembelajaran
5. Mengembangkan Kegiatan Pembelajaran
6. Menentukan Alokasi Waktu
7. Menentukan Sumber Belajar

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Siklus Batuan

Proses Pelapukan Batuan

A. Tujuan

1. Menjelaskan definisi pelapukan batuan.
2. Menganalisis Faktor yang menyebabkan pelapukan batuan
3. Mendeskripsikan jenis-jenis pelapukan batuan

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menguasai teori mengenai definisi pelapukan batuan.
2. Menguasai teori mengenai faktor yang menyebabkan pelapukan batuan
3. Menguasai teori mengenai deskripsi jenis-jenis pelapukan batuan

C. Uraian Materi

1. Pengertian Pelapukan

Pelapukan adalah proses alterasi dan fragsinasi batuan dan material tanah pada dan/atau dekat permukaan bumi yang disebabkan karena proses fisik, kimia dan biologi. Hasil dari pelapukan ini merupakan asal (*source*) dari batuan sedimen dan tanah (*soil*). Untuk itu kiranya penting untuk diketahui bahwa proses pelapukan akan menghancurkan batuan atau bahkan melarutkan sebagian dari mineral untuk kemudian menjadi tanah atau diangkut dan diendapkan sebagai batuan sedimen klastik. Sebagian dari mineral mungkin larut secara menyeluruh dan membentuk mineral baru. Inilah sebabnya dalam studi tanah atau batuan klastika mempunyai komposisi yang dapat sangat berbeda dengan batuan asalnya. Komposisi tanah tidak hanya tergantung pada batuan induk (asalnya), tetapi juga dipengaruhi oleh alam, intensitas, dan lama (*duration*) pelapukan dan proses jenis pembentukan tanah itu sendiri.

2. Penyebab Pelapukan

Beberapa hal yang menjadi faktor-faktor utama penyebab utama terjadinya pelapukan, antara lain:

a. Adanya perbedaan temperatur yang tinggi

Peristiwa ini terutama terjadi di daerah yang beriklim kontinental atau beriklim gurun, di daerah gurun temperatur pada siang hari dapat mencapai 50°C. Pada siang hari bersuhu tinggi atau panas. Batuan menjadi mengembang, pada malam hari saat udara menjadi dingin, batuan mengerut. Apabila hal itu terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan batuan pecah atau retak-retak artinya ini juga sebuah pelapukan.

b. Pembekuan air di dalam batuan

Jika air membeku maka volumenya akan mengembang. Dimana pada proses pengembangan ini menimbulkan tekanan, karena tekanan ini batu-batuan menjadi rusak atau pecah. Pelapukan ini terjadi di daerah yang beriklim sedang dengan pembekuan hebat.

c. Berubahnya air garam menjadi kristal

Jika air tanah mengandung garam, maka pada siang hari airnya menguap dan garam akan mengkristal. Kristal garam ini tajam sekali dan dapat merusak batuan pegunungan di sekitarnya, terutama batuan karang di daerah pantai. Hal ini menyebabkan pelapukan yang cukup.

d. Insolasi

Amplitudo suhu yang sangat tinggi (siang dingin dan malam sangat dingin) dapat menghancurkan batuan, misalnya batuan di daerah gurun pasti terjadi pelapukan.

e. Perbedaan Warna Mineral

Perbedaan warna mineral pembentuk batuan menyebabkan perbedaan pemuaiian bagian-bagian batuan sehingga terjadi pelapukan.

f. Pelapukan Kulit Bawang

Perubahan dari dingin menjadi panas menyebabkan retak mendatar. Sebaliknya, dari panas menjadi dingin menyebabkan retak-retak menyebar pada batuan.

3. Jenis-jenis pelapukan

Di alam pada umumnya ketiga jenis pelapukan (fisik, kimiawi dan biologis) itu bekerja bersama-sama, namun salah satu di antaranya mungkin lebih dominan dibandingkan dengan lainnya. Walaupun di alam proses kimia memegang peran yang terpenting dalam pelapukan, tidak berarti pelapukan jenis lain tidak penting. Berdasarkan pada proses yang dominan inilah maka pelapukan batuan dapat dibagi menjadi pelapukan fisik, kimia dan biologis. Pelapukan merupakan proses proses alami yang menghancurkan batuan menjadi tanah.

a. Pelapukan biologi (organik)

Penyebabnya adalah proses organisme yaitu binatang tumbuhan dan manusia, binatang yang dapat melakukan pelapukan antara lain cacing tanah, serangga. Di batu-batu karang daerah pantai sering terdapat lubang-lubang yang dibuat oleh binatang. Pengaruh yang disebabkan oleh tumbuh-tumbuhan ini dapat bersifat mekanik atau kimiawi. Pengaruh sifat mekanik yaitu berkembangnya akar tumbuh-tumbuhan di dalam tanah yang dapat merusak tanah disekitarnya. Pengaruh zat kimiawi yaitu berupa zat asam yang dikeluarkan oleh akar-akar serat makanan menghisap garam makanan. Zat asam ini merusak batuan sehingga garam-garaman mudah diserap oleh akar. Manusia juga berperan dalam pelapukan melalui aktifitas penebangan pohon, pembangunan maupun penambangan.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.1 Pelapukan Biologi (Organik)

b. Pelapukan fisika (mekanik)

Pelapukan fisika adalah proses dimana batuan pecah menjadi kepingan yang lebih kecil, tetapi tanpa mengalami perubahan komposisi kimia dan mineral yang berarti. Pelapukan fisik ini dapat menghasilkan fragment/kristal kecil sampai blok kekar (*joint block*) yang berukuran besar.

Pada proses ini batuan akan mengalami perubahan fisik baik bentuk maupun ukurannya. Batuan yang besar menjadi kecil dan yang kecil menjadi halus. Pelapukan ini di sebut juga pelapukan mekanik sebab prosesnya berlangsung secara mekanik. Adapun penyebab terjadinya pelapukan mekanik yaitu:

- 1) *Stress release*: batuan yang muncul ke permukaan bumi melepaskan *stress* menghasilkan kekar atau retakan yang sejajar permukaan topografi. Retakan-retakan itu membagi batuan menjadi lapisan-lapisan atau lembaran (*sheet*) yang sejajar dengan permukaan topografi. Proses ini sering disebut *sheeting*. Ketebalan dari lapisan hasil proses *sheeting* ini semakin tebal menjauhi dari permukaan. Proses pelapukan jenis ini sering terjadi pada batuan beku terobosan yang dekat permukaan bumi.

- 2) *Frost action and hydro-fracturing*: pembekuan air dalam batuan. Air atau larutan lainnya yang tersimpan di dalam pori dan/atau retakan batuan akan meningkat volumenya sekitar 9% apabila membeku, sehingga ini akan menimbulkan tekanan yang cukup kuat memecahkan batuan yang ditempatinya. Proses ini tergantung:
- a) Keberadaan pori dan retakan dalam batuan
 - b) Keberadaan air/cairan dalam pori
 - c) Temperatur yang turun naik dalam jangka waktu tertentu.
- 3) *Salt weathering*: pertumbuhan kristal pada batuan. Pertumbuhan kristal pada pori batuan sehingga menimbulkan tekanan tinggi yang dapat merusak/memecahkan batuan itu sendiri. Berubahnya air garam menjadi kristal. Jika air tanah mengandung garam, maka pada siang hari airnya menguap dan garam akan mengkristal. Kristal garam ini tajam sekali dan dapat merusak batuan pegunungan di sekitarnya, terutama batuan karang di daerah pantai.
- 4) *Insolation weathering*: akibat pemanasan dan pendinginan permukaan karena pengaruh matahari. Peristiwa ini terutama terjadi di daerah yang beriklim kontinental atau beriklim Gurun di daerah gurun temperatur pada siang hari dapat mencapai 50°C. Pada siang hari bersuhu tinggi atau panas. Batuan menjadi mengembang, pada malam hari saat udara menjadi dingin, batuan mengerut. Apabila hal itu terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan batuan pecah atau retak-retak.
- 5) *Alternate wetting and drying*: pengaruh penyerapan dan pengeringan dengan cepat.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.2 Pelapukan Fisika (Mekanik)

c. Pelapukan Kimia

Pelapukan kimia membuat komposisi kimia dan mineralogi suatu batuan dapat berubah. Mineral dalam batuan yang dirusak oleh air kemudian bereaksi dengan udara (O_2 atau CO_2), menyebabkan sebagian dari mineral itu menjadi larutan. Selain itu, bagian unsur mineral yang lain dapat bergabung dengan unsur setempat membentuk kristal mineral baru.

Pada pelapukan kimia air dan gas terlarut memegang peran yang sangat penting. Sedangkan pelapukan kimia sendiri mempunyai peran terpenting dalam semua jenis pelapukan. Hal ini disebabkan karena air ada pada hampir semua batuan walaupun di daerah kering sekalipun. Akan tetapi pada suhu udara kurang dari $30^{\circ}C$, pelapukan kimia berjalan lebih lambat. Proses pelapukan kimia umumnya dimulai dari dan sepanjang retakan atau tempat lain yang lemah.

Kecepatan pelapukan kimia tergantung dari iklim, komposisi mineral dan ukuran butir dari batuan yang mengalami pelapukan. Pelapukan akan berjalan cepat pada daerah yang lembab (humid) atau panas dari pada di daerah kering atau sangat dingin. Curah hujan rata-rata dapat mencerminkan kecepatan pelapukan, tetapi temperatur sulit dapat diukur. Namun secara umum, kecepatan pelapukan kimia akan meningkat dua kali dengan meningkat temperatur setiap $10^{\circ}C$.

Mineral basa pada umumnya akan lebih cepat lapuk dari pada mineral asam. Itulah sebabnya basal akan lebih cepat lapuk dari

pada granit dalam ukuran yang sama besar. Sedangkan pada batuan sedimen, kecepatan pelapukan tergantung dari komposisi mineral dan bahan semennya. Adapun penyebab terjadinya pelapukan kimia, antara lain:

- 1) Hidrolisis adalah reaksi antara mineral silikat dan asam (larutan mengandung ion H^+) dimana memungkinkan pelarut mineral silikat dan membebaskan kation logam dan silika. Mineral lempung seperti kaolin, illit dan smektit besar kemungkinan hasil dari proses pelapukan kimia jenis ini (Boggs, 1995). Pelapukan jenis ini memegang peran terpenting dalam pelapukan kimia.
- 2) Hidrasi adalah proses penambahan air pada suatu mineral sehingga membentuk mineral baru. Lawan dari hidrasi adalah dehidrasi, dimana mineral kehilangan air sehingga berbentuk anhydrous. Proses terakhir ini sangat jarang terjadi pada pelapukan, karena pada proses pelapukan selalu ada air. Contoh yang umum dari proses ini adalah penambahan air pada mineral hematit sehingga membentuk gutit.
- 3) Oksidasi berlangsung pada besi atau mangan yang pada umumnya terbentuk pada mineral silikat seperti biotit dan piroksen. Elemen lain yang mudah teroksidasi pada proses pelapukan adalah sulfur, contohnya pada pirit (Fe_2S).
- 4) Reduksi terjadi dimana kebutuhan oksigen (umumnya oleh jasad hidup) lebih banyak dari pada oksigen yang tersedia. Kondisi seperti ini membuat besi menambah elektron dari Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} yang lebih mudah larut sehingga lebih mobil, sedangkan Fe^{3+} mungkin hilang pada sistem pelapukan dalam pelarutan.
- 5) Pelarutan mineral yang mudah larut seperti kalsit, dolomit dan gipsum oleh air hujan selama pelapukan akan cenderung terbentuk komposisi yang baru.
- 6) Pergantian ion adalah proses dalam pelapukan dimana ion dalam larutan seperti pergantian Na oleh Ca. Umumnya terjadi pada mineral lempung.

Pada pelapukan ini batu batuan mengalami perubahan kimiawi yang umumnya berupa pelarutan. Pelapukan kimiawi tampak jelas terjadi

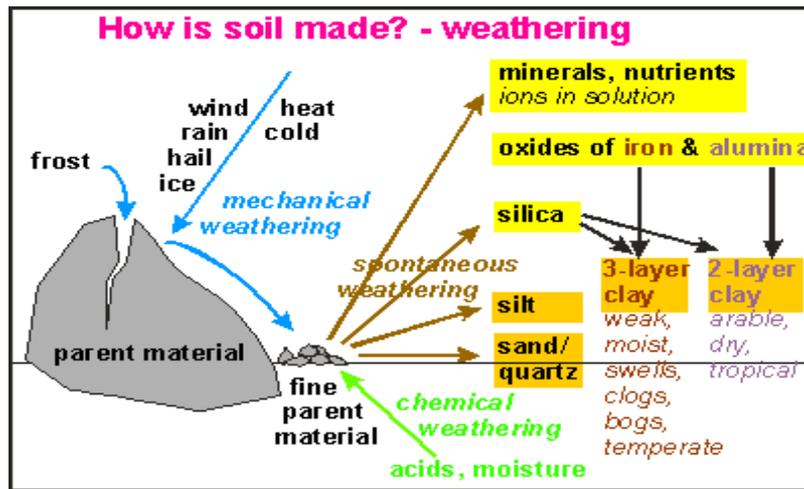
pada pegunungan kapur (Karst). Pelapukan ini berlangsung dengan batuan air dan suhu yang tinggi. Air yang banyak mengandung CO_2 (Zat asam arang) dapat dengan mudah melarutkan batu kapur (CaCO_3). Peristiwa ini merupakan pelarutan dan dapat menimbulkan gejala karst. Di Indonesia pelapukan yang banyak terjadi adalah pelapukan kimiawi. Hal ini karena di Indonesia banyak turun hujan. Air hujan inilah yang memudahkan terjadinya pelapukan kimiawi.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.3 Pelapukan Kimia

Hasil akhir dari ke-tiga jenis pelapukan batuan tersebut di atas dikenal sebagai soil (tanah). Oleh karena tanah merupakan hasil dari pelapukan batuan. Berbagai jenis tanah, seperti Andosol, Latosol atau Laterit tergantung pada jenis batuan asalnya. Gambar 4. Di bawah memperlihatkan proses pelapukan, baik secara mekanis yang disebabkan antara lain oleh perubahan temperatur panas, dingin, angin, hujan, es, pembekuan pada batuan menyebabkan batuan induk mengalami disintegrasi (perombakan) menjadi bagian yang lebih kecil, sedangkan proses kimiawi yang disebabkan oleh larutan asam, kelembaban merubah mineral-mineral menjadi ion-ion, oksidasi besi dan alumina, mineral silika akan menghasilkan lapisan lapisan lempung (tabel 1).



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.4 Proses Pelapukan Mekanik dan Kimia pada Batuan Induk Menjadi Tanah

Tabel 2.1 Produk Pelapukan Mineral Pembentuk Batuan

Mineral Asal	Dalam Pengaruh CO ₂ dan H ₂ O	Hasil Utama (Padat)	Hasil Lainnya (Larutan)
Feldspar	→	Mineral Lempung	Ion (Na ⁺ , Ca ⁺⁺ , K ⁺), SO ₂)
Mineral Ferro-magnesium (termasuk biotit dan mika)	→	Mineral Lempung	Ion (Na ⁺ , Ca ⁺⁺ , K ⁺ , Mg ⁺⁺)SO ₂ , Fe oksida
Muscovit	→	Mineral Lempung	Ion-ion (K ⁺), SO ₂
Kuarsa	→	Butiran pasir	-
Kalsit	→	-	Ion-ion (Ca ⁺⁺ , HCO ₃)

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran dapat dilakukan dengan cara:

- Mengamati:** mengamati perbandingan teori proses pelapukan batuan.
- Menanya:** mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri.
- Mengumpulkan informasi:** mengumpulkan informasi yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang teori proses pelapukan batuan.

4. **Mengasosiasi:** mengkatagorikan dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan teori proses pelapukan batuan.
5. **Mengkomunikasikan:** menyampaikan hasil konseptualisasi tentang teori proses pelapukan batuan.

E. Latihan

Untuk memperdalam pemahaman anda mengenai materi di atas, maka silahkan mengerjakan latihan berikut:

1. Pelapukan adalah proses alterasi dan fragsinasi batuan dan material tanah pada dan/atau dekat permukaan bumi yang disebabkan karena:
 - a. Proses fisik, kimia dan biologi.
 - b. Rusaknya permukaan tanah
 - c. Proses geologi
 - d. Semua jawaban benar
2. Proses pelapukan akan menghancurkan batuan atau bahkan melarutkan sebagian dari mineral untuk kemudian menjadi tanah atau diangkut dan diendapkan sebagai:
 - a. Batuan sedimen
 - b. Batuan metamorf
 - c. Batuan beku
 - d. Batuan andesit
3. Hubungan antara pelapukan dengan pembentukan tanah adalah
 - a. Pelapukan mengawali pembentukan tanah
 - b. Tanah lapuk akan mudah terurai
 - c. Pelapukan tanah terjadi secara alami
 - d. Pelapukan memerlukan waktu yang sangat singkat
4. Pelapukan secara mekanik antara lain disebabkan oleh.....
 - a. Pengaruh mikroorganisme
 - b. Tekanan yang stabil
 - c. Perbedaan suhu yang mencolok
 - d. Reaksi antara udara, air, dan mineral batuan
5. Batu karang yang besar lama-lama menjadi lebih kecil karena tergerus ombak. Peristiwa tersebut termasuk jenis pelapukan.....

- a. Ombak
 - b. Fisika
 - c. Kimiawi
 - d. Biologis
6. Pelapukan batuan di gurun pasir terjadi karena.....
- a. Perubahan suhu yang drastis
 - b. Getaran permukaan bumi
 - c. Terjangan ombak yang terus menerus
 - d. Masuknya akar ke sela-sela
7. Pelapukan karena interaksi antara air, udara, serta mineral dalam batuan menyebabkan terjadinya.....
- a. Pelapukan lambat
 - b. Pelapukan cepat
 - c. Pelapukan fisika
 - d. Pelapukan kimiawi
8. yang bukan termasuk faktor terjadinya pelapukan batuan adalah:
- a. Keadaan struktur batuan
 - b. Waktu
 - c. Topografi
 - d. iklim
9. Akar tanaman dapat menyebabkan pelapukan secara:
- a. Kimia
 - b. Fisika
 - c. Biologi
 - d. Biokimia
10. Pelapukan batuan yang disebabkan perubahan suhu adalah.....
- a. Pelapukan kimia
 - b. Pelapukan fisika
 - c. Pelapukan biologi
 - d. Pelapukan biokimia

F. Rangkuman

1. Pengertian Pelapukan

Pelapukan adalah proses alterasi dan fraksinasi batuan dan material tanah pada dan/atau dekat permukaan bumi yang disebabkan karena proses fisik, kimia dan biologi.

2. Penyebab Pelapukan

Adapun beberapa hal yang menjadi faktor-faktor utama penyebab utama terjadinya pelapukan, antara lain:

- a. Adanya perbedaan temperatur yang tinggi
- b. Pembekuan air di dalam batuan
- c. Berubahnya air garam menjadi kristal.
- d. Insolasi
- e. Perbedaan Warna Mineral
- f. Pelapukan Kulit Bawang

3. Jenis-jenis pelapukan

- a. Pelapukan biologi (organik)
- b. Pelapukan fisika (mekanik)
- c. Pelapukan kimia (kimia)

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandingkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan standart nilai di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran.

Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% – 100% = baik sekali

80% – 89% = baik

70% – 79% = cukup

≤ 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

Bentang Alam

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan anda mampu:

1. Menjelaskan definisi bentang alam
2. Mendeskripsikan jenis-jenis bentang alam
3. Menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan perubahan bentang alam

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Memahami teori mengenai definisi bentang alam.
2. Memahami teori mengenai jenis-jenis bentang alam.
3. Memahami teori mengenai faktor yang menyebabkan perubahan bentang alam.

C. Uraian Materi

Bentang alam (*landscape*) didefinisikan sebagai panorama alam yang disusun oleh elemen elemen geomorfologi dalam dimensi yang lebih luas dari *terrain*.

Bentang alam dibagi menjadi dua golongan besar yaitu:

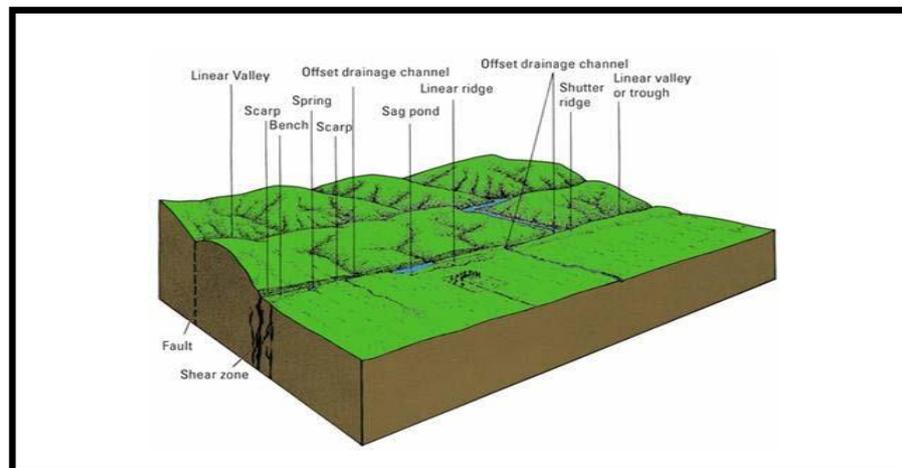
1. Bentang alam konstruksional, yaitu semua bentang alam yang terbentuk akibat gaya endogen (gaya eksogen belum bekerja disini, jadi masih berada pada tingkat initial).
2. Bentang alam destruksional, yaitu semua bentang alam yang terbentuk akibat gaya eksogen terhadap bentang alam yang dihasilkan oleh gaya endogen, melalui proses pelapukan, erosi, abrasi, dan sedimentasi.

1. Bentang Alam Endogen

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

Bentangalam Struktural (*Structural/Tectonic Landforms*)

Bentang alam struktural adalah bentang alam yang proses pembentukannya dikontrol oleh gaya tektonik seperti perlipatan dan atau patahan. Gambar 5 adalah blok diagram dari suatu patahan sesar mendatar yang menghasilkan bentuk bentang alam antara lain Gawir, Bukir Tertekan (*pressure ridge*), *Sag Basin*, *Shutter Ridge*, dan *Offset River*.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.5 Blok Diagram yang Memperlihatkan Bentuk-Bentuk Bentang Alam yang Terjadi

Adapun bentuk-bentuk bentang alam endogen antara lain adalah :

a. Morfologi Escarpments (Morfologi Gawir Sesar)

Morfologi *Escarpment* (*Gawir Sesar*) adalah bentang alam yang berbentuk bukit dimana salah satu lerengnya merupakan bidang sesar. Morfologi gawir sesar biasanya dicirikan oleh bukit yang memanjang dengan perbedaan tinggi yang cukup ekstrim antara bagian yang datar dan bagian bukit.

Pada umumnya bagian lereng yang merupakan bidang sesar diendapkan material hasil erosi (talus) membentuk morfologi kaki lereng dengan berelief landai. Pada sesar mendatar, pergeseran memungkinkan salah satu bagian bergerak kearah atas terhadap bagian lainnya yang kemudian membentuk gawir. Pada gambar 6 diperlihatkan salah satu bentuk gawir sesar yang ada di wilayah "*Owen Valley*" dan sesar ini terbentuk bersamaan dengan terjadinya gempa bumi pada tahun 1872. Tampak pada gambar,

bagian depan berupa dataran dan latar belakang berupa gawir dengan endapan talus yang diendapkan di depan bidang sesar. Morfologi Escarpment (Gawir Sesar) yang berupa bukit dengan lereng sebagai bidang sesar dan dicirikan oleh perbedaan relief yang cukup ekstrim antara dataran dan perbukitan.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.6 Morfologi Escarpment (Gawir Sesar)

b. Morfologi *Pressure Ridge* (Morfologi Bukit Tertekan)

Morfologi "*Pressure Ridge*" (Bentang alam bukit tertekan) adalah bentang alam yang berbentuk bukit dan terjadi sebagai akibat gaya yang bekerja pada suatu sesar mendatar dan akibat tekanan tersebut mengakibatkan batuan yang berada disepanjang patahan terpatahkan menjadi beberapa bagian yang kemudian menekan batuan tersebut kearah atas (Gambar 7). Tampak pada gambar bukit hasil dari pengangkatan yang diakibatkan oleh gaya yang bekerja disepanjang patahan.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.7 Morfologi *Pressure Ridges* (Bukit Tertekan)

c. Morfologi *Sag Basin* (Morfologi Cekungan Kantong)

Morfologi *Sag Basin* adalah bentang alam yang terbentuk dari hasil pergeseran sesar mendatar (*strike slip fault*), dengan bentuk relief yang lebih rendah (depresi) dibandingkan dengan pasangannya (Gambar 8). Morfologi *Sag Basin* merupakan pasangan dari morfologi "*Pressure Ridge*" dan morfologi ini hanya terbentuk pada sesar mendatar saja. Pada gambar diperlihatkan morfologi *Sag Basin* yang dicirikan oleh bentang alam yang berbentuk cekungan dan merupakan bagian dari suatu pasangan sesar mendatar.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.8 Morfologi "*Sag Basin*"

d. Morfologi *Shutter Ridge* (Morfologi Bukit Terpotong)

Morfologi shutter ridge (bukit terpotong) umumnya juga dijumpai pada sesar mendatar (Gambar 9). Shutter ridges terjadi apabila salah satu sisi dari bidang sesar merupakan bagian tanah yang berrelief tinggi dan pada sisi lainnya merupakan bagian permukaan yang lebih rendah. Perbedaan relief ini disebabkan oleh pergeseran yang terjadi disepanjang patahan mendatar dan seringkali mengakibatkan tersumbatnya aliran sungai. Pada gambar diperlihatkan bagian batuan yang terangkat kearah atas membentuk morfologi bukit.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.9 Morfologi "*Shutter Ridges*" (Bukit Terpotong)

e. Morfologi "*Stream Offset*" (Morfologi Sungai Sigsag)

Morfologi *Stream Offset* adalah bentang alam sungai yang arah alirannya berbelok secara tiba-tiba mengikuti arah bidang patahan dan perubahan arah aliran ini disebabkan oleh pergeseran bukit disepanjang patahan mendatar (Gambar 10). Bentuk sungai yang membelok secara sigsag terjadi karena adanya pergeseran bukit (*shutter ridges*) dari pergeseran lateral suatu sesar mendatar seperti sesar yang terdapat pada sesar San Andreas di Amerika Serikat. Morfologi "Sungai Sigsag" ditandai oleh bentuk sungai yang arah alirannya berbelok secara tiba-tiba mengikuti arah patahan yang disebabkan adanya pergeseran bukit kearah yang berlawanan.

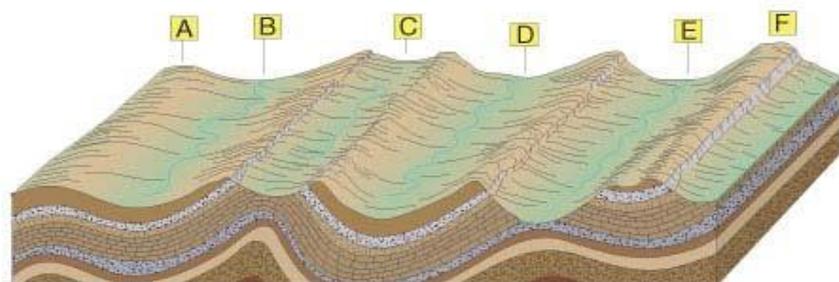


Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.10 Morfologi “Sungai Sigsag”

f. Morfologi “Folding Mountain” (Morfologi Berbukitan Lipatan)

Morfologi Perbukitan Lipatan adalah bentuk bentangalam yang tersusun oleh batuan sedimen yang terlipat membentuk struktur antiklin dan sinklin. Morfologi perbukitan lipatan dicirikan oleh susunan perbukitan dan lembah-lembah yang berpola sejajar. Genesa pembentukan morfologi perbukitan lipatan adalah gaya tektonik yang terjadi pada suatu cekungan sedimen. Pada gambar 10 diperlihatkan morfologi Berbukitan Lipatan dicirikan oleh bukit dan lembah yang memanjang dan sejajar. Satuan morfologi perbukitan lipatan dapat diklasifikasikan menjadi sub-sub satuan morfologi: Bukit Antiklin (A dan C); Lembah Sinklin (B dan D); Lembah Antiklin (E); dan Bukit Sinklin (F).



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.11 Morfologi Berbukitan Lipatan

g. Morfologi "Anticlinal ridges" (Morfologi Bukit Antiklin)

Morfologi Bukit Antiklin adalah bentang alam yang berbentuk bukit dimana litologi penyusunnya telah mengalami perlipatan membentuk struktur antiklin (gambar 12). Morfologi bukit antiklin umumnya dijumpai di daerah cekungan sedimen yang telah mengalami pengangkatan dan perlipatan. Morfologi bukit antiklin merupakan bagian dari perbukitan lipatan yang bentuknya berupa bukit dengan struktur antiklin. Jentera geomorfik "Bukit Antiklin" diklasifikasikan kedalam jentera geomorfik muda, artinya bahwa proses proses eksogenik (pelapukan, erosi/denudasi) yang terjadi pada satuan morfologi ini belum sampai merubah bentuk awalnya yang berupa bukit. Pada gambar diperlihatkan morfologi Bukit Antiklin yang dicirikan oleh bentang alam yang berbentuk bukit yang tersusun oleh batuan sedimen berstruktur antiklin.



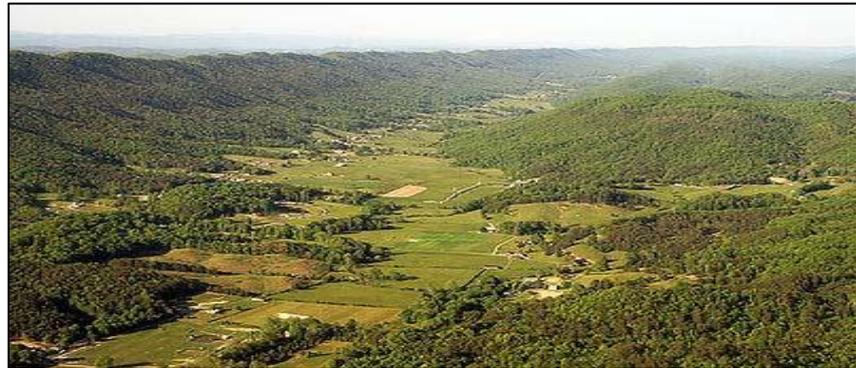
Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.12 Morfologi Bukit Antiklin

h. Morfologi "Anticlinal valleys" (Morfologi Lembah Antiklin)

Morfologi Lembah Antiklin adalah bentangalam yang berbentuk lembah yang diapit oleh sepasang bukit tersusun dari batuan sedimen yang berstruktur antiklin (Gambar 13). Jentera geomorfik "Lembah Antiklin" dapat diklasifikasikan kedalam jentera geomorfik dewasa, artinya bahwa proses proses eksogenik (pelapukan, erosi dan denudasi) yang terjadi pada satuan ini telah merubah bentuk aslinya yang semula berbentuk "bukit" berubah menjadi "lembah". Pada gambar diperlihatkan morfologi "Lembah Antiklin" yang dicirikan oleh bentang alam

yang berbentuk lembah yang diapit oleh dua lereng bukit yang arah kemiringan lapisannya berlawanan arah membentuk struktur antiklin.

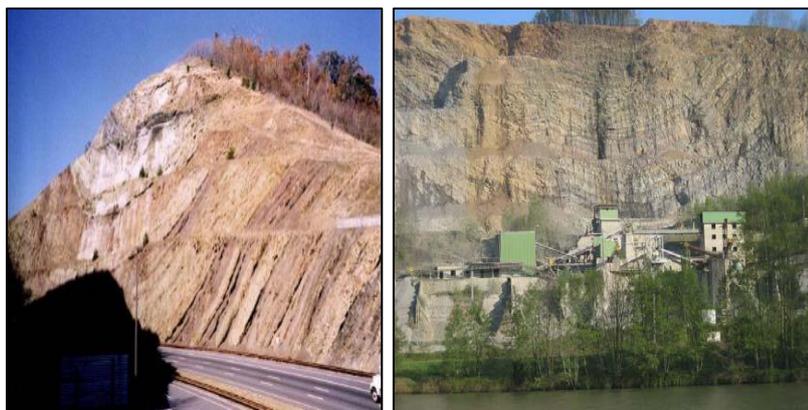


Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.13 Morfologi "Lembah Antiklin"

i. Morfologi *Synclinal Ridges* (Morfologi Bukit Sinklin)

Morfologi Bukit Sinklin adalah bentangalam yang berbentuk bukit, tersusun dari batuan sedimen yang membentuk struktur sinklin (Gambar 14). Jentera geomorfik "*Bukit Sinklin*" diklasifikasikan kedalam jentera geomorfik dewasa, artinya bahwa proses eksogenik (pelapukan, erosi dan denudasi) yang terjadi pada satuan ini telah merubah bentuk aslinya yang semula berbentuk "lembah" berubah menjadi "bukit". Morfologi Bukit Sinklin dalam geomorfologi dikenal sebagai "*reverse topographic*" (topografi terbalik).



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.14 Morfologi Bukit Sinklin

j. Morfologi "Synclinal valleys" (Morfologi Lembah Sinklin)

Morfologi Lembah Sinklin adalah bentangalam yang berbentuk lembah yang tersusun dari batuan sedimen dengan struktur sinklin (Gambar 15). Jentera geomorfik satuan geomorfologi Lembah Sinklin dapat digolongkan kedalam jentera geomorfik muda, artinya bahwa proses eksogenik (pelapukan, erosi dan denudasi) belum sampai merubah bentuk aslinya yang berupa "lembah" menjadi berbentuk "bukit". Pada gambar tersebut diperlihatkan morfologi "*Lembah Sinklin*" yang dicirikan oleh bentangalam yang berbentuk lembah yang diapit oleh dua lereng bukit yang arah kemiringan lapisannya mengarah kearahsama membentuk struktur sinklin.



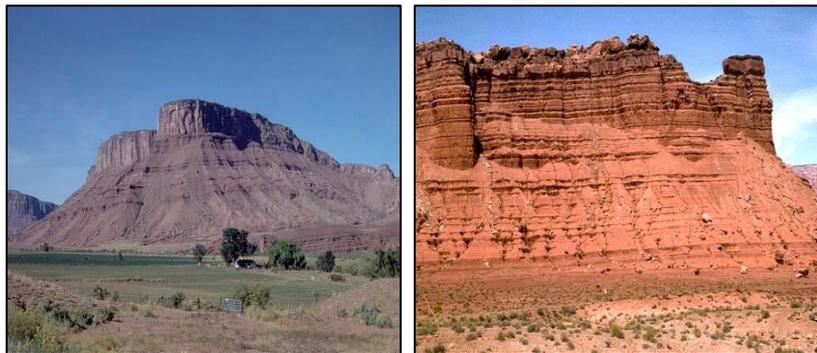
Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.15 Morfologi "Lembah Sinklin"

k. Morfologi Plateau

Morfologi *Plateau* adalah bentang alam yang bentuknya menyerupai meja berelief tinggi dengan struktur batuan yang horisontal (Gambar 16). Morfologi *plateau* umumnya dijumpai di daerah yang kondisi geologinya relatif stabil atau relatif kecil terhadap pengaruh tektonik, sehingga perlapisan batuan relatif horisontal. Adanya proses pengangkatan (epirogeneses) yang tidak berakibat pada terlipatnya batuan dan diikuti proses erosi/denudasi yang intensif sehingga terbentuk suatu dataran yang tinggi dibandingkan dengan bagian lainnya. Berdasarkan genetiknya, Plateau, Mesa dan Butte adalah bentuk bentang alam yang proses pembentukannya sama dan dibedakan

berdasarkan ukurannya (dimensinya), dimana plateau berukuran luas, mesa dengan ukuran yang relatif lebih kecil sedangkan bute merupakan bagian yang terkecil dan dikenal juga sebagai sisa-sisa dari bentang alam mesa. Pada gambar diperlihatkan Morfologi "Plateau" yang dicirikan oleh bentangalam yang berbentuk seperti meja dengan bidang atasnya relative mendatar.

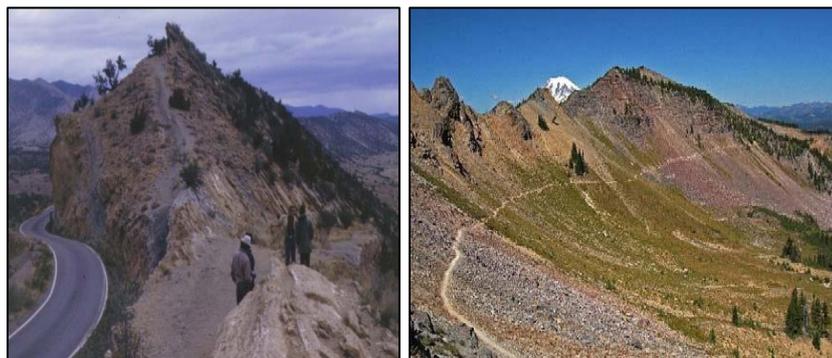


Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.16 Morfologi "Plateau"

I. Morfologi "Hogbag" (Morfologi Hogbag)

Morfologi *Hogbag* adalah bentangalam yang berbentuk bukit yang memanjang searah dengan jurus perlapisan batuan dan mempunyai kemiringan lapisan yang lebih besar 45° . Morfologi Hogbag terjadi karena sesar/patahan yang memotong searah bidang perlapisan. Pada gambar tersebut diperlihatkan morfologi "Hogbag" yang dicirikan oleh bentangalam yang berbentuk bukit dengan kemiringan lapisan batumannya diatas 45° .

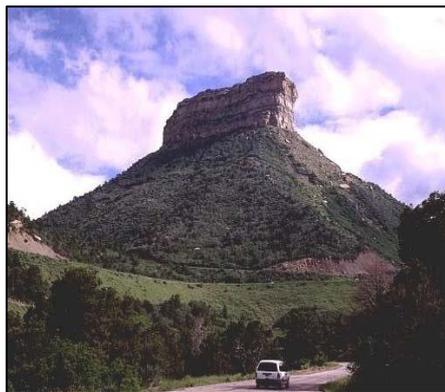


Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.17 Morfologi "Hogbag"

m. Morfologi Mesa

Morfologi Mesa adalah bentang alam yang berbentuk dataran dan proses kejadiannya dikontrol oleh struktur perlapisan mendatar dengan elevasi yang lebih tinggi dari sekitarnya (gambar 18). Morfologi mesa juga dijumpai di daerah yang kondisi geologinya relatif stabil atau pengaruh tektoniknya relatif kecil, sehingga pada saat terjadi pengangkatan perlapisan batuan tetap horisontal.

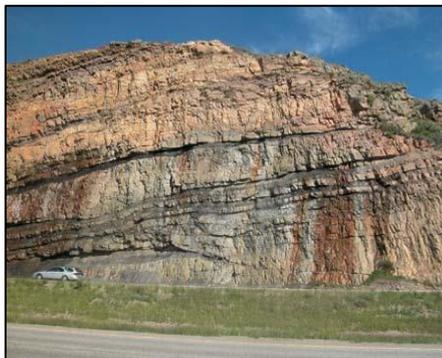


Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.18 Morfologi Mesa

n. Morfologi "Monoclinial ridges" (Morfologi Bukit Monoklin)

Morfologi Bukit Monoklin adalah bentangalam yang berbentuk bukit, tersusun dari batuan sedimendengan arah kemiringan yang seragam. Morfologi bukit monoklin dapat berupa bagian sayap darisuatu lipatan antiklin atau sinklin (gambar 19).



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.19 Morfologi "Monoclinial Ridges"

o. Morfologi "Block Faulting ridges" (Morfologi Perbukitan Patahan)

Morfologi Bukit Patahan adalah bentuk bentang alam yang terdiri dari bukit-bukit yang dibatasi oleh bidang-bidang patahan (gawir sesar). Genesa pembentukan bukit patahan dikontrol oleh struktur patahan.

p. Morfologi "Graben" (Amblesan) dan "Horst" (Tonjolan)

Morfologi *Graben* (Amblesan) adalah bentang alam yang berbentuk depresi dipisahkan dengan morfologi lainnya oleh bidang patahan. Morfologi *Horst* (Tonjolan) adalah bentang alam yang berbentuk bukit, merupakan bagian yang menonjol dibandingkan dengan sekitarnya dan dibatasi oleh bidang sesar.

q. Morfologi Intrusi (Morfologi Intrusive)

Morfologi Intrusi (*Intrusive landforms*) adalah bentang alam berbentuk bukit terisolir yang tersusun oleh batuan beku dan genesanya dikontrol oleh aktivitas magma. Pada gambar 20 diperlihatkan morfologi "*Intrusive Landforms*" yang dicirikan oleh bentang alam yang berbentuk bukit dengan material penyusunnya adalah batuan beku.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.20 Morfologi "*Intrusive Landforms*"

r. **Bentang alam Gunungapi**

Bentang alami Gunungapi (*Volcanic Landforms*) adalah bentang alam yang merupakan produk dari aktivitas gunungapi. Bagian bagian dari morfologi gunungapi sebagai berikut:

1) ***Volcanic Landforms (Morfologi Gunungapi)***

Morfologi Gunungapi adalah bentangalam gunungapi yang proses terbentuknya dikontrol oleh aktivitas gunungapi. Bentuk bentuk bentang alam gunungapi dapat dikelompokkan berdasarkan pada tipe/jenis magmanya (magma basa, magma intermediate, magma asam) serta jenis material yang dikeluarkannya (lava atau piroklastik).

Morfologi Gunungapi Strato adalah bentang alam gunungapi yang berbentuk kerucut dan disusun oleh perulangan dari material piroklastik dan lava. Pada gambar di bawah ini diperlihatkan Morfologi Gunungapi Strato/ Strato Volcano.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.21 Morfologi Gunungapi Strato/ Strato Volcano

Morfologi Gunungapi Perisai adalah bentang alam gunungapi yang bentuknya menyerupai perisai dan biasanya tersusun oleh lava yang berkomposisi basaltis. Gunungapi tipe perisai banyak dijumpai di kepulauan Hawaii, Amerika dan saat erupsi aliran lavanya bisa mencapai hingga puluhan kilometer. Pada gambar 22 diperlihatkan morfologi gunungapi perisai/ Shield Volcano.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.22 Morfologi Gunungapi Perisai /Shield Volcano

2) ***Volcanic Foothlope Landforms (Morfologi Kaki Gunungapi)***

Morfologi Kaki Gunungapi adalah bentang alam gunungapi yang merupakan bagian kaki dari suatu tubuh gunungapi (gambar 23). Pada umumnya suatu tubuh gunungapi dibagi menjadi tiga bagian, yaitu kepundan gunungapi, badan/kerucut gunungapi, dan kaki gunungapi.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.23 Morfologi Kaki Gunungapi

3) ***Crater Landforms (Kawah Gunungapi)***

Morfologi Kawah adalah bentang alam gunungapi yang berupa lubang tempat keluarnya material gunungapi ketika terjadi erupsi. Pada gambar 24 diperlihatkan morfologi kawah gunungapi.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.24 Morfologi Kawah Gunungapi

4) **Caldera Landforms (Morfologi Kaldera Gunungapi)**

Morfologi Kaldera adalah bentangalam yang terbentuk sebagai hasil erupsi gunungapi tipe explosive yang mengakibatkan bagian kepundannya runtuh sehingga membentuk bentuk kawah yang sangat luas (gambar). Kadang kala bagian dalam kaldera terisi air membentuk danau. Contoh yang paling klasik dari kaldera di Indonesia adalah Danau Toba di Sumatra Utara.

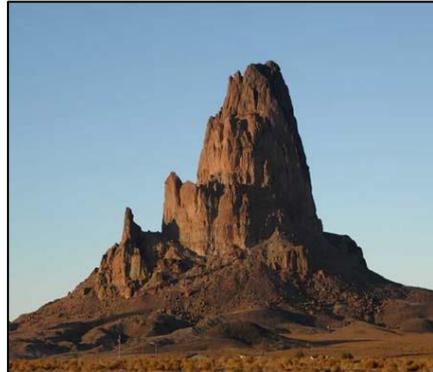


Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.25 Morfologi Kaldera /*Caldera Landforms*

5) **Volcanic-neck Landforms (Morfologi Jenjang Gunungapi)**

Morfologi Jenjang Gunungapi adalah bentang alam yang berbentuk seperti leher atau tiang merupakan sisa dari proses denudasi gunungapi (gambar 26).



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.26 Morfologi Volcanic Neck

6) **Parasitic Cone Landforms (Morfologi Gunungapi Parasit)**

Morfologi Gunungapi Parasit (*Parasitic Cones*) adalah bentangalam yang berbentuk kerucut yang keberadaannya menumpang pada badan dari induk gunungapi, sering juga disebut sebagai anak gunungapi (gambar 27).



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.27 Morfologi Kerucut Gunungapi / *Parasite Cone*

7) **Lava Plug Landforms (Morfologi Sumbat Lava)**

Sumbat lava (lava plug) adalah bentangalam yang berbentuk pipa atau bantal berupa lava yang membeku pada lubang kepundan.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.28 Morfologi Sambat Lava/ Lava Plug

8) Morfologi Maar

Morfologi Maar adalah bentang alam berelief rendah dan luas dari suatu kawah gunungapi hasil erupsi preatomagmatik, letusannya disebabkan oleh air bawah tanah yang kontak dengan magma (gambar 29). Ciri dari morfologi Maar umumnya diisi oleh air membentuk suatu danau kawah yang dangkal.

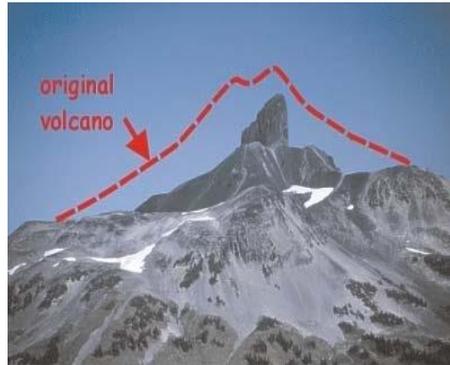


Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.29 Morfologi "Maar"

9) *Volcanic Remnant Landforms* (Morfologi Sisa Gunungapi)

Sisa Gunungapi (*volcanic remnant*) adalah sisa-sisa dari suatu gunungapi yang telah mengalami proses denudasi (gambar 30).



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.30 Morfologi Sisa Gunungapi/
Remnant Volcanic Landforms

2. Bentangan Alam Eksogen

Bentang alam eksogen adalah bentuk-bentuk bentang alam yang proses pembentukannya/genetiknya dikontrol oleh gaya eksogen. Bentang alam eksogen dikenal juga sebagai bentang alam destruksional (*destructural landforms*). Berikut ini adalah proses eksogen yang merubah bentuk bentang, yaitu:

a. Bentangalam Hasil Aktivitas Sungai (*Landforms of Fluvial Processes*)

Apabila air jatuh ke atas permukaan bumi, maka beberapa kemungkinan dapat terjadi. Air akan terkumpul sebagai tumpukan salju di daerah-daerah puncak pegunungan yang tinggi atau sebagai gletser. Ada pula yang terkumpul di danau-danau. Yang jatuh menimpa tumbuh-tumbuhan dan tanah, akan menguap kembali ke dalam atmosfer atau diserap oleh tanah melalui akar-akar tanaman, atau mengalir melalui sistem sungai atau aliran bawah tanah. Di atas permukaan Bumi, air akan mengalir melalui jaringan pola aliran sungai menuju bagian-bagian yang rendah. Setiap pola aliran mempunyai daerah pengumpulan air yang dikenal sebagai “daerah aliran sungai” atau disingkat sebagai DAS atau “*drainage basin*”.

Setiap DAS dibatasi dari DAS disebelahnya oleh suatu tinggian topografi yang dinamakan pemisah aliran (*drainage divide*). Dengan digerakkan oleh gaya berat, air hujan yang jatuh dimulai dari daerah pemisah aliran akan mengalir melalui lereng sebagai lapisan lebar

berupa air-bebas dengan ketebalan hanya beberapa cm saja yang membentuk alur-alur kecil. Dari sini air akan bergabung dengan sungai baik melalui permukaan atau sistim air bawah permukaan. Dalam perjalanannya melalui cabang-cabangnya menuju ke sungai utama dan kemudian bermuara di laut, air yang mengalir dipermukaan melakukan kegiatan-kegiatan mengikis, mengangkat dan mengendapkan bahan-bahan yang dibawanya. Meskipun sungai-sungai yang ada dimuka bumi ini hanya mengangkut kira-kira 1/1000.000 dari jumlah air yang ada di Bumi, namun ia merupakan “gaya geologi” yang sangat ampuh yang menyebabkan perubahan pada permukaan bumi. Hasil utama yang sangat menonjol yang dapat diamati adalah terbentuknya lembah-lembah yang dalam yang sangat menakjubkan di atas muka bumi ini.

Pada gambar 31 diperlihatkan berbagai bentuk morfologi sungai, antara lain Kipas Aluvial, Sungai Teranyam, PointBar, Gosongpasir, dan Undak Sungai., Danau Tapal Kuda, Delta.



Sumber : Pengantar Geologi

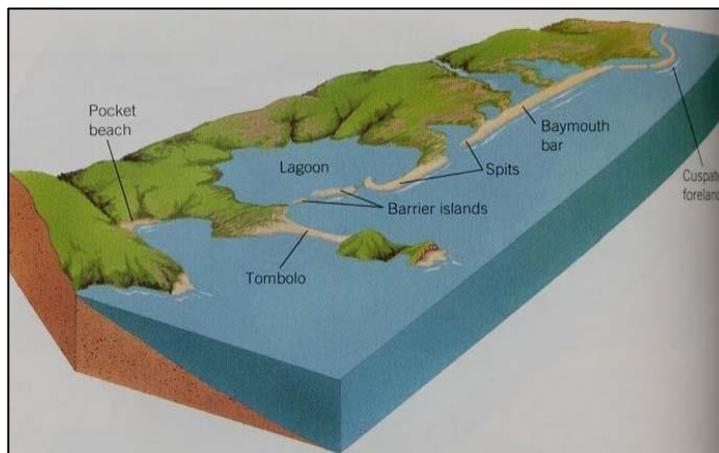
Gambar 2.31 Berbagai Bentuk Morfologi Sungai

b. Bentangalam Hasil Aktivitas Pesisir (*Landforms of Coastal Processes*)

Wilayah Pesisir adalah suatu wilayah yang berada pada batas antara daratan dan lautan dan merupakan tempat pertemuan antara energi dinamis yang berasal dari daratan dan lautan. Dengan demikian wilayah pesisir merupakan wilayah yang dipengaruhi oleh proses-proses erosi, abrasi, sedimentasi, penurunan (*submergence*), dan pengangkatan (*emergence*). Morfologi pantai adalah bentuk-bentuk bentangalam yang terjadi sebagai akibat dari aktivitas air yang berada di wilayah pesisir. Berbagai macam bentuk bentang alam dijumpai di wilayah pesisir, kebanyakan bentuk bentang alamnya hasil perubahan gelombang air laut.

1) Morfologi Pantai

Morfologi hasil aktivitas pesisir merupakan bentuk bentuk bentang alam yang proses terjadinya sangat dipengaruhi oleh aktivitas daratan dan lautan. Pada gambar 32 diperlihatkan bentuk bentang alam yang terjadi pada lingkungan pesisir/pantai. Beberapa bentuk bentang alam pantai diantaranya tombolo, lagoon, barrier, islands, dan spits.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.32 Beberapa Bentuk Bentang Alam Pantai

2) Morfologi Tanjung

Morfologi Tanjung adalah bentang alam yang daratannya menjorok ke arah laut sedangkan bagian kiri dan kanannya relatif sejajar dengan garis pantai.

3) Morfologi Teluk

Morfologi Teluk adalah bentang alam yang daratannya menjorok ke arah daratan sedangkan bagiankiri dan kanan nya relatif sejajar dengan garis pantai.

4) Morfologi *Stack* dan *Arches*

Morfologi Stack adalah bentuk-bentuk bentang alam pantai yang berada di sekitar garis pantai merupakan sisa-sisa daratan akibat kikisan/ abrasi gelombang air laut dan mengakibatkan garis pantai mundur ke arah daratan. Arches adalah sisa-sisa daratan akibat erosi (*abrasi*) dengan bentuk yang tidak teratur karena batumannya resisten terhadap hantaman gelombang.

5) Morfologi *Wave-cut platform*

Morfologi *Wave-cut platform* adalah bentang alam berbentuk datar hasil erosi gelombang air laut dan berada pada zona muka air laut, sedangkan garis pantai mundur ke arah darat sebagai akibaterosi gelombang laut.

6) Morfologi Tanggul (*Barrier*)

Morfologi Barrier adalah bentang alam yang berbentuk memanjang sejajar dengan garis pantai dan terbentuk sebagai hasil pengendapan partikel partikel pasir dibagian muka pantai oleh abrasi gelombang air laut. Topografi *barrier* island umumnya lebih rendah dibandingkan dengan topografi pantai.

7) Morfologi Lagoon

Morfologi Lagoon adalah bentuk bentang alam yang terletak diantara barrier (tanggul) dan daratan, dengan kedalaman air yang dangkal dan dipengaruhi oleh air laut dan air tawar yang berasal dari darat.

8) Morfologi Pantai *submergent*

Morfologi Pantai *submergent* adalah bentang alam yang terbentuk dari pengaruh gabungan antara naiknya muka air laut (*transgresi*) dan penurunan cekungan.

9) Morfologi Pantai *emergent*

Morfologi Pantai *emergent* adalah bentang alam yang terbentuk sebagai akibat dari penurunan muka air laut (*regresi*) atau naiknya permukaan daratan. Umumnya bentuk pantai *emergent* ditandai oleh teras-teras pantai.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.33 Berbagai morfologi pantai

3. Bentang alam Hasil Aktivitas Angin (*Landforms Eolian Processes*)

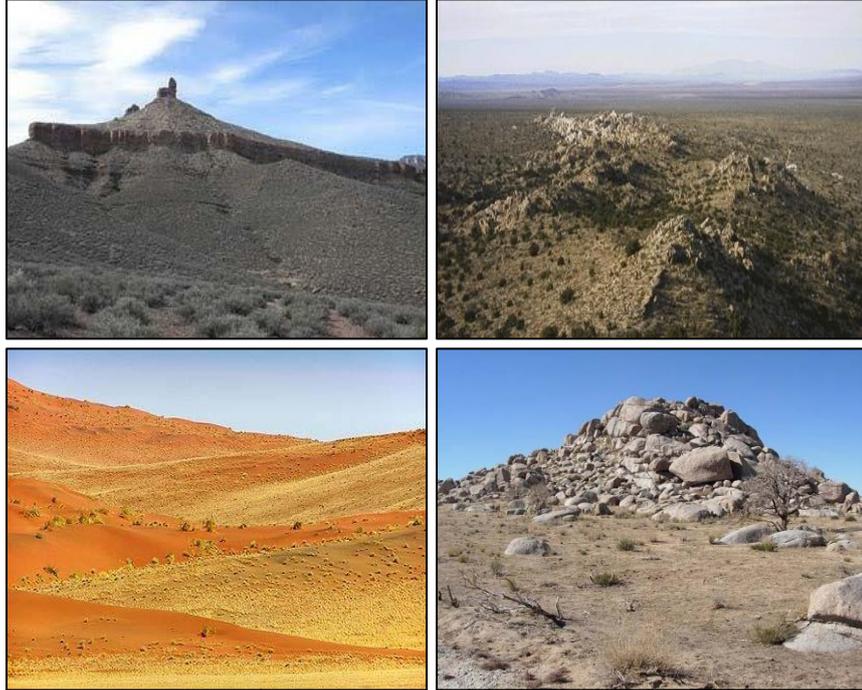
Wilayah-wilayah yang curah hujan (*presipitasi*) tahunannya kecil umumnya jarang tumbuh-tumbuhan sehingga tanah dan batuan yang terdapat di wilayah tersebut tersingkap dan hal ini menyebabkan tanah dan batuan yang ada dapat tererosi oleh angin dan terkena sinar matahari secara langsung. Angin sebagai agen akan mengerosi partikel-partikel yang berukuran lempung, lanau dan pasir pada batuan dan tanah membentuk bentang alam yang unik hasil

pengendapan partikel-partikel tersebut. Setiap wilayah di bagian bumi memiliki sejarah iklim yang kompleks dan seringkali aktivitas fluvial dan kekeringan (*ariditas*) terjadi secara bersamaan. Konsekuensinya adalah bentang alam yang terbentuk oleh aktivitas angin dapat menutupi bentang alam yang dibentuk oleh aktivitas *fluvial*. Banyak bentang alam gurun masih dikontrol oleh banjir bandang yang terjadi secara sporadis oleh hujan di daerah sekitar wilayah perbukitan.

Aktivitas angin adalah aktivitas dimana partikel-partikel lepas yang berukuran lempung, lanau dan pasir mudah sekali berpindah oleh tiupan angin, sehingga daerah-daerah yang tidak bervegetasi, arid (kering) dan kaya sedimen akan dipengaruhi oleh aktivitas angin dan angin akan menjadi faktor yang sangat penting sebagai media/agent pada proses erosi dan sedimentasi. Angin yang sangat kuat dapat meng-erosi dan mengangkut sedimen lebih banyak, partikel pasir halus dapat berpindah hingga ratusan kilometer sedangkan partikel lempung dan lanau dapat dibawa hingga ribuan kilometer. Bentuk-bentuk bentang alam yang dikontrol oleh aktivitas angin adalah (gambar 34): Sand Dunes, Arroyos, Pediment, dan Inselbergs.

- a. Morfologi Sand dunes adalah bentang alam yang berbentuk bukit pasir berpola parabolic atau ellipsoid dan merupakan hasil pengendapan partikel-partikel pasir yang diangkut oleh angin.
- b. Morfologi endapan Loess adalah bentang alam yang berbentuk dataran dan merupakan hasil pengendapan material yang berbutir halus oleh angin.
- c. Morfologi Scree adalah bentang alam hasil hasil pengikisan angin yang diendapkan di kaki lereng.
- d. Morfologi Arroyos adalah bentang alam yang terbentuk sebagai akibat dari aliran air hujan yang membawa partikel-pasir yang mengisi bagian *gullies* dan *valley* dan umumnya terdapat di daerah yang beriklim arid.
- e. Morfologi Pediment adalah bentang alam berbentuk dataran landai merupakan endapan yang terletak dikaki-kaki bukit merupakan hasil erosi perbukitan disekitarnya.

- f. Morfologi Inselberg adalah bentang alam berbentuk perbukitan memanjang dan merupakan sisa hasil erosi angin.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.34 Sand Dunes, Arroyos, Pediment, dan Inselbergs

4. Bentang Alam Karst

Morfologi Karst atau Topografi Karst adalah termasuk kedalam bentang alam order 3 yang terbentuk sebagai hasil dari proses erosi pada batu gamping. Batu gamping (CaCO_3) merupakan batuan utama karst, dan merupakan batuan penyusun bentang alam karst dengan berbagai bentuk. Adapun batuan dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) merupakan batuan yang kurang/tidak mudah mengalami pelarutan oleh media air, sehingga batuan induk dolomit kurang berkembang dalam pembentukan morfologi karst. Batuan karst tersingkap lebih dari 12% di muka bumi, baik di daratan maupun di kepulauan, akan tetapi topografi yang benar benar memperlihatkan bentuk topografi karst hanya 8% saja. Tempat tempat yang terkenal dengan bentang alam karst-nya adalah di kepulauan Bahama dan Yunani. Sebagaimana diketahui bahwa 20-25% dari populasi sirkulasi air bawah tanah (*groundwater*) di dunia ada di wilayah batuan karst,

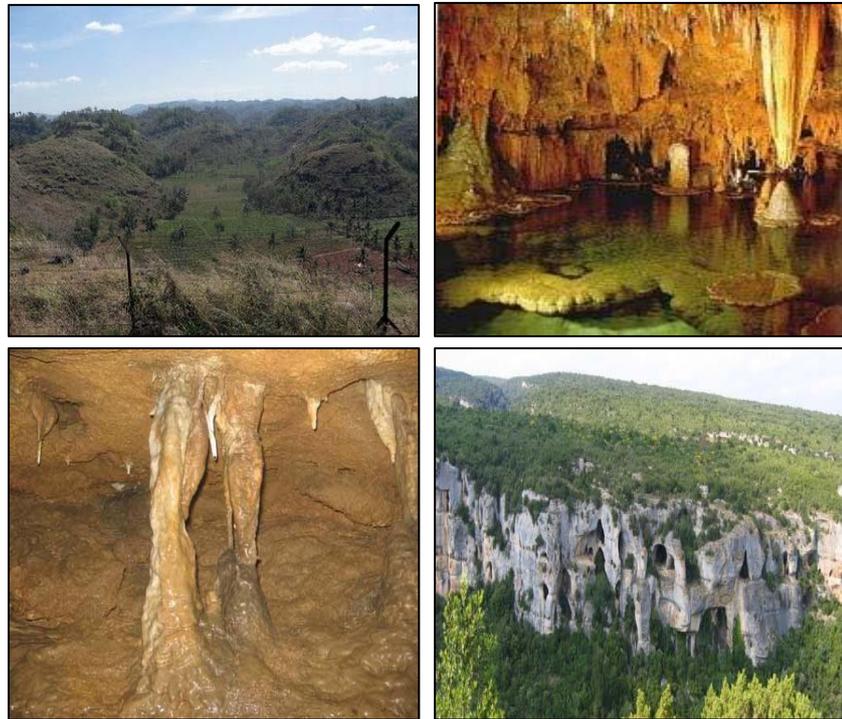
sehingga dalam bidang hidro-geologi, studi terhadap bentang alam karst menjadi sangat penting.

Sistem dinamis dari karst menyebabkan air meteorit (hujan dan salju) mengalir dibawah permukaan dikarenakan sifat batuanya yang mudah larut dibandingkan jika mengalir di atas permukaan seperti saluran saluran sungai. Di daerah batuan karst, aliran air mengalir mengikuti rongga-rongga yang terbentuk sebagai akibat pelarutan yang berkembang pada sistem rekahannya, air masuk dan keluar melalui tepi/ujung dari batuan yang mudah larut atau ketempat tempat yang lebih rendah. Sebagai konsekuensi dari sifat tersebut maka hampir semua topografi karst sebagai gugusan bentang alam yang menjadikan air meteorit mengalir melalui rongga-rongga. Nama karst berasal wilayah Slovenia dan merupakan istilah dari kata "kras" yang berarti "stonny ground", stony karena di bagian barat Slovenia, tanah yang pertama ditutupi oleh material hasil pelapukan batu gamping. Pada umumnya morfologi karst dicirikan oleh bentuk topografi yang tidak teratur dan umumnya terdapat adanya aliran sungai bawah tanah serta lubang lubang hasil pelarutan air berbentuk dolina atau ovala.

Berbagai tipe dan bentuk bentang alam karst adalah:

- a. Morfologi Karst adalah bentang alam yang dibangun oleh batu gamping yang dicirikan oleh adanya gua-gua, ovala, dolina sebagai hasil pelarutan air.
- b. Morfologi Pepino Hill adalah bentang alam perbukitan yang tersusun dari batu gamping yang berbentuk kerucut-kerucut batu gamping.
- c. Morfologi Polje adalah bentang alam yang berbentuk depresi aksentif hasil erosi pada perbukitan batu gamping yang tertutup disemua sisi dan dibagian tengahnya berupa lantai yang datar dibatasi oleh dinding-dinding yang terjal.
- d. Morfologi Dolina dan Ovala adalah lubang-lubang berbentuk kerucut terbalik (mangkuk) sebagai hasil pelarutan air di daerah

morfologi karst. Dolina dan Ovala dibedakan berdasarkan bentuknya, dolina berbentuk “V” dan ovala “U”.



Sumber : Pengantar Geologi

Gambar 2.35 Morfologi Karst

D. Aktivitas Pembelajaran

1. **Menanya:** Pada fase menanya ini, dipersilahkan anda inventarisir dan koleksikan sebanyak-banyaknya pertanyaan mengenai aspek-aspek dalam perubahan bentang alam, untuk nantinya dapat anda dokumentasikan juga jawabannya yang anda peroleh dari berbagai sumber yang dapat diyakini kebenarannya, terkait dengan bentang alam.
2. **Mengeksplorasi:** Dalam pembelajaran ini, anda diwajibkan untuk menggali, dan mengeksplor hal-hal penting terkait dengan :
 - a. Jenis-jenis bentang alam
 - b. Faktor-faktor yang menyebabkan perubahan bentang alam
 - c. Bentuk-bentuk bentang alam di lapangan

3. Mengasosiasi: Anda diharuskan juga untuk mengasosiasi atau menerjemahkan kedalam pikiran anda sendiri dan selanjutnya diwujudkan dalam bentuk tulisan atau gambaran yang terkait dengan:

- a. Pemahaman tentang bentang alam
- b. Deskripsi tentang bentang alam
- c. Bentuk-bentuk bentang alam di lapangan

4. Mengkomunikasikan: Menyajikan hasil telaahan

Sebelum anda mengikuti test dari kegiatan belajar ini, anda juga diwajibkan untuk mengkomunikasikan hasil-hasil telaahan yang telah anda lakukan terutama terkait dengan :

- a. Kriteria bentang alam
- b. kondisi bentang alam
- c. Bentuk-bentuk bentang alam di lapangan

Mengkomunikasikan materi yang telah anda telaah tersebut, boleh dibuat dalam bentuk tulisan artikel atau makalah.

E. Latihan

Untuk memperdalam pemahaman anda mengenai materi diatas, maka silahkan mengerjakan latihan berikut:

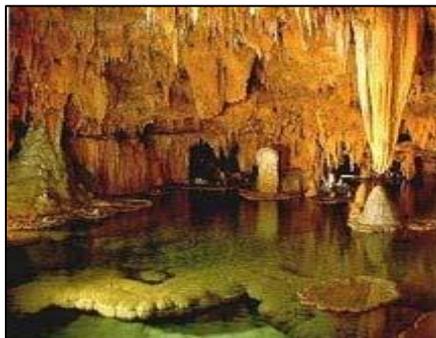
1. Bentangalam (landscape) didefinisikan sebagai.....
 - a. Penampakan kondisi alam secara nyata
 - b. Panorama alam yang disusun oleh elemen elemen geomorfologi dalam dimensi yang lebih luas dari terrain.
 - c. Keadaan alam yang disebabkan beberapa faktor
 - d. Semua jawaban benar
2. Bentangalam yang proses pembentukannya/ genetiknya dikontrol oleh gaya-gaya endogen disebut.....
 - a. Bentangan alam endogen
 - b. Bentangan alam eksogen
 - c. Bentangan alam aktivitas magma
 - d. Semua jawaban benar
3. Bentangalam eksogen adalah bentuk-bentuk bentangalam yang proses pembentukannya/genetiknya dikontrol oleh gaya eksogen disebut.....

- a. Bentangan alam endogen
 - b. Bentangan alam konstruksional
 - c. Bentangan alam eksogen
 - d. Semua jawaban benar
4. Morfologi bukit termasuk bentangan alam....
- a. Bentangan alam eksogen
 - b. Bentangan alam destruksional
 - c. Bentangan alam endogen
 - d. Semua jawaban benar
5. Morfologi sungai merupakan bentangan alam....
- a. Bentangan alam endogen
 - b. Bentangan alam eksogen
 - c. Bentangan alam destruksional
 - d. Bentangan alam air
6. Morfologi lembah merupakan bentangan alam.....
- a. Bentangan alam eksogen
 - b. Bentangan alam endogen
 - c. Bentangan alam konstruksional
 - d. Bentangan alam perbukitan
7. Morfologi gunung api merupakan bentangan alam.....
- a. Bentangan alam eksogen
 - b. Bentangan alam konstruksional
 - c. Bentangan alam pegunungan
 - d. Bentangan alam endogen
8. berikut ini merupakan bentangan alam endogen kecuali:
- a. Morfologi bukit
 - b. Morfologi gunung api
 - c. Morfologi lembah
 - d. Morfologi sungai

9. Gambar dibawah ini termasuk kedalam kategori bentangan alam....



- a. Bentangan alam endogen
 - b. Bentangan alam eksogen
 - c. Bentangan alam kontruksional
 - d. Bentangan alam air
10. Morfologi pantai merupakan bentangan alam....
- a. Bentangan alam endogen
 - b. Bentangan alam eksogen
 - c. Bentangan alam kontruksional
 - d. Bentangan alam laut
11. Morfologi teluk merupakan bentangan alam....
- a. Bentangan alam endogen
 - b. Bentangan alam eksogen
 - c. Bentangan alam kontruksional
 - d. Bentangan alam pantai
12. gambar dibawah ini termasuk kedalam kategori bentangan alam....



- a. Bentangan alam endogen
- b. Bentangan alam eksogen
- c. Bentangan alam kontruksional
- d. Bentangan alam goa

13. berikut ini merupakan bentangan alam eksogen kecuali:

- a. Morfologi sungai
- b. Morfologi pantai
- c. Morfologi gunung
- d. Morfologi karst

14. Gambar dibawah ini merupakan morfologi.....



- a. Morfologi perbukitan
- b. Morfologi pegunungan
- c. Morfologi hasil aktivitas angin
- d. Morfologi lembah

15. Gambar dibawah ini merupakan morfologi.....



- a. Morfologi pegunungan
- b. Morfologi lereng
- c. Morfologi perbukitan
- d. Morfologi plateau

F. Rangkuman

Bentangalam Alam

Bentangalam (landscape) didefinisikan sebagai panorama alam yang disusun oleh elemen-elemen geomorfologi dalam dimensi yang lebih luas dari terrain.

Bentangalam dibagi menjadi dua golongan besar yaitu:

1. Bentangalam Endogen

- a. Morfologi Escarpments (Morfologi Gawir Sesar)
- b. Morfologi Pressure Ridge (Morfologi Bukit Tertekan)
- c. Morfologi "Sag Basin" (Morfologi Cekungan Kantong)
- d. Morfologi "Shutter Ridge" (Morfologi Bukit Terpotong)
- e. Morfologi "Stream Offset" (Morfologi Sungai Sigsag)
- f. Morfologi "Folding Mountain" (Morfologi Berbukitan Lipatan)
- g. Morfologi "Anticlinal ridges" (Morfologi Bukit Antiklin)
- h. Morfologi "Anticlinal valleys" (Morfologi Lembah Antiklin)
- i. Morfologi Synclinal ridges (Morfologi Bukit Sinklin)
- j. Morfologi "Synclinal valleys" (Morfologi Lembah Sinklin)
- k. Morfologi "Plateau"
- l. Morfologi "Hogbag" (Morfologi Hogbag)
- m. Morfologi Mesa
- n. Morfologi "Monoclinical ridges" (Morfologi Bukit Monoklin)
- o. Morfologi "Block Faulting ridges" (Morfologi Perbukitan Patahan)
- p. Morfologi "Graben" (Amblesan) dan "Horst" (Tonjolan)
- q. Morfologi Intrusi (Morfologi Intrusive)
- r. Bentangalam Gunungapi

2. Bentangalam Eksogen

- a. Bentangalam Hasil Aktivitas Sungai (Landforms of Fluvial Processes)
- b. Bentangalam Hasil Aktivitas Pesisir (Landforms of Coastal Processes)
- c. Bentangalam Hasil Aktivitas Angin (Landforms Eolian Processes)
- d. Bentangalam Karst

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandungkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan standart nilai di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran.

Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = cukup

$\leq 69\%$ = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

Keselamatan, Kesehatan, dan Lingkungan Hidup

Simbol Keselamatan dan Kesehatan Kerja

A. Tujuan

1. Menjelaskan arti dan makna dari simbol K3
2. Menjelaskan rambu-rambu K3

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

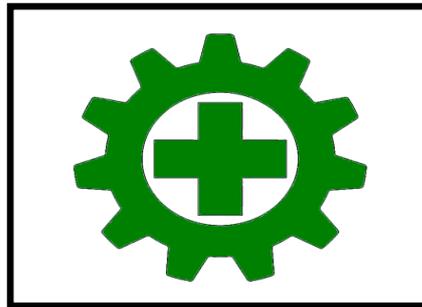
1. Mengetahui arti dan makna dari simbol K3.
2. Mengetahui rambu-rambu K3.

C. Uraian Materi

Lambang (Logo/Symbol) K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) beserta arti dan maknanya tertuang dalam Kepmenaker RI 1135/MEN/1987 tentang Bendera Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

Berikut penjelasan mengenai arti dan makna lambang/logo/symbol K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja):

1. Bentuk lambang K3: palang dilingkari roda bergigi sebelas berwarna hijau di atas warna dasar putih.
2. Arti dan Makna simbol/lambang/logo K3:
 - a. Palang: bebas dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja (PAK).
 - b. Roda Gig : bekerja dengan kesegaran jasmani dan rohani.
 - c. Warna Putih: bersih dan suci.
 - d. Warna Hijau: selamat, sehat dan sejahtera.
 - e. Sebelas gerigi roda: sebelas bab dalam Undang-Undang No 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.

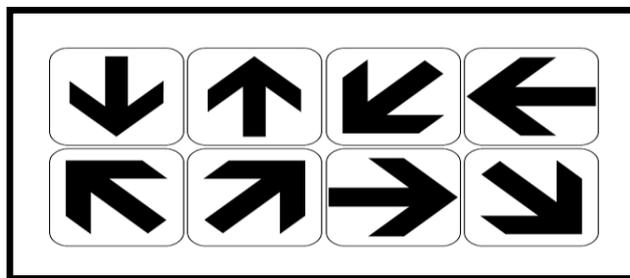


Sumber : www.Google.com

Gambar 3.1 Simbol K3

Untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, perusahaan wajib meletakkan rambu-rambu pada lokasi tertentu. Adapun beberapa simbol atau rambu K3 dikelompokkan sebagai berikut:

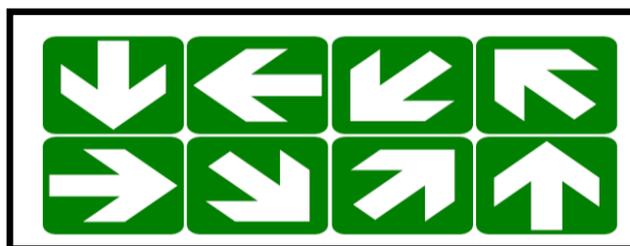
a) Rambu penunjuk arah sarana umum publik K3



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.2 Rambu Penunjuk Arah Sarana Umum Publik K3

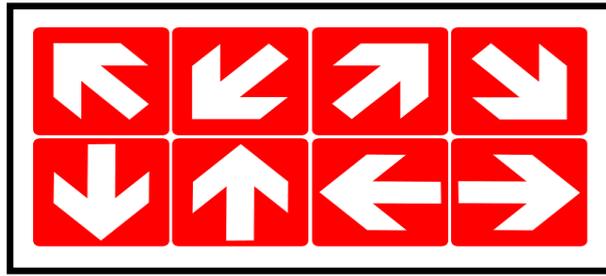
b) Rambu penunjuk arah sarana darurat, evakuasi, keselamatan dan P3K



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.3 Rambu Penunjuk Arah Sarana Darurat, Evakuasi, Keselamatan dan P3K

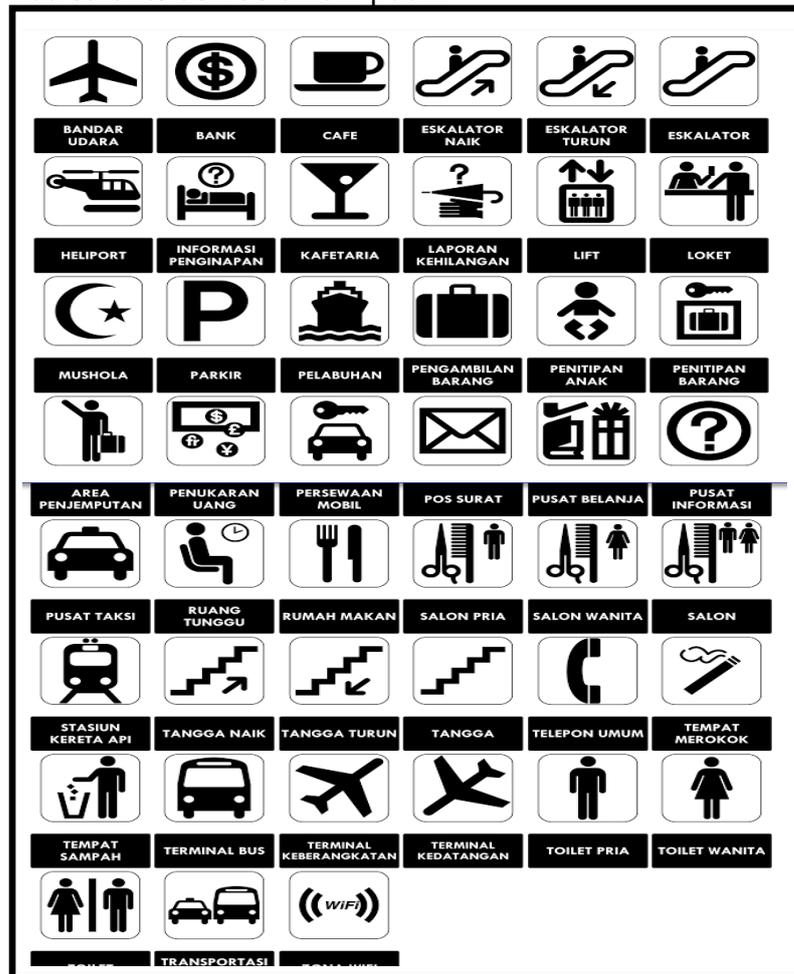
c) Rambu penunjuk arah sarana darurat kebakaran dan evakuasi darurat kebakaran



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.4 Rambu Penunjuk Arah Sarana Darurat Kebakaran dan Evakuasi Darurat Kebakaran

d) Rambu sarana/fasilitas umum publik



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.5 Rambu Sarana/ Fasilitas Umum Publik

e) Rambu sarana/fasilitas keselamatan kerja



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.6 Rambu Sarana/Fasilitas Keselamatan Kerja

f) Rambu sarana/fasilitas keadaan darurat



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.7 Rambu Sarana/Fasilitas Keadaan Darurat

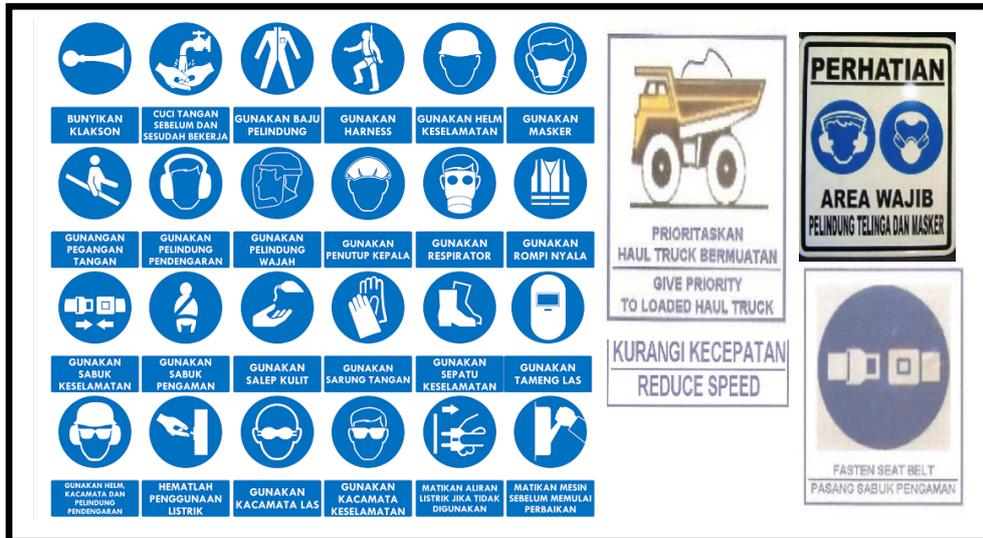
g) Rambu-rambu larangan



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.8 Rambu-Rambu Larangan

h) Rambu-rambu kewajiban



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.9 Rambu-Rambu Kewajiban

i) Rambu sarana/fasilitas P3K



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.10 Rambu Sarana/Fasilitas P3K

j) Sarana evakuasi darurat



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.11 Sarana Evakuasi Darurat

k) Rambu sarana evakuasi darurat kebakaran



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.12 Sarana Evakuasi Darurat Kebakaran

l) Rambu sarana darurat kebakaran



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.13 Sarana Darurat Kebakaran

m) rambu sarana/fasilitas P3K



Sumber : www.Google.com

Gambar 3.14 Sarana/ Fasilitas P3K

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengamati: Mengamati macam-macam simbol dan rambu K3

Menanya : Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang simbol dan rambu K3.

Mengumpulkan Informasi: Mengumpulkan informasi yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang simbol dan rambu K3.

Mengasosiasi: Mengkatagorikan dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan simbol dan rambu K3.

Mengkomunikasikan: Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang simbol dan rambu K3.

E. Latihan

1. Perhatikan gambar di bawah ini, simbol tersebut menunjukkan tanda.....



- a. Bahaya Ledakan
- b. Bahaya oksidasi
- c. Bahaya kebakaran
- d. Bahaya beracun

2. Berikut gambar simbol tanda larangan, kecuali.....

a.



b.



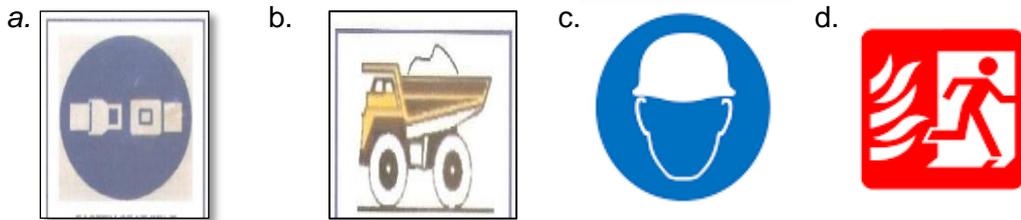
c.



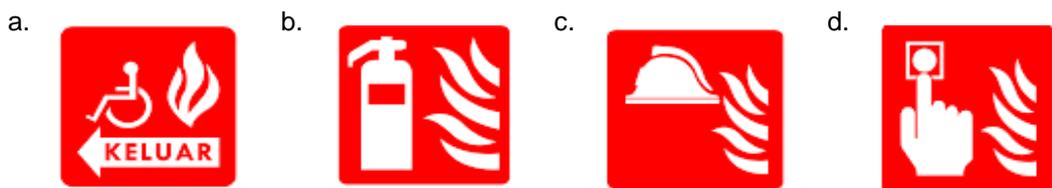
d.



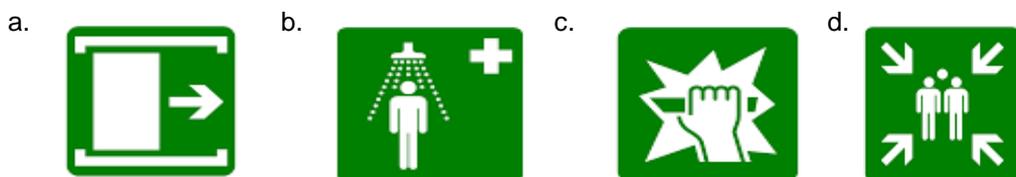
3. Berikut gambar rambu kewajiban, kecuali.....



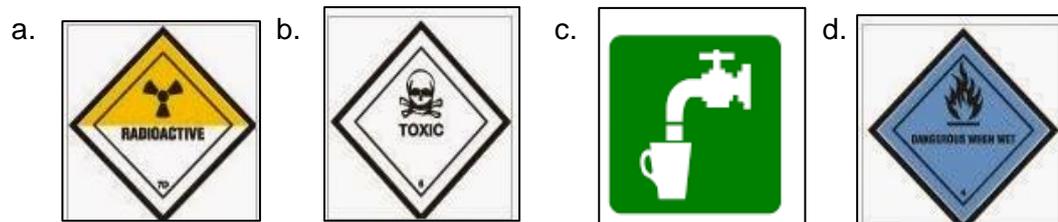
4. Berikut gambar rambu sarana darurat kebakaran, kecuali.....



5. Berikut gambar sarana evakuasi darurat kecuali.....



6. Berikut gambar simbol limbah B3, kecuali.....



7. Bentuk lambang K3.....

- A. Palang dilingkari roda bergigi sebelas berwarna hijau di atas warna dasar putih
- B. Palang dilingkari roda bergigi dua belas berwarna hijau di atas warna dasar putih
- C. Palang dilingkari roda bergigi sebelas berwarna hijau di atas warna dasar merah
- D. Palang dilingkari roda bergigi sebelas berwarna hijau di atas warna dasar kuning

8. Makna palang dalam simbol K3 adalah.....
 - A. Bekerja dengan kesegaran jasmani dan rohani
 - B. Bebas dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja
 - C. Bersih dan suci
 - D. Selamat, sehat dan sejahtera
9. Makna roda gigi dalam simbol K3 adalah.....
 - A. Bekerja dengan kesegaran jasmani dan rohani
 - B. Bebas dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja
 - C. Bersih dan suci
 - D. Selamat, sehat dan sejahtera
10. Simbol K3 dapat dikategorikan menjadi beberapa kategori yaitu:
 - A. Simbol tanda bahaya, limbah B3, dan rambu penunjuk arah sarana darurat, evakuasi, keselamatan dan P3K
 - B. Simbol tanda bahaya, rambu penunjuk arah sarana darurat, evakuasi, keselamatan dan P3K
 - C. Simbol tanda bahaya, limbah B3, rambu penunjuk arah sarana umum publik K3, dan rambu penunjuk arah sarana darurat, evakuasi, keselamatan dan P3K
 - D. Simbol tanda bahaya, rambu penunjuk arah sarana umum publik K3, dan rambu penunjuk arah sarana darurat, evakuasi, keselamatan dan P3K

F. Rangkuman

Lambang (Logo/Simbol) K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) beserta arti dan maknanya tertuang dalam Kepmenaker RI 1135/MEN/1987, tentang Bendera Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

Makna lambang/logo/simbol K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja):

1. Bentuk lambang K3: palang dilingkari roda bergigi sebelas berwarna hijau di atas warna dasar putih.
2. Arti dan Makna simbol/lambang/logo K3:
 - a. Palang: bebas dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja (PAK).
 - b. Roda Gigi: bekerja dengan kesegaran jasmani dan rohani.
 - c. Warna Putih: bersih dan suci.
 - d. Warna Hijau: selamat, sehat dan sejahtera.

- e. Sebelas gerigi roda: sebelas bab dalam Undang-Undang No 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.



Simbol K3

3. Simbol atau rambu K3 dikelompokkan menjadi:
- Rambu penunjuk arah sarana umum publik K3
 - Rambu penunjuk arah sarana darurat, evakuasi, keselamatan dan P3K
 - Rambu penunjuk arah sarana darurat kebakaran dan evakuasi darurat kebakaran
 - Rambu sarana/fasilitas umum publik
 - Rambu sarana/fasilitas keselamatan kerja
 - Rambu sarana/fasilitas keadaan darurat
 - Rambu-rambu larangan
 - Rambu-rambu kewajiban
 - Rambu sarana/fasilitas P3K
 - Sarana evakuasi darurat
 - Rambu sarana evakuasi darurat kebakaran
 - Rambu sarana darurat kebakaran

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandingkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan standart nilai di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran.

Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = cukup

≤ 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

Peralatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

A. Tujuan

Setelah mempelajari kegiatan ini diharapkan anda dapat:

1. Mengetahui jenis-jenis peralatan keselamatan dan kesehatan kerja
2. Mengetahui kriteria dan penggunaan peralatan K3

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Mengetahui jenis-jenis peralatan keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Menerapkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) ketika di lapangan.
3. Anda diharapkan mampu mengetahui kriteria dan penggunaan peralatan K3.

C. Uraian Materi

Alat-Alat Keselamatan Kerja dibagi menjadi 3 kelompok yaitu:

1. Alat-alat pelindung Anggota badan

- a. Pakaian Kerja

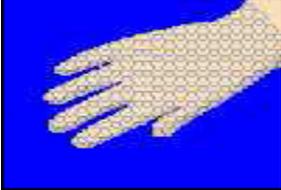
 www.seragamindonesia.com 022-2568783 0812-2152-2147 0818-8935-3761	 www.seragamindonesia.com 022-2568783 0812-2152-2147 0818-8935-3761	 www.seragamindonesia.com 022-2568783 0812-2152-2147 0818-8935-3761	 www.seragamindonesia.com 022-2568783 0812-2152-2147 0818-8935-3761
Kemeja Lapangan Mining Division 2	Seragam Tambang Mining Division	Kemeja Tambang Variasi	Kemeja Variasi Scotchlite
 www.seragamindonesia.com 022-2568783 0812-2152-2147 0818-8935-3761	 www.seragamindonesia.com 022-2568783 0812-2152-2147 0818-8935-3761	 www.seragamindonesia.com 022-2568783 0812-2152-2147 0818-8935-3761	 www.seragamindonesia.com 022-2568783 0812-2152-2147 0818-8935-3761
Kemeja Lapangan Canvas	Safety Jacket Hoodie 1	Jaket Reflektor 2	Jaket Reflektor

 Jaket Tambang Reflektor	 Jacket Safety Lines	 Jaket Reflektor	 Rompi Reflektor
 Rompi Safety Skotlite	 Safety Vest	 Kaos Kerah Reflektor	 Kaos Reflektor

Sumber : www.Google.com

Gambar 3.15 Pakaian Kerja Tambang

b. Pelindung tangan

1. Metal mesh, sarung tangan yang tahan terhadap ujung benda yang tajam dan melindungi tangan dari terpotong	
2. Leather gloves, melindungi tangan dari permukaan yang kasar.	
3. Vinyl dan neoprene gloves, melindungi tangan dari bahan kimia beracun	
4. Rubber gloves, melindungi tangan saat bekerja dengan listrik	

<p>5. Padded cloth gloves, melindungi tangan dari sisi yang tajam, bergelombang dan kotor.</p>	
<p>6. Heat resistant gloves, melindungi tangan dari panas dan api</p>	
<p>7. Latex disposable gloves, melindungi tangan dari bakteri dan kuman</p>	

Sumber : www.Google.com

Gambar 3.16 Pelindung Tangan

c. Pelindung kaki

<p>1. Steel toe, sepatu yang didesain untuk melindungi jari kaki dari kejatuhan benda</p>	
<p>2. Metatarsal, sepatu yang didesain khusus melindungi seluruh kaki dari bagian tuas sampai jari</p>	
<p>3. Reinforced sole, sepatu ini didesain dengan bahan penguat dari besi yang akan melindungi dari tusukan pada kaki</p>	
<p>4. Latex/Rubber, sepatu yang tahan terhadap bahan kimia dan memberikan daya cengkeram yang lebih kuat pada permukaan yang licin.</p>	

<p>5. PVC boots, sepatu yang melindungi dari lembab dan membantu berjalan di tempat becek</p>	
<p>6. Vinyl boots, sepatu yang tahan larutan kimia, asam, alkali, garam, air dan darah</p>	
<p>7. Nitrile boots, sepatu yang tahan terhadap lemak hewan, oli, dan bahan kimia</p>	

Sumber : www.Google.com

Gambar 3.17 Pelindung Kaki

d. Pelindung kepala

<p>1. Helm Kelas G untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh; dan melindungi dari sengatan listrik sampai 2.200 volts.</p>	
<p>2. Kelas E untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh, dan dapat melindungi dari sengatan listrik sampai 20.000 volts.</p>	
<p>3. Kelas F untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh, TIDAK melindungi dari sengatan listrik, dan TIDAK melindungi dari bahan-bahan yang merusak (korosif)</p>	

Sumber : www.Google.com

Gambar 3.18 Pelindung Kepala

e. Pelindung mata

<p>1. Kaca mata safety merupakan peralatan yang paling banyak digunakan sebagai pelindung mata. Meskipun kelihatannya sama dengan kacamata biasa, namun kaca mata safety lebih kuat dan tahan benturan serta tahan panas daripada kaca mata biasa.</p>	
<p>2. Memberikan perlindungan yang lebih baik dibandingkan safety glass sebab lebih menempel pada wajah.</p>	

Sumber : www.Google.com

Gambar 3.19 Pelindung Mata

f. Pelindung wajah

<p>1. Pelindung wajah memberikan perlindungan menyeluruh pada wajah dari bahaya percikan bahan kimia, obyek yang beterbangan atau cairan besi.</p>	
<p>2. Helm pengelas memberikan perlindungan baik pada wajah dan juga mata. Helm ini menggunakan lensa penahan khusus yang menyaring intensitas cahaya serta energi panas yang dihasilkan dari kegiatan pengelasan.</p>	

Sumber : www.Google.com

Gambar 3.20 Pelindung Wajah

2. Alat untuk bahaya kebakaran
3. Alat tanda bahaya

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengamati: Coba anda pahami tentang peralatan keselamatan dan kesehatan kerja.

Menanya: Peralatan keselamatan dan kesehatan kerja

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri

Mngeksplorasi: Dalam pemelajaran ini, anda diwajibkan untuk menggali, dan mengeksplor hal-hal penting terkait dengan:

1. Kriteria dan persyaratan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Penggunaan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja.

Mengasosiasi: Anda diharuskan juga untuk mengasosiasi atau menerjemahkan kedalam pikiran anda sendiri dan selanjutnya diwujudkan dalam bentuk tulisan atau gambaran yang terkait dengan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja.

Mengkomunikasikan: Menyajikan hasil telaahan

Sebelum anda mengikuti test dari kegiatan belajar ini, anda juga diwajibkan untuk mengkomunikasikan hasil-hasil telaahan yang telah anda lakukan terutama terkait dengan:

1. Peralatan keselamatan dan kesehatan kerja
2. Kriteria dan persyaratan APD
3. Penggunaan APD

Mengkomunikasikan materi yang telah anda telaah tersebut, boleh dibuat dalam bentuk tulisan artikel atau dalam bentuk poster gambar simbol/ rambu-rambu penerapan peraturan K3 dan APD.

E. Latihan

1. Berikut gambar jaket reflektor, kecuali

A.



B.



C.



D.



2. Gambar pelindung tangan heat resistant gloves, melindungi tangan dari panas dan api

A.



B.



C.



D.



3. Gambar alat pelindung kaki PVC boots, sepatu yang melindungi dari lembab dan membantu berjalan di tempat becek

A.



B.



C.



D.



4. Pelindung kepala helm kelas G untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh dan melindungi dari sengatan listrik sampai

A. 2.200 volts

B. 5.000 volts

C. 10.000 volts

D. 20.000 volts

5. Pelindung kepala helm kelas E untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh, dan dapat melindungi dari sengatan listrik sampai

A. 2.200 volts

B. 5.000 volts

C. 10.000 volts

D. 20.000 volts.

6. Gambar pelindung mata yang memberikan perlindungan lebih baik dibandingkan safety glass sebab lebih menempel pada wajah

A.



B.



C.



D.



7. Gambar pelindung wajah yang memberikan perlindungan menyeluruh pada wajah dari bahaya percikan bahan kimia, obyek yang beterbangan atau cairan besi

A.



B.



C.



D.



8. Macam-macam peralatan keselamatan dan kesehatan kerja

A. Alat-alat pelindung anggota badan

B. Alat untuk bahaya kebakaran

C. Alat tanda bahaya

D. Alat-alat pelindung anggota badan, bahaya kebakaran, dan tanda bahaya

9. Mengapa pada sektor kerja konstruksi, penerapan peraturan penggunaan APD, menjadi hal yang tidak bisa ditawar-tawar lagi

A. Kecelakaan kerja merupakan hal yang tidak dapat ditolelir

B. Kecelakaan kerja merupakan hal yang dapat ditolelir

C. Kecelakaan kerja akan terjadi kapan saja dan dimana saja

D. Kecelakaan kerja tidak akan terja kalau menggunakan APD

10. Cara menerapkan penggunaan APD

A. *Engineering control*

B. *Administrative control*

C. *Engineering control dan Administrative control*

D. *Engineering control, Administrative control, dan System control*

F. Rangkuman

Alat-Alat Keselamatan Kerja dibagi menjadi 3 kelompok yaitu:

1. Alat-alat pelindung anggota badan
 - a. Pakaian Kerja
 - b. Pelindung tangan
 - c. Pelindung kaki
 - d. Pelindung kepala
 - e. Pelindung mata
 - f. Pelindung wajah
2. Alat untuk bahaya kebakaran
3. Alat tanda bahaya

G. Umpan Balik/ Tindak Lanjut

Bandingkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan standart nilai di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran.

Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = cukup

≤ 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

Teknik Pengambilan Sampling

Merumuskan *Core Recovery*

A. Tujuan

1. Menjelaskan pengertian *Core Recovery* .
2. Menjelaskan tentang perumusan *Core Recovery*.
3. Mendeskripsikan faktor-faktor yang mempengaruhi *Core Recovery*.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menguasai teori mengenai definisi *core recovery*.
2. Merumuskan *core recovery*.
3. Mendeskripsikan *core recovery*.

C. Uraian Materi

1. Pengertian *core recovery*

Core Recovery adalah perolehan conto inti (*core*) dari pemboran yang dinyatakan dalam perbandingan presentasi panjang conto yang dapat ditangkap/dibawa kepermukaan oleh tabung conto dengan panjang kolom yang di bor.



Sumber: Atlascopco

Gambar 4.1 Merumuskan *Core recovery*

2. Merumuskan *Core Recovery*

Core recovery (CR) atau perolehan inti sangat penting, biasanya dinyatakan dalam persen volume. Jika CR kurang dari 85–90% maka inti bor tersebut masih diragukan kebenarannya, hal ini berarti terjadi loss selama pemboran dan inti bor tersebut tidak menunjukkan conto yang sebenarnya. Logging (pengamatan) inti bor biasanya dilakukan di samping lokasi bor untuk menentukan apakah pemboran dilanjutkan atau dihentikan. Beberapa organisasi memiliki prosedur standar dalam logging inti bor dan terminologi standar untuk mendeskripsikan sifat geologi. Logging awal pada lokasi bor biasanya dilengkapi dengan hasil analisis inti bor, kemudian diperoleh data tentang gambaran umum struktur (rekahan dan orientasi) dan litologi (warna, tekstur, mineralogi, alterasi dan nama batuan) serta *core recovery*. Deskripsi harus dilakukan secara sistematis menyangkut kualitas dan kuantitasnya.



Sumber: Atlascopco

Gambar 4.2 *Core* Yang Disimpan di Boks

Inti bor biasanya disimpan dalam boks kayu, plastik atau logam yang dapat memudahkan orang memindahkannya. Inti bor dikumpulkan untuk berbagai tujuan disamping deskripsi geologi juga untuk analisis *metalurgi*

dan assay. Untuk kedua tujuan tersebut inti bor biasanya dibagi dalam dua bagian dengan gergaji intan, setengah untuk assay dan investigasi lain, setengahnya lagi disimpan dalam *core box* untuk tujuan lain. Potongan batuan dari *sludge* dapat dikumpulkan selama pemboran; keduanya menggambarkan batuan yang dipotong oleh mata bor intan. Pemboran dengan menggunakan sirkulasi udara pada lubang dangkal biasanya menghasilkan *cutting* atau *sludge* yang sangat cepat ke permukaan. Namun demikian dengan pemboran inti sirkulasi air untuk lubang yang dalam sering terjadi *cutting* lambat naik ke permukaan, hal ini dapat dilihat bahwa untuk kedalaman 1000 m *cutting* dapat diambil dalam waktu 20–30 menit ke permukaan sehingga biasanya *sludge* yang dianalisis dahulu selama pemboran.

Sampel *core recovery* digunakan untuk ekstrak informasi penting dimana chip atau data teknik lainnya dikumpulkan, hal ini diperlukan untuk menyediakan tingkat kepercayaan yang lebih tinggi untuk membuat keputusan, keputusan ini berhubungan dengan mineralisasi atau mekanika tanah. Kualitas sampel *core recovery* sangat penting, dan dipengaruhi oleh personil, modal dan dukungan peralatan. *Core* dapat didefinisikan sebagai silinder volumetrik material, dibuat oleh pemboran kemajuan berongga yang berputar dan berpusat pada mata bor berlian dengan formasi in-situ. *Core recovery* adalah pengukuran yang didefinisikan sebagai jumlah total linear sampel *core* yang diekstrak atas kemajuan linier total dalam lubang bor dan dinyatakan sebagai persentase. *recovery* sering diukur terhadap bagian dari kemajuan, biasanya di zona target dan/atau untuk seluruh lubang bor.

$$CR (\%) = \frac{\text{Length of core}}{\text{Length of advance}} \times 100 \%$$

Core selanjutnya dikemas dan kemudian diambil oleh perangkat sehingga menghasilkan sampling yang disebut inti per barel. *Core barrel* adalah sebuah rancangan perangkat mekanis dan saling terhubung dengan beberapa komponen yang terhubung ke *core* pengeboran. Sebagai bit pemboran menembus tanah, lalu didapatkan *core*, dan kemudian

memasuki laras *core* sampai penerima tabung penuh, di saat penerima tabung sampel penuh, lalu dikosongkan dari inti, diganti dan pengeboran selanjutnya.

3. Faktor teknis yang mempengaruhi pemulihan inti

Berikut ini dijelaskan beberapa faktor yang dapat memberikan kontribusi baik pemulihan rendah atau inti pecah, bahkan dalam kondisi tanah yang baik:

- a. Membengkokkan *inner tube* sehingga: (1) inti tidak berjalan ke tabung dan akan dikenakan grinding, (2) berputar mengganggu tabung luar dan grinding inti, dan (2) gagal untuk meletakkan dengan benar di luar barel mengakibatkan total kerugian inti.
- b. Kegagalan bantalan *back-end* mengakibatkan kehilangan inti karena *grinding*.
- c. Tabung luar membengkokkan laras inti mengakibatkan: (1) kegagalan *inner tube* dengan demikian kehilangan inti, dan (2) *core* kurang dari diameter penuh.
- d. Semi inti hilang, rusak, tidak dilumasi sehingga lusuh atau rusak.
- e. Berlian di dalam goresan rusak, menyebabkan *core* mengalami kemacetan dalam *inner tube*.
- f. Stabilisator mengalami gangguan
- g. Getaran yang disebabkan oleh peralatan rusak, *mounting rig* (pemindahan bor) tidak aman dan deviasi lubang.
- h. Saluran air diblokir.
- i. Tidak memadai aliran/tekanan pembilasan.
- j. Kehilangan kembali air.
- k. Tekanan mata bor dan tingkat rotasi berlebihan.
- l. Driller berpengalaman atau driller bekerja sesuai target.

Penyebab utama kualitas inti buruk dan kerugian, adalah kegagalan *inner tube* untuk bekerja dengan benar. Hal ini biasanya hasil dari luar tabung yang bengkok, panjang *inner tube* yang salah, kegagalan *latch* (semi rusak), atau sudut lubang yang terlalu dangkal untuk memungkinkan *inner tube* untuk beroperasi.

4. Faktor-faktor geologi yang mempengaruhi *Core Recovery*.

Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai *recovery*:

- a. Tanah gembur karena perubahan, pelapukan atau pencucian.
- b. Bahan yang tidak dikonsolidasi.
- c. Tanah rusak.
- d. Komponen larut oleh media pembilasan yang tidak sesuai.
- e. Sudut persimpangan rendah dengan diskontinuitas batuan.
- f. Frekuensi diskontinuitas tinggi per meter.
- g. Zona sesar tak terduga.
- h. Sekunder porositas atau pengembangan karena dolomitisation atau hidrasi anhidrit.
- i. Rongga yang disebabkan oleh pelapukan karst di sepanjang sendi dan kesalahan penambangan.
- j. Kandungan liat tinggi menyebabkan pemblokiran saluran air/saluran udara.

Permasalahan di atas dapat diperbaiki dengan menggunakan barel diameter yang lebih besar, pembilasan menengah atau penggunaan barel triple-tabung. Dalam kasus tanah rusak, yang cepat menghasilkan pemblokiran inner tube, penggunaan batang bor pendek disarankan.

5. Pengukuran *Core Recovery*

Pengukuran *recovery* adalah bagian penting dari proses *core logging*, yang meliputi perekaman informasi geologi dan mengambil sampel. Latihan logging keseluruhan adalah salah satu yang sangat penting dan tidak boleh ditinggalkan dalam teknisi geologi yang berpengalaman.

Selama pembuatan sampel *core*, kesalahan dapat disebabkan oleh pemilihan interval sampel tidak cocok dalam kaitannya dengan perubahan mineralogi, litologi daerah, metalurgi, dll Demikian pula, kesalahan dalam estimasi panjang sampel sebenarnya karena pengukuran sudut persimpangan dan kedalaman, dan masalah terkait dengan pemulihan inti yang hilang.

Kerugian inti berat seluruh badan bagian antar bijih serius dapat merusak kepercayaan dalam estimasi sumber daya. Dalam kebanyakan kasus ini benar-benar diabaikan dan asumsi yang dibuat bahwa kelas sampel yang hilang adalah sama seperti yang pulih. Hal ini penting untuk menentukan apakah ada hubungan antara 3 kelas dan pemulihan (baik positif atau negatif) untuk menilai potensi bias kelas. Dengan asumsi bahwa pengukuran kedalaman dan memblokir telah dilakukan dengan benar dan diperiksa sebelum log, pemulihan inti dapat ditentukan dengan menggunakan pemulihan inti keseluruhan (TCR) parameter, yang didefinisikan sebagai:

$$TCR = \frac{\text{Total length of core recovered}}{\text{Drilled length}} \times 100 \%$$

Namun hal ini membuktikan kualitas inti buruk dan pengukuran pemulihan inti padat (SCR) lebih relevan:

$$SCR = \frac{\text{Total length of core in pieces} > \text{core diameter}}{\text{Drilled length}} \times 100$$

Sebagai Contoh: Pemboran inti NQ dengan diameter *core* 47.6 mm. Artinya: panjang *core* minimal yang diperhitungkan dalam penentuan SCR harus lebih besar daripada 47,6 mm. Kehilangan inti adalah hal yang tidak di inginkan, baik untuk nilai yang lebih rendah atau lebih tinggi, selama estimasi.

6. Berurusan Dengan Inti Hilang

Kehilangan inti adalah kejadian yang relatif umum namun hal ini sangat merugikan dan sangat dihindari selama estimasi. Kepraktisan berurusan dengan persimpangan mineral yang menunjukkan pemulihan buruk (misalnya <85% TCR dan SCR) tidak sederhana.

Jika ada perbedaan dalam pemulihan inti dalam deposit, maka zona homogen harus dipilih sesuai dengan tingkat yang sama pemulihan inti. Zona ini kemudian dapat dibagi menurut geologinya. Hal ini sangat

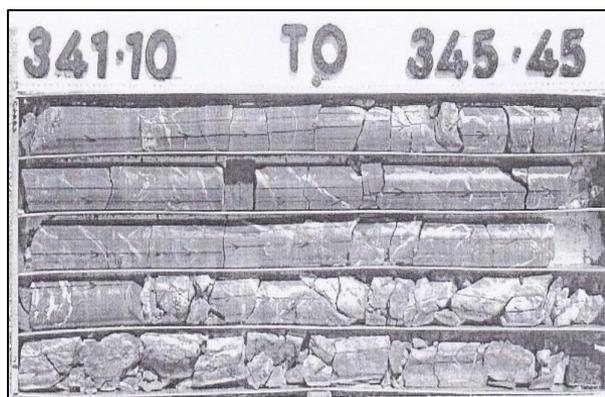
penting untuk tidak menggabungkan zona pemulihan 100% dengan zona pemulihan 45% menjadi satu sampel untuk menghindari kesalahan penilaian.



Sumber: Jurnal Core recovery and Quality: important factors in mineral resource estimation.

Gambar 4.3. Mineralisasi Panjang Inti 4,20 m dari Sistem Emas Epitermal di Australia.

Dari gambar di atas dapat dilihat dengan setidaknya 25 % dari zona buruk yang didapat. Nilai TCR adalah 73 % (pemulihan moderat), sedangkan SCR dan RQD nilainya adalah 55% dan 49%, masing-masing (kualitas buruk).

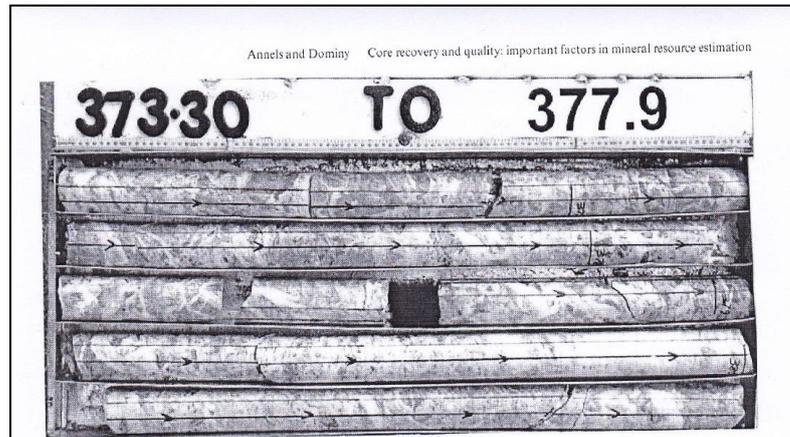


Sumber: Jurnal Core recovery and Quality: important factors in mineral resource estimation.

Gambar 4.4 Mineralisasi Panjang Inti 4,35 m dari Sistem Epitermal Emas di Australia.

Dari gambar di atas menunjukkan pemulihan yang sangat baik (TCR=95%), tetapi kualitasnya buruk (misalnya terfragmentasi). SCR dan RQD nilainya 58% dan 41%, masing-masing, mendukung pengamatan

ini. Tanpa SCR dan nilai RQD, estimator sumber daya tidak akan tahu kualitas persimpangan ini. Hal ini sangat mungkin bahwa: (1) bahan halus yang hilang dari persimpangan, dan (2) bahwa proses pemotongan sampel/ inti buruk karena patah. Setiap kelas persimpangan dihasilkan dari inti ini mungkin menjadi masalahnya.



Sumber: Jurnal Core recovery and Quality: important factors in mineral resource estimation.

Gambar 4.5 Mineralisasi Panjang Inti dari 460 m dari Sistem Epitermal Emas di Australia

Dari gambar menunjukkan tujuan akhir dari setiap program pengeboran sumber daya-*recovery* % 100 (TCR) dan kualitas inti yang baik (SCR 99% dan 99% RQD). Dengan sampel yang baik dan prosedur pengujian persimpangan ini harus menghasilkan nilai berkualitas tinggi untuk basis data sumber daya.

7. Tingkat kepercayaan berdasarkan Nilai SCR

Tabel 4.1. Confidence rating of cor recovery values (SCR)		
Core recovery (SCR)	Rating	Description
> 85%	4	High confidence
60–84%	3	Moderately reliable
30–59%	2	Unreliable
< 30	1	Unacceptably low

- Kesalahan dalam penentuan kedalaman zona endapan,
- Kesalahan dalam penentuan ketebalan endapan,
- Kesalahan dalam penentuan kadar atau kualitas endapan.

Pada tabel dapat dilihat bahwa jika *core recovery* >85% maka tingkat kepercayaan pada inti bor tinggi, sedangkan jika *core recovery* berkisar 60-84 % maka tingkat kepercayaan pada inti bor layak dipercaya atau dapat dipercaya, *jika core recovery* berkisar 30-59% maka inti bor tidak dapat dipercaya kebenarannya, dan jika *core recovery* <30% artinya inti bor sangat tidak dapat dipercaya kebenarannya.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran dapat dilakukan dengan cara:

Mengamati: mengamati perbandingan teori mengenai *core recovery*.

Menanya: mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri.

Mengumpulkan informasi: mengumpulkan informasi yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang *core recovery*.

Mengasosiasi: mengkatagorikan dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan perumusan *core recovery*

Mengkomunikasikan: menyampaikan hasil konseptualisasi tentang perumusan *core recovery*

E. Latihan

1. Apa yang dimaksud dengan *Core recovery*
- A. Hasil pemboran yang dinyatakan dalam perbandingan presentasi panjang conto yang dapat ditangkap/dibawa kepermukaan.
- B. Perolehan conto inti (core) dari pemboran yang dinyatakan dalam perbandingan presentasi panjang conto yang dapat ditangkap/dibawa kepermukaan oleh tabung conto dengan panjang kolom yang di bor.
- C. Perolehan conto inti (core) dari pemboran yang dinyatakan dalam perbandingan presentasi panjang conto yang dapat ditangkap/dibawa kepermukaan.

- D. Perolehan conto inti (core) dari pemboran yang dinyatakan dalam perbandingan presentasi panjang conto dengan panjang kolom yang di bor.
2. Rumus untuk mengetahui *Core recovery*
- A. $CR = \frac{\text{Length of core}}{\text{Length of advance}} \times 100 \%$
- B. $CR = \frac{\text{Length of advance}}{\text{Length of core}} \times 100 \%$
- C. $CR (\%) = \frac{\text{Length of core}}{\text{Length of advance}} \times 100 \%$
- D. $CR (\%) = \frac{\text{Length of advance}}{\text{Length of core}} \times 100$
3. *Core barrel* adalah
- A. Sebuah rancangan perangkat mekanis *core* pengeboran.
- B. Sebuah rancangan perangkat mekanis dan saling terhubung dengan beberapa komponen pengeboran.
- C. Sebuah rancangan perangkat mekanis dan saling terhubung dengan beberapa komponen yang terhubung ke *core* pengeboran.
- D. Sebuah rancangan perangkat mekanis dan saling terhubung dengan beberapa komponen *core* pengeboran.
4. Penyebab utama kualitas inti buruk dan kerugian adalah
- A. Kegagalan *inner tube* untuk bekerja dengan benar.
- B. Kegagalan pola pemboran.
- C. Tidak mengikuti standar operasional prosedur (SOP).
- D. Kegagalan yang disebabkan oleh kondisi alam.
5. Faktor-faktor geologi yang mempengaruhi nilai *core recovery*, kecuali
- A. Tanah gembur karena perubahan pelapukan atau pencucian
- B. Bahan yang tidak dikonsolidasi
- C. Tanah rusak
- D. Zona endapan
6. Akibat jika *core* tidak representatif, kecuali
- A. Kesalahan dalam penentuan volume endapan
- B. Kesalahan dalam penentuan kedalaman zona endapan,
- C. Kesalahan dalam penentuan ketebalan endapan,
- D. Kesalahan dalam penentuan kadar atau kualitas endapan.

7. Tingkat kepercayaan pada inti bor tinggi, jika
 - A. *Core recovery* > 85%
 - B. *Core recovery* 60-84 %
 - C. *Core recovery* 30-59%
 - D. *Core recovery* < 30%
8. Tingkat kepercayaan pada inti bor dapat dipercaya, jika
 - A. *Core recovery* > 85%
 - B. *Core recovery* 60-84 %
 - C. *Core recovery* 30-59%
 - D. *Core recovery* < 30%
9. Tingkat kepercayaan pada inti bor tidak dapat dipercaya kebenarannya, jika
 - A. *Core recovery* > 85%
 - B. *Core recovery* 60-84 %
 - C. *Core recovery* 30-59%
 - D. *Core recovery* < 30%
10. Tingkat kepercayaan pada inti bor sangat tidak dapat dipercaya kebenarannya, jika
 - A. *Core recovery* > 85%
 - B. *Core recovery* 60-84 %
 - C. *Core recovery* 30-59%
 - D. *Core recovery* < 30%

F. Rangkuman

Core Recover adalah perolehan conto inti (core) dari pemboran yang dinyatakan dalam perbandingan presentasi panjang conto yang dapat ditangkap/dibawa kepermukaan oleh tabung conto dengan panjang kolom yang di bor.

$$CR (\%) = \frac{\text{Length of core}}{\text{Length of advance}} \times 100 \%$$

Tingkat Kepercayaan Berdasarkan *Core Recovery*

Core recovery (SCR)	Rating	Description
> 85%	4	High confidence
60–84%	3	Moderately reliable
30–59%	2	Unreliable
< 30	1	Unacceptably low

Berdasarkan tabel di atas, apabila nilai *core recovery* >85% maka tingkat kepercayaan pada inti bor tinggi, sedangkan jika *core recovery* berkisar 60-84 % maka tingkat kepercayaan pada inti bor layak dipercaya atau dapat dipercaya, *jika core recovery* berkisar 30-59% maka inti bor tidak dapat dipercaya kebenarannya, dan jika *core recovery* <30% artinya inti bor sangat tidak dapat dipercaya kebenarannya.

Jika CR kurang dari 85–90% maka inti bor tersebut masih diragukan nilainya, hal ini berarti terjadi loss selama pemboran dan inti bor tersebut tidak menunjukkan conto yang sebenarnya. Logging (pengamatan) inti bor biasanya dilakukan di samping lokasi bor untuk menentukan apakah pemboran dilanjutkan atau dihentikan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandingkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan standart nilai di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran. Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% – 100% = baik sekali

80% – 89% = baik

70% – 79% = cukup

≤69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

Metode Sampling

A. Tujuan

1. Menjelaskan pengertian sampling
2. Menjelaskan tujuan sampling
3. Menjelaskan metode sampling

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menguasai teori mengenai definisi sampling.
2. Mengetahui tujuan sampling.
3. Menguasai teori mengenai metode sampling.

C. Uraian Materi

1. Konsep Sampling

Sampel (conto) merupakan satu bagian yang representatif atau satu bagian dari keseluruhan yang bisa menggambarkan berbagai karakteristik untuk tujuan inspeksi atau menunjukkan bukti-bukti kualitas, dan merupakan sebagian dari populasi statistik dimana sifat-sifatnya telah dipelajari untuk mendapatkan informasi keseluruhan.

Secara spesifik, conto dapat dikatakan sebagai sekumpulan material yang dapat mewakili jenis batuan, formasi, atau badan bijih (endapan) dalam arti kualitatif dan kuantitatif dengan pemerian (deskripsi) termasuk lokasi dan komposisi dari batuan, formasi, atau badan bijih (endapan) tersebut. Proses pengambilan conto tersebut disebut sampling (pemercontaan).

Sampling dapat dilakukan karena beberapa alasan (tujuan) maupun tahapan pekerjaan (tahapan eksplorasi, evaluasi, maupun eksploitasi).

- a. Selama fase eksplorasi sampling dilakukan pada badan bijih (*mineable thickness*) dan tidak hanya terbatas pada zona mineralisasi saja, tetapi juga pada zona-zona low grade maupun material barren, dengan tujuan untuk mendapatkan batas yang jelas antara masing-masing zona tersebut.
- b. Selama fase evaluasi, sampling dilakukan tidak hanya pada zona endapan, tapi juga pada daerah-daerah di sekitar endapan dengan

tujuan memperoleh informasi lain yang berhubungan dengan kestabilan lereng dan pemilihan metode penambangan.

- c. Sedangkan selama fase eksploitasi, sampling tetap dilakukan dengan tujuan kontrol kadar (quality control) dan monitoring front kerja
- d. Komponen mineral atau logam tidak tersebar merata pada badan urat.
- e. Mineral bijih dapat berupa kristal-kristal yang kasar sehingga diperlukan sample dengan volume yang besar agar representatif.
- f. Kebanyakan urat mempunyai lebar yang sempit.
- g. Kebanyakan urat berasosiasi dengan sesar, pengisi rekahan, dan zona geser (regangan), sehingga pada kondisi ini memungkinkan terjadinya efek dilution pada batuan samping, sehingga batuan samping perlu dilakukan sampling.
- h. Perbedaan assay (kadar) antara urat dan batuan samping pada umumnya tajam, berhubungan dengan kontak dengan batuan samping, impregnasi pada batuan samping, serta pola urat yang menjari (bercabang), sehingga dalam sampling perlu dicari dan ditentukan batas vein yang jelas.
- i. Fluktuasi ketebalan urat sulit diprediksi, dan mempunyai rentang yang terbatas, serta mempunyai kadar yang sangat erratic (acak/tidak beraturan) dan sulit diprediksi, sehingga diperlukan sampling dengan interval yang rapat.
- j. Kebanyakan urat relatif keras dan bersifat brittle, sehingga cukup sulit untuk mencegah terjadinya bias akibat variabel kuantitas per unit panjang sulit dikontrol.
- k. Sampling lanjutan kadang-kadang terbatas terhadap jarak (interval), karena pada umumnya harus dilanjutkan melalui pemboran inti.

2. Metode Sampling

Pemilihan metode sampling dan jumlah conto yang akan diambil tergantung pada beberapa faktor, antara lain:

- a. Tipe endapan, pola penyebaran, serta ukuran endapan.
- b. Tahapan pekerjaan dan prosedur evaluasi,

- c. Lokasi pengambilan conto (pada zona mineralisasi, alterasi, atau barren),
- d. Kedalaman pengambilan conto, yang berhubungan dengan letak dan kondisi batuan induk.
- e. Anggaran untuk sampling dan nilai dari bijih.

Beberapa kesalahan yang mungkin terjadi dalam sampling, antara lain:

- a. Salting, yaitu peningkatan kadar pada conto yang diambil sebagai akibat masuknya material lain dengan kadar tinggi ke dalam conto.
- b. Dilution, yaitu pengurangan kadar akibatnya masuknya waste ke dalam conto.
- c. Erratic high assay, yaitu kesalahan akibat kekeliruan dalam penentuan posisi (lokasi) sampling karena tidak memperhatikan kondisi geologi.
- d. Kesalahan dalam analisis kimia, akibat conto yang diambil kurang representatif.

Secara umum, dalam pemilihan metode sampling perlu diperhatikan karakteristik endapan yang akan diambil contohnya. Bentuk keterdapatan dan morfologi endapan akan berpengaruh pada tipe dan kuantitas sampling. Adapun beberapa metode sampling diantaranya:

a. Grab Sampling

Secara umum, metode grab sampling ini merupakan teknik sampling dengan cara mengambil bagian (fragmen) yang berukuran besar dari suatu material (baik di alam maupun dari suatu tumpukan) yang mengandung mineralisasi secara acak (tanpa seleksi yang khusus). Tingkat ketelitian sampling pada metode ini relatif mempunyai bias yang cukup besar.

Beberapa kondisi pengambilan conto dengan teknik grab sampling ini antara lain:

- 1) Pada tumpukan material hasil pembongkaran untuk mendapatkan gambaran umum kadar.
- 2) Pada material di atas dump truck atau belt conveyor pada transportasi material, dengan tujuan pengecekan kualitas.

- 3) Pada fragmen material hasil peledakan pada suatu muka kerja untuk memperoleh kualitas umum dari material yang diledakkan, dll.

b. Bulk Sampling

Bulk sampling (contoh ruah) ini merupakan metode sampling dengan cara mengambil material dalam jumlah (volume) yang besar, dan umum dilakukan pada semua fase kegiatan (eksplorasi sampai dengan pengolahan). Pada fase sebelum operasi penambangan, bulk sampling ini dilakukan untuk mengetahui kadar pada suatu blok atau bidang kerja. Metode bulk sampling ini juga umum dilakukan untuk uji metalurgi dengan tujuan mengetahui recovery (perolehan) suatu proses pengolahan. Sedangkan pada kegiatan eksplorasi, salah satu penerapan metode bulk sampling ini adalah dalam pengambilan contoh dengan sumur uji.

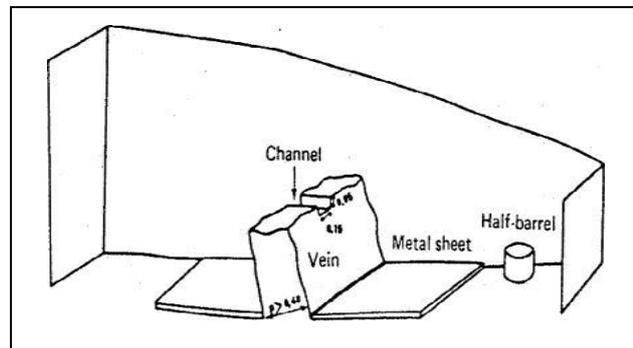
c. Chip sampling

Chip sampling (contoh tatahan) adalah salah satu metode sampling dengan cara mengumpulkan pecahan batuan (rock chip) yang dipecahkan melalui suatu jalur (dengan lebar ± 15 cm) yang memotong zona mineralisasi dengan menggunakan palu atau pahat. Jalur sampling tersebut biasanya bidang horizontal dan pecahan-pecahan batuan tersebut dikumpulkan dalam suatu kantong contoh. Kadang-kadang pengambilan ukuran contoh yang seragam (baik ukuran butir, jumlah, maupun interval) cukup sulit, terutama pada urat-urat yang keras dan brittle (seperti urat kuarsa), sehingga dapat menimbulkan kesalahan seperti oversampling (salting) jika ukuran fragmen dengan kadar tinggi relatif lebih banyak daripada fragmen yang low grade.

d. Channel sampling

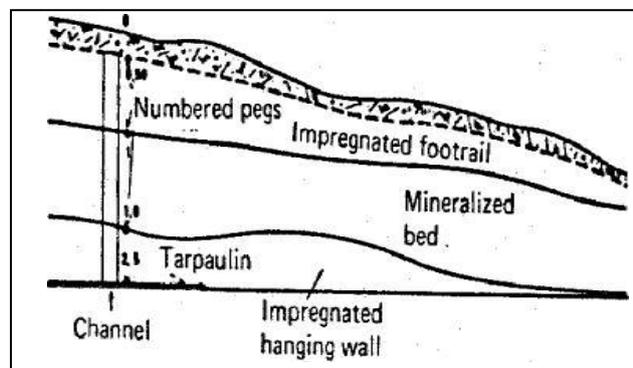
Channel sampling adalah suatu metode (cara) pengambilan contoh dengan membuat alur (channel) sepanjang permukaan yang memperlihatkan jejak bijih (mineralisasi). Alur tersebut dibuat secara

teratur dan seragam (lebar 3-10 cm, kedalaman 3-5 cm) secara horizontal, vertikal, atau tegak lurus kemiringan lapisan.



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

Gambar 4.6 Sketsa Pembuatan Channel Sampling pada Urat



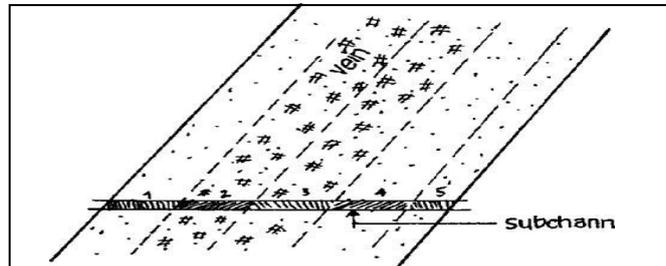
Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

Gambar 4.7 Sketsa Pembuatan Channel Sampling pada Endapan yang Berlapis

Ada beberapa cara atau pendekatan yang dapat dilakukan dalam mengumpulkan fragmen-fragmen batuan dalam satu conto atau melakukan pengelompokan conto (sub-channel) yang tergantung pada tipe (pola) mineralisasi, antara lain:

- Membagi panjang channel dalam interval-interval tertentu yang diakibatkan oleh variasi (distribusi) zona mineralisasi.
- Penggabungan sub-channel dalam satu analisis kadar atau dibuat komposit.

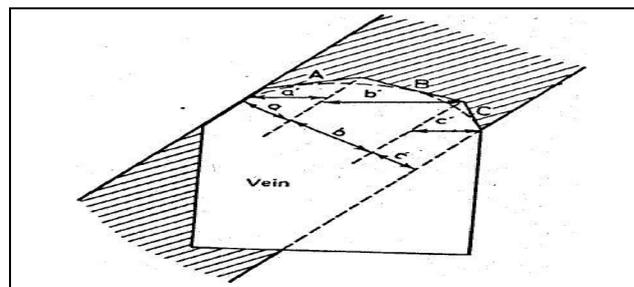
- c. Pada batubara atau endapan berlapis, dapat diambil channel sampling per tebal seam (lapisan) atau ply per ply (jika terdapat sisipan pengotor)



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

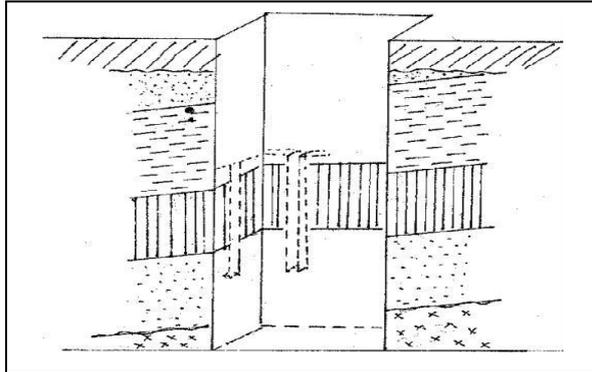
Gambar 4.8 Sketsa Pembuatan Sub-Channel pada Mineralisasi Berupa Urat

- d. Pada urat bijih, dapat dibuat sub-channel (P1, P2, dan P3) yang ditujukan untuk mengetahui lebar bijih (kadar) saja.
- e. Dapat dilakukan juga pengambilan conto pada keseluruhan lebar urat (bijih dan pengotornya) dengan tujuan memperoleh kadar keseluruhan badan bijih.
- f. Pada urat bijih, dapat dibuat sub-channel (1, 2, 3, 4, 5) yang ditujukan untuk mengetahui lebar bijih (kadar).
- g. Sub-channel 1, 4, & 5 diperkirakan merupakan zona batas urat (alterasi).
- h. Sub-channel 2 & 3 diperkirakan merupakan bidang urat → high grade.
- i. Dapat dibuat kombinasi-kombinasi untuk analisis, seperti komposit 1 s/d 5, atau komposit 1,4, & 5, atau komposit 2 & 3, atau dianalisis tunggal untuk masing-masing subchan.



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

Gambar 4.9 Sketsa Pembuatan Channel pada Bukaan Stope Untuk Mineralisasi Berupa Urat



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

Gambar 4.10 Sketsa Pembuatan Channel pada Sumur Uji Untuk Endapan Berlapis.

Channel sampling pada sumur uji:

- a. Channel sampling dapat dilakukan dinding sumur uji.
- b. Channel sampling memotong tegak lurus bidang perlapisan.
- c. Secara vertikal, dapat dibuat subchannel sesuai kebutuhan.

Informasi-informasi yang harus direkam dalam pengambilan contoh dari setiap alur adalah sebagai berikut:

- a. Letak lokasi pengambilan contoh dari titik ikat terdekat.
- b. Posisi alur (memotong vein, vertical memotong bidang perlapisan, dll.).
- c. Lebar atau tebal zona bijih/endapan (lebar horizontal, tebal semu, atau tebal sebenarnya).
- d. Penamaan (pemberian kode) kantong contoh, sebaiknya mewakili interval atau lokasi sub-channel.
- e. Tanggal pengambilan dan identitas contoh.

Sedangkan informasi-informasi yang sebaiknya juga dicatat (dideskripsikan) dalam pengambilan contoh adalah:

- a. Mineralogi bijih atau deskripsi endapan yang diambil contohnya.
- b. Penaksiran visual zona mineralisasi (bijih, waste, pengotor, dll.).
- c. Kemiringan semu atau kemiringan sebenarnya dari badan bijih.
- d. Deskripsi litologi atau batuan samping

3. Preparasi conto

Setelah conto diperoleh, kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan *assay* (analisis kadar). Karena yang dianalisis tersebut hanya sebagian kecil dari conto, maka diperlukan preparasi (persiapan) conto, agar bagian conto yang dianalisis masih representatif terhadap kondisi yang sebenarnya. Namun secara umum, ukuran conto dapat berpengaruh terhadap hasil analisis, sehingga biasanya analisis dilakukan sedikitnya pada 2 (dua) laboratorium yang berbeda, dan sebagian conto lagi disimpan sebagai dokumentasi.

Secara teoritis, pengurangan bobot conto dapat mengikuti persamaan berikut:

$$RW = OW \times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3$$

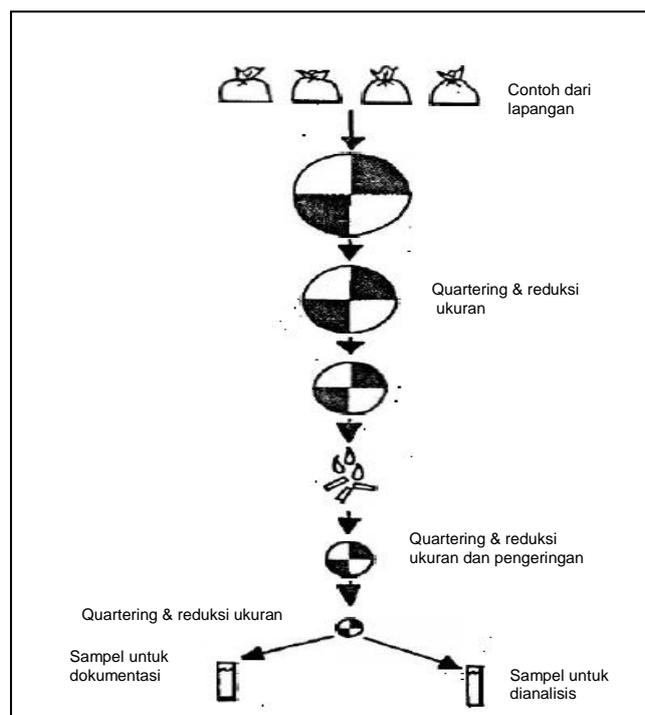
Keterangan:

RW = berat conto yang dikurangi

OW = berat conto awal

D_1 = diameter partikel yang dikurangi

D_2 = diameter partikel awal

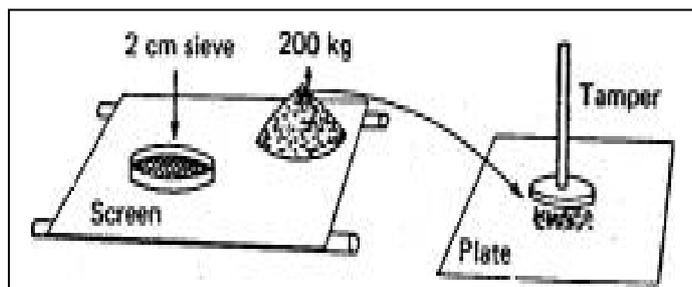


Gambar 4.11 Prosedur Umum (Coning & Quartering) Preparasi Conto untuk Analisis Laboratorium dan Dokumentasi.

Formula ini hanya dapat diterapkan pada conto yang telah mempunyai ukuran relatif seragam. Jika distribusi tidak homogen, maka ukuran conto harus dikurangi sampai dengan didapatkan ukuran yang paling ekonomis (secara kadar). Sebagai ilustrasi dapat dilihat contoh hasil assay pada beberapa kondisi ukuran (Tabel). Prosedur umum dalam proses reduksi ukuran conto.

Tabel 4.2 Hasil Analisis Pada Masing-Masing Tahapan Reduksi Ukuran Conto (Chaussier et al., 1987)

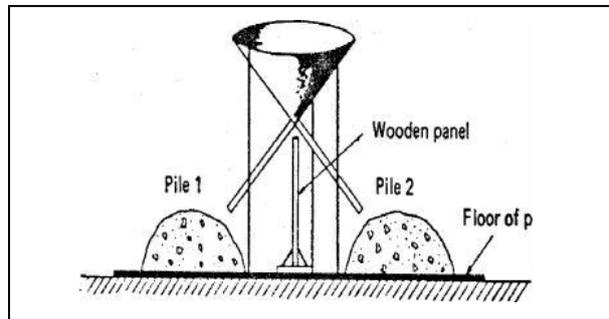
Bagian kasar yang dihancurkan	Conto-1	Conto-2
Rentang hasil analisis	5–51 ppm	24–106 ppm
Kadar rata-rata	21,90 ppm	61,2 0ppm
Simpangan baku	10,10 ppm	21,30 ppm
Koefisien Variansi	0,46	0,35
Bagian halus yang dihancurkan		
Rentang hasil analisis	10–31 ppm	31–69 ppm
Kadar rata-rata	21,80 ppm	49,50 ppm
Simpangan baku	3,90 ppm	8,90 ppm
Koefisien Variasi	0,18	0,18
Bagian yang dihaluskan		
Rentang hasil analisis	20–26 ppm	44–53 ppm
Kadar rata-rata	23,80 ppm	49,90 ppm
Simpangan baku	1,00 ppm	1,90 ppm
Koefisien Variansi	0,04	0,04



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

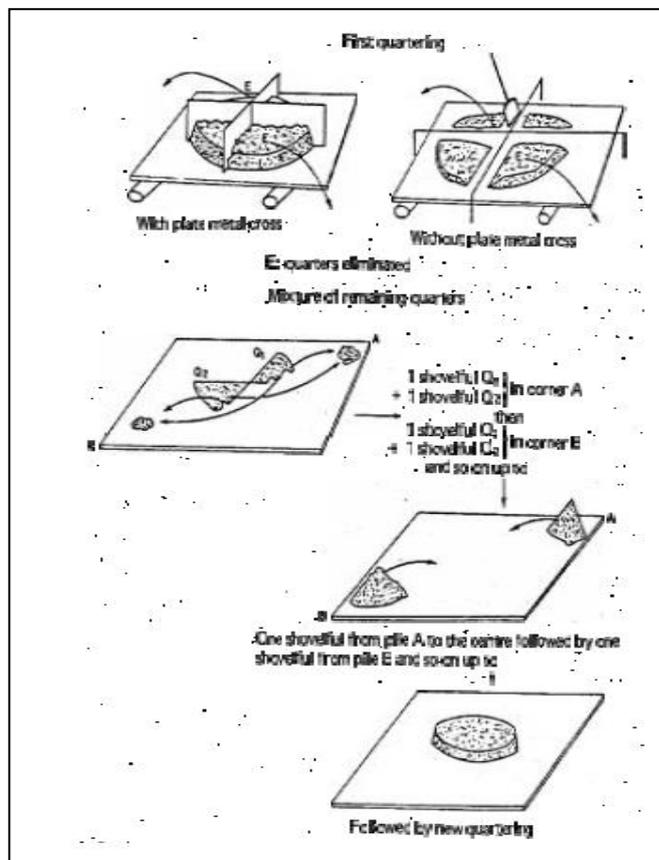
Gambar 4.12 Prosedur Umum Proses Pengecilan Ukuran

Setelah ukuran dari conto terdistribusi pada fraksi yang seragam, kemudian dilakukan pengurangan (reduksi) bobot/jumlah conto. Metode reduksi yang umum digunakan adalah *splitting* dan *quartering*.



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

Gambar 4.13 Reduksi Jumlah Conto Dengan Metode Splitting



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

Gambar 4.14 Reduksi Jumlah Conto Dengan Metode Quartering

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengamati: Mengamati teori mengenai metode sampling.

Menanya: Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri.

Mengeksplorasi: Dalam pembelajaran ini, anda diwajibkan untuk menggali, dan mengeksplor hal-hal penting terkait dengan metode sampling.

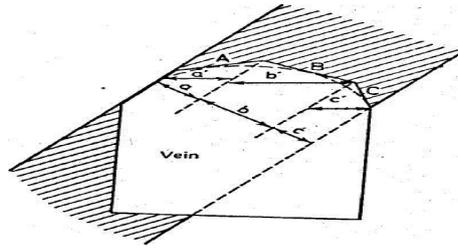
Mengasosiasi: Mengkatagorikan dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan metode sampling.

Mengkomunikasikan: Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang metode sampling.

E. Latihan

1. Faktor yang mempengaruhi pemilihan metode sampling, kecuali:
 - A. Tipe endapan, pola penyebaran, serta ukuran endapan.
 - B. Tahapan pekerjaan dan prosedur evaluasi,
 - C. Lokasi pengambilan conto (pada zona mineralisasi, alterasi, atau barren),
 - D. Waktu pengambilan sampling
2. Beberapa kesalahan yang mungkin terjadi dalam sampling, kecuali:
 - A. Salting, yaitu peningkatan kadar pada conto yang diambil sebagai akibat masuknya material lain dengan kadar tinggi ke dalam conto.
 - B. Warna sampling
 - C. *Erratic high assay*, yaitu kesalahan akibat kekeliruan dalam penentuan posisi (lokasi) sampling karena tidak memperhatikan kondisi geologi.
 - D. Kesalahan dalam analisis kimia, akibat conto yang diambil kurang representatif.

3. Perhatikan gambar dibawah ini, gambar ini merupakan



- A. Sketsa pembuatan channel pada bukaan stope untuk mineralisasi berupa urat
- B. Sketsa pembuatan channel pada sumur uji untuk endapan berlapis.
- C. Sketsa pembuatan sub- channel pada mineralisasi berupa urat
- D. Semua benar
4. Berikut adalah Informasi-informasi yang harus direkam dalam pengambilan conto dari setiap alur, kecuali:
- A. Letak lokasi pengambilan conto dari titik ikat terdekat.
- B. Posisi alur (memotong vein, vertical memotong bidang perlapisan, dll.).
- C. Nama orang yang mengambil conto
- D. Penamaan (pemberian kode) kantong conto, sebaiknya mewakili interval atau lokasi sub-channel.
5. Deskripsi litologi atau batuan samping merupakan informasi yang dicatat ketika
- A. Pengambilan conto
- B. Preparasi contoh
- C. Pengujian contoh
- D. Semua salah
6. Apa yang dimaksud dengan preparasi conto
- A. Persiapan conto agar bagian conto yang dianalisis masih representatif terhadap kondisi yang sebenarnya
- B. Bagian conto yang dianalisis masih representatif terhadap kondisi yang sebenarnya
- C. Persiapan conto agar bagian conto yang dianalisis masih representatif
- D. Bagian conto yang dianalisis masih representative.

7. Rumus reduksi sample
- $OW = RW \times \left(\frac{D1}{D2}\right)^3$
 - $RW = OW \times \left(\frac{D1}{D2}\right)^3$
 - $OW = RW \times \left(\frac{D2}{D1}\right)^3$
 - $RW = OW \times \left(\frac{D2}{D1}\right)^3$
8. Metode reduksi yang umum digunakan adalah
- Metode reduksi splitting dan sampling
 - Metode sampling dan quartering
 - Metode reduksi splitting dan metode quartering
 - Metode sampling, splitting dan quartering
9. *Grab sampling* merupakan teknik sampling dengan cara
- Mengambil bagian (fragmen) yang berukuran besar dari suatu material yang mengandung mineralisasi secara acak.
 - Mengambil material dalam jumlah (volume) yang besar, dan umum dilakukan pada semua fase kegiatan (eksplorasi sampai dengan pengolahan).
 - Mengumpulkan pecahan batuan (rock chip) yang dipecahkan melalui suatu jalur.
 - Membuat alur (channel) sepanjang permukaan yang memperlihatkan jejak bijih (mineralisasi).
10. *Bulk sampling* merupakan teknik sampling dengan cara
- Mengambil bagian (fragmen) yang berukuran besar dari suatu material yang mengandung mineralisasi secara acak.
 - Mengambil material dalam jumlah (volume) yang besar, dan umum dilakukan pada semua fase kegiatan (eksplorasi sampai dengan pengolahan).
 - Mengumpulkan pecahan batuan (rock chip) yang dipecahkan melalui suatu jalur.
 - Membuat alur (channel) sepanjang permukaan yang memperlihatkan jejak bijih (mineralisasi).

F. Rangkuman

Sampel (contoh) merupakan satu bagian yang representatif atau satu bagian dari keseluruhan yang bisa menggambarkan berbagai karakteristik untuk tujuan inspeksi atau menunjukkan bukti-bukti kualitas, dan merupakan sebagian dari populasi statistik dimana sifat-sifatnya telah dipelajari untuk mendapatkan informasi keseluruhan.

Tujuan Sampling

Sampling dapat dilakukan karena beberapa alasan (tujuan) maupun tahapan pekerjaan (tahapan eksplorasi, evaluasi, maupun eksploitasi).

1. Selama fase eksplorasi sampling dilakukan pada badan bijih (mineable thickness) dan tidak hanya terbatas pada zona mineralisasi saja, tetapi juga pada zona-zona low grade maupun material barren, dengan tujuan untuk mendapatkan batas yang jelas antara masing-masing zona tersebut.
2. Selama fase evaluasi, sampling dilakukan tidak hanya pada zona endapan, tapi juga pada daerah-daerah di sekitar endapan dengan tujuan memperoleh informasi lain yang berhubungan dengan kestabilan lereng dan pemilihan metode penambangan.
3. Sedangkan selama fase eksploitasi, sampling tetap dilakukan dengan tujuan kontrol kadar (quality control) dan monitoring front kerja (kadar pada front kerja yang aktif, kadar pada bench open pit, atau kadar pada umpan material).

Metode Sampling

Umumnya metode sampling ada 4 yaitu:

1. Grab sampling
2. Bulk sampling
3. Chip sampling
4. Channel sampling

Informasi-informasi yang sebaiknya juga dicatat (dideskripsikan) dalam pengambilan conto adalah :

1. Mineralogi bijih atau deskripsi endapan yang diambil contohnya.
2. Penaksiran visual zona mineralisasi (bijih, waste, pengotor, dll.).

3. Kemiringan semu atau kemiringan sebenarnya dari badan bijih.
4. Deskripsi litologi atau batuan sampling.
5. Dan lain-lain yang dianggap perlu dalam penjelasan kondisi.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandungkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan standart nilai di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran.

Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = cukup

≤ 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

Metode Penambangan

Tambang Terbuka

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi ini, peserta diharapkan dapat menjelaskan secara rinci beberapa hal sebagai berikut:

1. Definisi tambang terbuka
2. Keuntungan menggunakan penambangan dengan tambang terbuka
3. Endapan mineral yang cocok untuk tambang terbuka
4. Tahapan kegiatan penambangan dengan metode tambang terbuka
5. Metode penambangan dengan tambang terbuka

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menguasai teori mengenai definisi tambang terbuka.
2. Mengetahui keuntungan penambangan dengan tambang terbuka
3. Mengetahui mineral yang cocok untuk tambang terbuka
4. Mengetahui tahapan kegiatan penambangan dengan metode tambang terbuka
5. Mengetahui Metode-metode penambangan dengan tambang terbuka

C. Uraian Materi

1. Pengertian Tambang Terbuka

Penambangan dengan metoda tambang terbuka adalah suatu kegiatan penggalian bahan galian seperti batubara, ore (bijih), batu dan sebagainya di mana para pekerja berhubungan langsung dengan udara luar dan iklim. Tambang terbuka (*open pit mining*) juga disebut dengan open cut mining; adalah metoda penambangan yang dipakai untuk menggali mineral deposit yang ada pada suatu batuan yang berada atau dekat dengan permukaan.

2. Keuntungan Tambang Terbuka

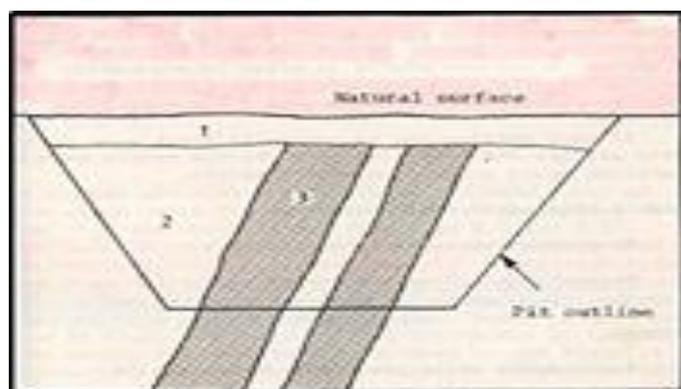
Beberapa keuntungan yang diperoleh bila menggunakan tambang terbuka diantaranya yaitu:

- a. Produksi tinggi
- b. Konsentrasi operasi (kegiatan) tinggi
- c. Ongkos operasi per ton bijih yang ditambang rendah
- d. Kegiatan eksplorasi dan keadaan geologi lebih mudah
- e. Leluasa dalam pemilihan alat gali/muat
- f. Recovery tinggi
- g. Perencanaan lebih sederhana
- h. Kondisi kerja lebih baik /karena berhubungan dengan udara luar
- i. Relatif lebih aman
- j. Pemakaian bahan peledak leluasa dan efisien

Untuk dapat menentukan metoda penambangan apa yang cocok untuk diterapkan maka perlu untuk membandingkan efisiensi ekonomi dari open mining dan underground mining, terkecuali keuntungan dari salah satu metode sudah terlihat jelas.

Karakteristik dasar yang digunakan dalam evaluasi ekonomi dari tambang terbuka adalah "*stripping ratio*", yaitu besarnya volume dari *overburden* yang digali per unit ore yang diperoleh.

Dalam penambangan open pit, perlu dihitung ongkos untuk pembuangan waste over burden dan waste dari country rock.



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

Gambar 5.1 Open Pit Section

Keterangan gambar:

- 1) overburden cover
- 2) waste (country rock)
- 3) ore body

Perbandingan antara waste dan ore oleh karenanya merupakan faktor kontrol dalam membandingkan ongkos penambangan ore berdasar open pit dengan metode underground.

3. Konsep Dan Teknik Metoda Tambang Terbuka

Agar diperoleh hasil yang diharapkan maka sebelum membuka suatu tambang perlu dipahami terlebih dahulu konsep penambangan beserta prosedur rencana penambangan yang benar.

Sejumlah kriteria untuk mendesain tambang harus ditentukan melalui data (informasi) yang diperoleh dari penyelidikan eksplorasi (drill core specimens).

Untuk dapat menganalisa apakah suatu endapan mineral akan ditambang dengan metoda tambang terbuka atau tambang bawah tanah, maka beberapa faktor berikut yang dapat mempengaruhinya seperti:

- a. Ketebalan dan sifat fisik dari overburden dan country rock.
- b. Ketebalan, bentuk, konfigurasi, serta struktur dari mineral deposit.
- c. Posisi terhadap ground surface, sudut kemiringan.
- d. Kondisi hidrologi.
- e. Kemudahan mendapatkan fasilitas teknik untuk pelbagai pekerjaan tambang (macam energi dan peralatan) misal drilling, alat muat dan alat transport.
- f. Keadaan iklim yang lazim pada daerah penambangan harus dikaji secara cermat.

Pada waktu ini isu tentang lingkungan perlu diterapkan diberbagai bentuk usaha termasuk usaha pertambangan yang cukup dikenal sangat merusak lingkungan. Upaya untuk menerapkan teknologi penambangan yang berwawasan lingkungan harus diperhitungkan pada tahap kegiatan "*feasibility study*" (studi kelayakan) untuk pembukaan suatu tambang.

Reklamasi tambang (pendayagunaan kembali lahan yang rusak akibat penambangan) haruslah direncanakan pada awal sebelum kegiatan tambang dimulai.

4. Endapan Mineral yang Cocok untuk Tambang Terbuka

Beberapa endapan berikut cocok ditambang dengan menggunakan metoda tambang terbuka:

- a. Endapan-endapan *eluvial*, yang diendapkan dekat tempat asalnya (<10km) umumnya diketemukan dekat permukaan bumi (cadangan sedikit).
- b. *Alluvial deposit* (lanjutan eluvial). Endapan eluvial yang mengalami pelapukan dan ditransport jauh dan diendapkan dekat permukaan bumi bersifat lepas (loose) contoh pasir (cadangan banyak).
- c. Endapan yang letaknya horizontal (sedikit miring dengan kemiringan (1-5%) disebut horizontal deposit (bedded/ tabular) contoh endapan batubara, KCl, NaCl, KNO₃. terbentuk secara sedimenter, luas letaknya kedalamannya tidak tentu.
- d. Endapan yang berbentuk "vein yang tebal" dan tersingkap dengan overburden yang tipis (1-2m).

Data yang perlu diketahui dalam perencanaan (desain) suatu tambang terbuka diantaranya:

- a. Dalamnya dan ukuran tambang pada akhir operasi.
- b. Lamanya tambang akan berapa lama
- c. Laba yang diinginkan
- d. Kemiringan tambang (pit slope) yang dibolehkan
- e. Cut off grade berapa yang boleh diambil
- f. Harus ditentukan economic stripping ratio
- g. Mengetahui sifat-sifat batuan (ore, country rock)
- h. Peta topografi yang tepat (terakhir)
- i. Keadaan endapan bijih, bentuk, ukuran, kadar, cadangan
- j. Keadaan lapisan tanah penutup / over burden (sifat fisik, jumlah)
- k. Harga pasaran produk yang akan ditambang
- l. Macam-macam alat yang diperlukan.

Semua data tersebut di atas hendaknya dimiliki secara lengkap untuk dapat memulai pekerjaan pembukaan tambang agar diperoleh maximum recovery.

Juga beberapa hal berikut perlu dicermati dalam perencanaan pembukaan suatu tambang terbuka:

- a. Ultimate and operational pit slope (tata letak dan rencana bukaan tambang)
- b. Penentuan target produksi awal dan pekerjaan development
- c. Jadwal produksi batubara dan jadwal stripping over burden
- d. Rencana penggalian dan pembuangan waste
- e. Rincian peralatan dan kebutuhan tenaga kerja
- f. Perhitungan ongkos
- g. Rencana dan jadwal penggantian alat-alat utama sepanjang umur tambang.

Kegiatan Penambangan

a. Menambang tanah penutup

Kegiatan disini meliputi :

- 1) clearing/ pembongkaran tumbuh-tumbuhan dan tanah pucuk
- 2) loading (pemuatan) hasil bongkaran ke dalam alat angkut
- 3) hauling/ pengangkutan menuju ke tempat pembuangan
- 4) dumping/ pembuangan dan pengaturan tumpukan hasil buangan sesuai desain.

b. Menambang Batubara

Kegiatan disini meliputi:

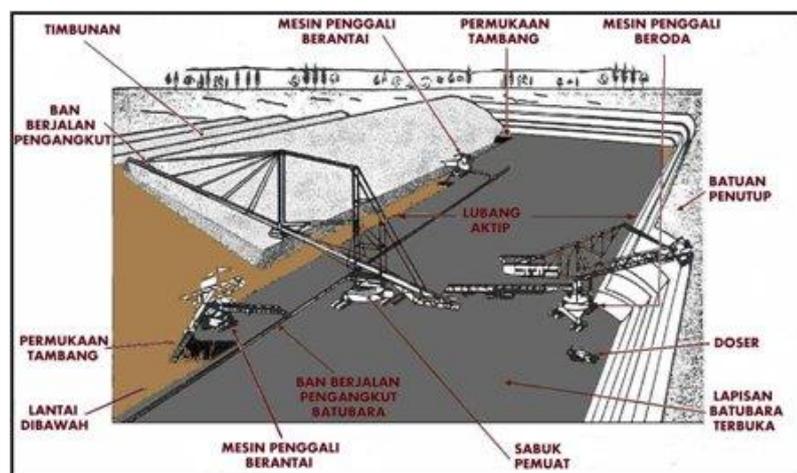
- 1) Breaking (membongkar dan menggali batubara)
- 2) Loading dan transporting (pemuatan ke dalam alat angkut dan pengangkutan)
- 3) Stockpile (penimbunan di daerah)

c. Penambangan Mendatar (*Open cut stripping*)

Penambangan mendatar (*open cut stripping*) adalah salah satu tipe kegiatan penambangan permukaan di mana lapisan batubara hampir sejajar dengan permukaan tanah dan terletak dekat dengan "surface" (permukaan tanah).

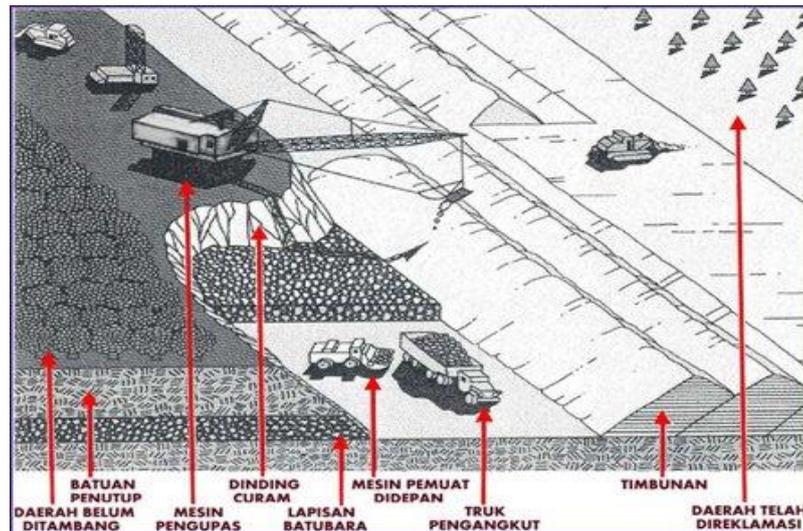
Kegiatan tahap awal yang dilakukan adalah memindahkan tumbuhan dan tanah pucuk yang akan dipakai kembali untuk maksud-maksud reklamasi, kemudian diikuti dengan pemindahan lapisan batuan penutup (over burden) yang terletak antara lapisan tanah pucuk dan lapisan batubara. Penggalan pertama lubang penambangan disebut dengan pemotongan berbentuk kotak (box cut) karena bentuk dari permukaan penambangan yang menyerupai kotak.

Tipe penambangan ini dikenal dengan istilah "strip mining" (penambangan mengupas) baik pengupasan lapisan batuan penutup (over burden) dan lapisan batubara yang terjadi secara berlapis dimana penggaliannya dengan mengupas lapisan dengan ukuran luas yang relatif besar. Setelah lapisan batubara selesai digali maka batuan penutup biasanya ditimbun kembali kedalam lubang bekas penambangan (back filling). dan merupakan satu tahapan yang penting dalam kegiatan reklamasi bekas tambang.



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

Gambar 5.2 Penambangan Dengan BWE



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

Gambar 5.3 Penambangan Dengan Dragline

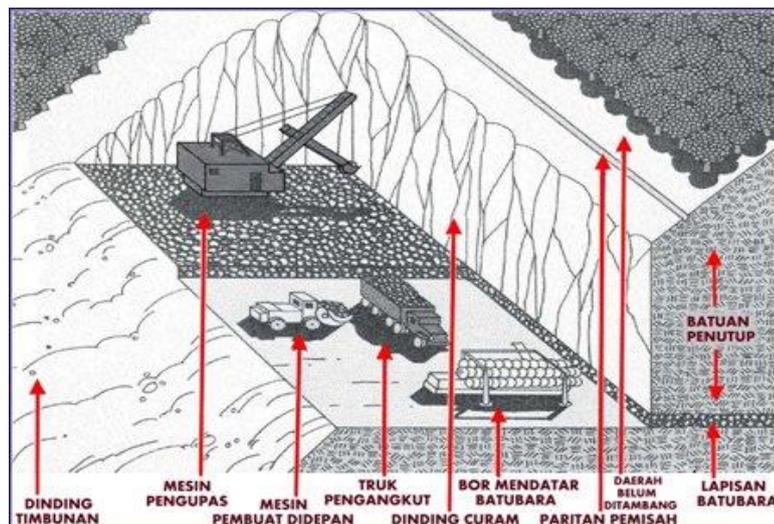
d. Penambangan Kontur (*Contour Mine*)

Pada umumnya dalam berbagai hal kegiatan penambangan batubara adalah sama untuk kegiatan penambangan di permukaan, juga bila letak lapisan batubara berada pada lereng gunung atau bukit dengan permukaan tanah serta lereng yang curam/ terjal.

Arah kemajuan dan urutan penambangan pada penambangan kontur dimulai pada daerah singkapan yang dilanjutkan ke dalam sisi gunung atau bukit (ke arah tegak lurus jurus lapisan batubara sampai lereng akhir penambangan), sampai mencapai kedalaman dengan stripping ratio yang sudah tidak ekonomis lagi. Penggalan akan menghasilkan sebuah dinding batas akhir penambangan yang berbentuk lereng yang terjal (*high wall*) dan daerah penambangan (*bench*); kemudian penambangan akan dilanjutkan mengikuti garis singkapan (*strike*), yang mana dalam beberapa kasus mengikuti pola kontur dari punggung bukit, oleh karena itu disebut dengan penambangan kontur (*contour mine*).

Pemilihan urutan-urutan penambangan terutama didasarkan pada pertimbangan teknis operasional serta cadangan yang ada.

Overburden (waste) yang telah digali untuk sementara waktu disimpan dahulu pada suatu tempat di dalam daerah penambangan sampai suatu saat diperlukan kembali untuk digunakan dalam kegiatan penimbunan dan reklamasi. Pada gambar 4 memperlihatkan kegiatan penambangan lapisan batubara dengan metoda penambangan kontur.



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

Gambar 5.4 Penambangan Batubara dengan metoda kontur

Penambangan lapisan batubara dengan metoda penambangan kontur, memperlihatkan pemindahan batuan penutup dengan menggunakan mesin sekop besar yang dapat berputar dengan ditarik kabel, peralatan bor mendatar, dan paritan pengendali.

5. Tahapan dan Metode-Metode Tambang Terbuka

a. Tahapan Kegiatan Tambang Terbuka

Secara garis besar tahapan kegiatan penambangan pada tambang terbuka adalah sebagai berikut :

1) Pembabatan dan pembersihan lahan (*land clearing*)

Yang dimaksud dengan pembabatan adalah pembersihan daerah yang akan ditambang dari semak-semak, pepohonan dan tanah maupun bongkah-bongkah batu yang menghalangi pekerjaan-pekerjaan selanjutnya. Tanah pucuk yang subur

(humus) harus ditimbun di tempat tertentu, lalu ditanami rerumputan dan semak-semak agar tidak mudah tererosi, sehingga kelak dapat dipakai untuk reklamasi bekas-bekas tambang.

Pembabatan ini bisa dilakukan dengan tenaga manusia yang menggunakan alat-alat sederhana seperti kapak, gergaji, arit, cangkul dan lain-lain. Menggunakan alat-alat mekanis yaitu *buldoser* dengan *rooter/ ripper, rake blade*, rantai dan lain-lain.

2) Pengupasan tanah penutup (*stripping*)

Pengupasan tanah penutup dimaksudkan untuk membuang tanah penutup (*overburden*) agar endapan bahan galiannya terkuupas dan mudah untuk ditambang.

Ada beberapa macam cara pengupasan tanah penutup yang banyak diterapkan, yaitu :

- a) *Back filling digging method*
- b) *Benching system*

3) Penambangan atau penggalian bahan-bahan galian

Adalah kegiatan pengambilan endapan bahan galian termasuk batubara dari dalam kulit bumi dan dibawa ke permukaan bumi untuk dimanfaatkan atau untuk diproses selanjutnya.

b. Metode Penambangan

1. Tambang Terbuka Untuk Endapan Bijih dan Mineral Industri

Metode penambangan yang termasuk tambang terbuka ada 4 (empat) macam, yaitu :

a) *Open Pit / Open Cut / Open Cast / Open Mine*

Adalah cara-cara penambangan terbuka yang dilakukan untuk menggali endapan-endapan bijih metal seperti endapan bijih nikel, endapan bijih besi, endapan bijih tembaga, dan sebagainya.

Bentuk tambang berdasarkan letak endapan bijih itu sendiri ada 2 (dua) macam, yaitu:

1) ***Open pit***

2) ***Open cast / open mine / open cut***

b) ***Quarry***

Adalah cara-cara penambangan terbuka yang dilakukan untuk menggali endapan-endapan bahan galian industri atau mineral industri, seperti batu marmer, batu granit, batu andesit, batu gamping, dll.

c) ***Side hill type***

Merupakan bentuk penambangan untuk batuan atau bahan galian industri yang terletak di lereng-lereng bukit.

d) ***Strip Mine***

Adalah cara-cara penambangan terbuka yang dilakukan untuk endapan-endapan yang letaknya mendatar atau sedikit miring. Yang harus diperhitungkan dalam penambangan cara ini adalah nisbah penguapan (*stripping ratio*) dari endapan yang akan ditambang, yaitu perbandingan banyaknya volume tanah penutup (m^3 atau BCM) yang harus dikupas untuk mendapatkan 1 ton endapan. Cara ini sering diterapkan pada penambangan batubara, atau endapan garam-garam.

e) ***Alluvial Mine***

Adalah tambang terbuka yang diterapkan untuk menambang endapan-endapan alluvial, misalnya tambang bijih timah, pasir besi, emas dll.

f) **Tambang Semprot**

Pada tambang semprot penggalian endapan alluvial dilakukan dengan menggunakan semprotan air yang bertekanan tinggi yang berasal dari penyemprotan yang disebut monitor atau *water jet* atau *giant*.

Tekanan aliran air yang dihasilkan oleh monitor dapat diatur sesuai dengan keadaan material yang akan digali

atau disemprot yang biasanya bisa mencapai tekanan sampai 10 atm.

2. Tambang Terbuka untuk Batubara

Beberapa sistem tambang terbuka untuk penambangan batubara adalah :

- a. *Strip mining*
- b. *Contour mining*
- c. *Area mining*
- d. *Auger mining*
- e. *Box cut mining*

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengamati: Coba anda pahami tentang kegiatan penambangan tambang terbuka, beserta metoda tambang terbuka.

Menanya: Pada fase menanya ini, dipersilahkan anda inventarisir dan koleksikan sebanyak-banyaknya pertanyaan mengenai konsep dan teknik metode tambang terbuka, kegiatan penambangan tambang terbuka, untuk nantinya dapat anda dokumentasikan juga jawabannya yang anda peroleh dari berbagai sumber yang dapat diyakini kebenarannya, terkait dengan tambang terbuka. Situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri.

Mengeksplorasi: Dalam pembelajaran ini, anda diwajibkan untuk menggali, dan mengeksplor hal-hal penting terkait dengan :

1. Keuntungan yang diperoleh bila menggunakan tambang terbuka
2. Metode tambang terbuka
3. Endapan mineral yang cocok untuk tambang terbuka
4. Kegiatan penambangan pada tambang terbuka.

Mengasosiasi: Anda diharuskan juga untuk mengasosiasi atau menterjemahkan kedalam pikiran anda sendiri dan selanjutnya diwujudkan dalam bentuk tulisan atau gambaran yang terkait dengan tambang terbuka.

Mengkomunikasikan: Menyajikan Hasil Telaahan

Sebelum anda mengikuti test dari kegiatan belajar ini, anda juga diwajibkan untuk mengkomunikasikan hasil-hasil telaahan yang telah anda lakukan terutama terkait dengan :

1. Keuntungan yang diperoleh bila menggunakan tambang terbuka
2. Metode tambang terbuka
3. Endapan mineral yang cocok untuk tambang terbuka
4. Kegiatan penambangan pada tambang terbuka.

Mengkomunikasikan materi yang telah anda telaah tersebut, boleh dibuat dalam bentuk tulisan artikel atau makalah.

E. Latihan

Untuk memperdalam pemahaman anda mengenai materi di atas, maka silahkan mengerjakan latihan berikut:

1. Pengertian dari metode tambang terbuka

 - A. Suatu kegiatan penggalian bahan galian dimana para pekerja berhubungan langsung dengan udara luar.dan iklim.
 - B. Suatu kegiatan penggalian bahan galian dimana para pekerja tidak berhubungan langsung dengan udara luar.dan iklim.
 - C. Suatu kegiatan penggalian bahan galian dimana para pekerja berhubungan langsung dan tidak langsung dengan udara luar.
 - D. Suatu kegiatan penggalian bahan galian secara terbuka di atas permukaan tanah.

2. Beberapa keuntungan yang diperoleh bila menggunakan tambang terbuka, kecuali

 - A. Produksi tinggi
 - B. Konsentrasi operasi (kegiatan) rendah
 - C. Ongkos operasi per ton bijih yang ditambang rendah
 - D. Kegiatan eksplorasi dan keadaan geologi lebih mudah

3. Beberapa endapan berikut cocok ditambang dengan menggunakan metoda tambang terbuka, kecuali

 - A. Endapan-endapan *eluvial*
 - B. Alluvial deposit
 - C. Vertikal deposit
 - D. Endapan yang berbentuk “vein yang tebal”

4. Data yang perlu diketahui dalam perencanaan (desain) suatu tambang terbuka, kecuali
 - A. Dalamnya dan ukuran tambang pada akhir operasi.
 - B. Lamanya tambang akan berapa lama
 - C. Laba yang diinginkan
 - D. Kemajuan tambang
5. Tahapan penambangan tambang terbuka
 - A. Land clearing, stripping, dan produksi
 - B. Land clearing, stripping, dan penambangan
 - C. Land clearing, penambangan dan penggalan bahan-bahan galian
 - D. Land clearing, stripping, penambangan dan produksi
6. Metode tambang terbuka untuk endapan bijih dan mineral, kecuali
 - A. *Open pit*
 - B. *Open cast / open mine / open cut*
 - C. Strip mining
 - D. *Quarry*
7. Metode tambang terbuka untuk tambang batubara, kecuali
 - A. *Contour mining*
 - B. *Alluvial mine*
 - C. *Area mining*
 - D. *Auger mining*
8. Tahapan menambang tanah penutup
 - A. *Clearing, loading, dumping, dan hauling*
 - B. *Clearing, loading, hauling, dan damping*
 - C. *Clearing, hauling, loading, dan damping*
 - D. *Clearing, hauling, damping, dan loading*
9. Tahapan menambang batubara
 - A. *Breaking, Loading dan transporting, Stockpile*
 - B. *Breaking, Loading dan transporting*
 - C. *Breaking, Loading, dumping dan transporting*
 - D. *Breaking, dumping dan transporting, Stockpile*
10. Cara pengupasan tanah penutup yang banyak diterapkan
 - A. *Back filling digging method*
 - B. *Benching system*

C. *Back filling digging method dan Benching system*

D. *Back filling, digging method dan Benching system*

F. Rangkuman

1. Pengertian Tambang Terbuka

Tambang terbuka adalah suatu kegiatan penggalian bahan galian seperti batubara, ore (bijih), batu dan sebagainya di mana para pekerja berhubungan langsung dengan udara luar dan iklim.

2. Keuntungan menggunakan metode tambang terbuka

- a. Produksi tinggi
- b. Konsentrasi operasi (kegiatan) tinggi
- c. Ongkos operasi per ton bijih yang ditambang rendah
- d. Kegiatan eksplorasi dan keadaan geologi lebih mudah
- e. Leluasa dalam pemilihan alat gali/muat
- f. Recovery tinggi
- g. Perencanaan lebih sederhana
- h. Kondisi kerja lebih baik /karena berhubungan dengan udara luar
- i. Relatif lebih aman
- j. Pemakaian bahan peledak leluasa dan efisien

3. Endapan mineral yang cocok untuk tambang terbuka

- a. Endapan-endapan *eluvial*
- b. *Alluvial deposit* (lanjutan eluvial)
- c. Endapan yang letaknya horizontal
- d. Endapan yang berbentuk “vein yang tebal” dan tersingkap dengan overburden yang tipis (1-2m).

4. Tahapan kegiatan penambangan dengan metode tambang terbuka:

- a. Pembabatan dan pembersihan lahan (land clearing)
- b. Pengupasan tanah penutup (stripping).
- c. Penambangan atau penggalian bahan-bahan galian

5. Metode penambangan dengan tambang terbuka

a. Tambang Terbuka Untuk Endapan Bijih Dan Mineral Industri

- 1) *Open Pit / Open Cut / Open Cast / Open Mine*
- 2) *Quarry*
- 3) *Side hill type*

- 4) *Strip Mine*
- 5) *Alluvial Mine*
- 6) Tambang semprot

b. Tambang Terbuka untuk Batubara

- 1) *Strip mining*
- 2) *Contour mining*
- 3) *Area mining*
- 4) *Auger mining*
- 5) *Box cut mining*

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandingkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan standart nilai di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran.

Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = cukup

≤ 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

Tambang Bawah Tanah

A. Tujuan

1. Menjelaskan definisi dari tambang bawah tanah.
2. Menjelaskan tahapan utama dalam metode tambang bawah tanah.
3. Menjelaskan syarat-syarat penerapan tambang bawah tanah.
4. Menjelaskan keunggulan dan kelemahan tambang bawah tanah.
5. Menjelaskan macam-macam jalan masuk tambang bawah tanah.
6. Menjelaskan metode tambang bawah tanah.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

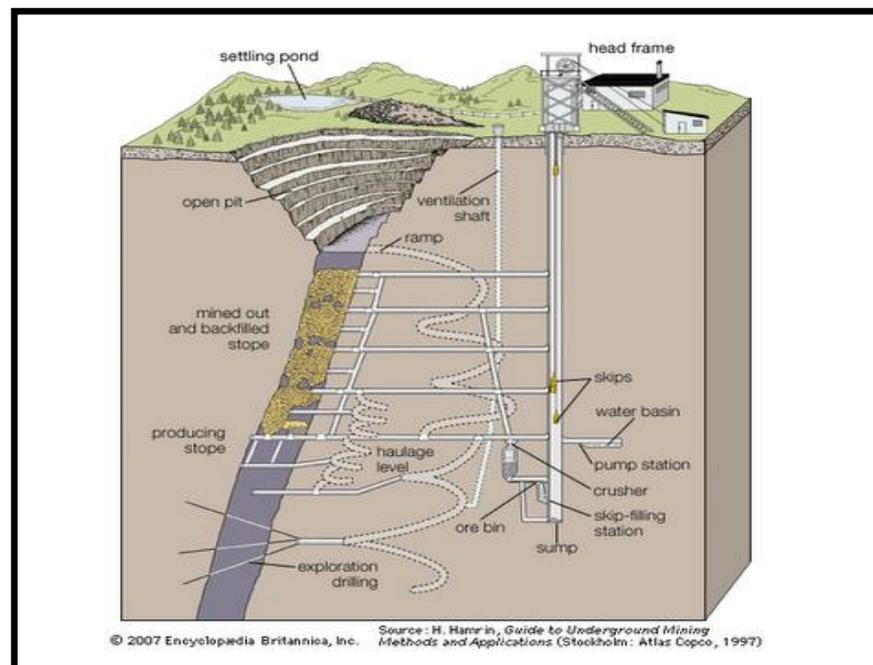
1. Menguasai teori mengenai definisi tambang terbuka.
2. Menguasai tahapan utama dalam metode tambang bawah tanah.
3. Mampu syarat-syarat penerapan tambang bawah tanah.
4. Mampu mengetahui keunggulan dan kelemahan tambang bawah tanah.
5. Mendeskripsikan macam-macam jalan masuk tambang bawah tanah.
6. Memahami metode penambangan dengan tambang bawah tanah.

C. Uraian Materi

Metode Tambang Bawah Tanah

1. Pengertian Tambang Bawah Tanah

Secara umum pengertian tambang bawah tanah adalah suatu sistem penambangan mineral atau batubara dimana seluruh aktivitas penambangan tidak berhubungan langsung dengan udara terbuka.



Sumber: Eksplorasi dan Teknik Penambangan

Gambar 5.5 Penambangan Bawah Tanah

2. Tahap Utama Dalam Metode Tambang Bawah Tanah

Ada dua tahap utama dalam metode tambang bawah tanah: development (pengembangan) dan production (produksi). Pada tahap development, semua yang digali adalah batuan tak berharga. Tahap development termasuk pembuatan jalan masuk dan penggalian fasilitas-fasilitas bawah tanah lain.

Sedang tahap production adalah pekerjaan menggali sumber bijih itu sendiri. Tempat bijih digali disebut stope (lombong). Disini uang mulai bisa dihasilkan. Dengan semua pekerjaan yang dilakukan di bawah tanah dengan panjang terowongan yang mencapai ribuan meter, maka diperlukan usaha khusus untuk mengalirkan udara ke semua sudut terowongan. Pekerjaan ini menjadi tugas tim ventilasi tambang.

Selain mensuplai jumlah oksigen yang cukup, ventilasi juga mesti memastikan agar semua udara kotor hasil pembuangan alat-alat diesel dan gas beracun yang ditimbulkan oleh peledakan bisa segera dibuang keluar. Untuk memaksa agar udara mengalir ke terowongan, digunakanlah fan (kipas) raksasa dengan berbagai ukuran dan teknik pemasangan.

Untuk menjaga kestabilan terowongan diperlukan pula penyangga-penyangga terowongan. Berbagai metode penyanggaan (*ground support*) telah dikembangkan. Penyanggaan yang optimal akan mendukung kelangsungan kinerja dan juga keselamatan semua pekerja.

3. Syarat-Syarat Penerapan Tambang Bawah Tanah

Prinsip pokok eksploitasi tambang bawah tanah adalah memilih metode penambangan yang paling cocok dengan keunikan karakter (sifat alamiah, geologi, lingkungan, dll) endapan mineral dan batuan yang akan ditambang, dengan memperhatikan batasan tentang keamanan, teknologi dan ekonomi. Batasan keekonomian berarti bahwa dengan biaya produksi yang rendah tetapi diperoleh keuntungan pengembalian yang maksimum (*return the maximum profit ataupun rate of return ROR*) serta lingkungan.

Untuk menentukan tambang bawah tanah harus memperhatikan:

- a. Karakteristik penyebaran deposit atau geometri deposit (massive, vein, disseminated, tabular, platy, sill, dll)
- b. Karakteristik geologi dan hidrologi (patahan, sesar, air tanah, permeabilitas)
- c. Karakteristik geoteknik (kuat tekan, kuat tarik, kuat geser, kohesi, Rock Mass Rating, Q-System, dll)
- d. Faktor-faktor teknologi (hadirnya teknologi baru, penguasaan teknologi, Sumber Daya Manusia, dll)
- e. Faktor lingkungan (limbah pencucian, tailing, amblesan, sedimentasi, dll).

4. Ruang Lingkup Tambang Bawah Tanah

Jenis-jenis pekerjaan pada tambang bawah tanah antara lain:

- a. Penyiapan sarana dan prasarana di permukaan
- b. Penyiapan sarana dan pekerjaan bawah tanah, meliputi
 - 1) pembuatan jalan masuk utama (*main acces pada primary development*)
 - 2) pembuatan lubang-lubang sekunder dan tersier (*secondary development dan tertiary development*)
- c. Kegiatan eksploitasi: breaking (loosening) dengan pemboran dan peledakan, pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling, tranporting*).
- d. Penanganan dan operasi pendukung: penyanggaan, penerangan, ventilasi, penirisan, keselamatan kerja, dll).

5. Keunggulan Dan Kelemahan Tambang Bawah Tanah Secara Umum

- a. Keunggulan tambang bawah tanah
 - 1) Tidak terpengaruh cuaca karena bekerja dibawah permukaan tanah
 - 2) Kedalaman penggalian hampir tak terbatas karena tidak berkait dengan SR
 - 3) Secara umum beberapa metode tambang bawah tanah lebih ramah lingkungan (misal: cut and fill, shrinkage stoping, stope and pillar)
 - 4) Dapat menambang deposit dengan model yang tidak beraturan

- 5) Bekas penggalian dapat ditimbun dengan tailing dan waste.
- b. Kelemahan tambang bawah tanah
- 1) Perlu penerangan
 - 2) Semakin dalam penggalian maka resiko ambruk semakin besar
 - 3) Produksi relatif lebih kecil dibandingkan tambang terbuka
 - 4) Problem ventilasi, bahan peledak harus yang permissible explosive, debu, gas-gas beracun.
 - 5) Masalah safety dan kecelakaan kerja menjadi kendala
 - 6) Mining recovery umumnya lebih kecil
 - 7) Losses dan dilusi umumnya lebih susah dikontrol

6. Jalan Masuk Tambang Bawah Tanah

Tambang bawah tanah mengacu pada metode pengambilan bahan mineral yang dilakukan dengan membuat terowongan menuju lokasi mineral tersebut.

Berbagai macam logam bisa diambil melalui metode ini seperti emas, tembaga, seng, nikel, dan timbal. Karena letak cadangan yang umumnya berada jauh dibawah tanah, jalan masuk perlu dibuat untuk mencapai lokasi cadangan. Jalan masuk dapat dibedakan menjadi beberapa bagian:

- a. *Ramp*, jalan masuk ini berbentuk spiral atau melingkar mulai dari permukaan tanah menuju kedalaman yang dimaksud. Ramp biasanya digunakan untuk jalan kendaraan atau alat-alat berat menuju dan dari bawah tanah.
- b. *Shaft*, yang berupa lubang tegak (vertikal) yang digali dari permukaan menuju cadangan mineral. Shaft ini kemudian dipasang semacam lift yang dapat difungsikan mengangkut orang, alat, atau bijih.
- c. Adit, yaitu terowongan mendatar (horisontal) yang umumnya dibuat disisi bukit atau pegunungan menuju ke lokasi bijih.

7. Pembagian Metode Tambang Bawah Tanah

Metode tambang bawah tanah terbagi mejadi:

- a. *Open Stope Methodes*
- b. *Supported Stope Methodes*
- c. *Caving Methodes*
- d. *Coal Mining Methodes*

Berdasarkan pembagian metode penambangan di atas, dapat kita ketahui bahwa penambangan metode penambangan batubara dipisahkan dari metode-metode yang lain. Hal ini dikarenakan:

- 1) Batubara berupa lapisan sedimen.
- 2) Penyusunnya berupa Karbon, dan banyak mengandung Methane (gas beracun).

Selanjutnya, metode tambang bawah tanah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. *Open Stope Methodes*

Open Stope Methodes adalah sistem tambang bawah tanah dengan ciri-ciri :

- 1) Sedikit memakai penyangga, atau hampir tidak ada.
- 2) Umumnya merupakan cara penambangan sederhana, atau tradisional.
- 3) Bisa menggunakan buruh-buruh yang tidak terlatih.
- 4) Cocok untuk endapan bijih dengan ciri-ciri:
 - a) Endapan bijih dan batuan induk relatif keras, sehingga tidak mudah runtuh.
 - b) Endapan bijih memiliki kemiringan lapisan (dip) lebih dari 70°.
 - c) Ukuran bijih tidak terlalu besar.
 - d) Tebal endapan bijih kurang dari 5 m.
 - e) Antara batuan induk dan bijih mudah dibedakan atau terlihat jelas.

Sedangkan metode *Open Stope Method* sendiri dibedakan menjadi:

- 1) *Gophering Coyoting*
- 2) *Glory Hole Methode*
- 3) *Shrinkage Stopping*

4) *Sublevel Stopping*

b. *Supported Stope Methode*

Supported Stope Methode adalah metode penambangan bawah tanah yang menggunakan penyangga dalam proses penambangannya. Secara umum ciri-ciri *Supported Stope Methode* antara lain:

- 1) Cocok untuk endapan bijih serta batuan induk yang lunak.
- 2) Cara penambangannya secara sistematis.

Supported Stope Methode dibedakan menjadi:

- 1) **Shrink and Fill Stopping**
- 2) **Cut and Fill Stopping**
- 3) **Square Set Stopping**
- 4) **Stull Stopping**

c. *Caving Method*

- 1) ***Top slicing***
- 2) ***Sub Level Caving***

8. Penyanggaan Dalam Tambang

Penyangga dalam tambang bawah tanah dibedakan menjadi dua, antara lain:

a. Penyangga Alamiah

Penyangga alamiah adalah penyangga yang menggunakan material yang berada atau dihasilkan dari proses penambangan itu sendiri. Penyangga alamiah dibagi menjadi:

- 1) Endapan bijih yang ditinggalkan atau tidak ditambang.
- 2) Endapan bijih kadar rendah. Setelah dinilai tidak ekonomis, endapan bijih ini ditinggalkan sebagai penyangga.
- 3) *Waste* (batuan samping), atau mineral lain yang tidak ditambang.

b. Penyangga Buatan (*Artificial Support*)

Artificial support adalah penyangga buatan yang dimasukkan ke dalam tambang bawah tanah, agar tidak runtuh. Bahan penyangga buatan ini disebut juga *Material Filling*, dapat berupa *tailing*, pasir, tanah, semen, baja, kayu, maupun baut batuan.

Cara pemasangan penyangga dibedakan menjadi:

- 1) *Raise set* merupakan cara pemasangan penyangga dari bawah ke atas.
- 2) *Lead set* merupakan cara pemasangan penyangga maju, searah dengan penambangan endapan bijih.
- 3) *Corner set* merupakan cara pemasangan penyangga ke arah samping atau juga menyudut.

9. Istilah-istilah dalam penambangan bawah tanah

- a. *Vein* atau urat batuan adalah intrusi batuan lain ke dalam batuan induk. Intrusi terjadi melalui rekahan-rekahan batuan induk, dan lebih keras daripada batuan induk.
- b. Endapan bijih dalam sebuah cebakan relatif berbeda kadarnya pada masing-masing bagiannya.
- c. *Drift* adalah lubang bukaan yang menghubungkan antar level secara vertical.
- d. *Dilution* adalah batuan yang tidak bisa tidak ikut tertambang bersama bijih dan mengurangi kadar bijih.
- e. *Raise* adalah lubang bukaan horizontal yang berfungsi sebagai jalan keluar-masuk pekerja dan juga mengeluarkan endapan bijih.
- f. *Level* adalah lubang bukaan yang bertingkat-tingkat.
- g. *Waste* adalah sisa-sisa penggalian pada tambang bawah tanah yang tidak bermanfaat yang diperoleh pada saat underground development (persiapan penambangan bawah tanah).
- h. Barren rock adalah batuan yang tidak mengandung logam atau bagian dari bijih yang mempunyai kadar bijih sangat kecil.
- i. Mining recovery adalah perbandingan antara bijih yang dapat ditambang dengan bijih yang ada didalam perhitungan eksplorasi, yang dinyatakan dalam persen.
- j. Losses adalah kehilangan bijih pada penambangan bawah tanah karena keterbatasan atau kendala inherent pada metode yang diterapkan.
- k. Permissible explosive adalah bahan peledak yang menghasilkan gas-gas tidak beracun, dan dikhususkan pemakaiannya pada tambang bawah tanah.

- l. Smoke adalah gas-gas yang tidak beracun sebagai hasil reaksi kimia bahan peledak yang meledak, terdiri dari gas-gas H₂O, CO₂, dan N₂ bebas.
- m. Fumes adalah gas-gas yang beracun sebagai hasil reaksi kimia bahan peledak yang meledak, terdiri dari gas-gas CO dan NO_x.

10. Prospek Masa Depan Tambang Bawah Tanah

Kecenderungan umum di masa yang akan datang, sistem tambang bawah tanah akan menjadi pilihan utama eksploitasi mineral dan energi (Hartman, 1987). Hal ini karena beberapa hal:

- a. Semakin berkurangnya deposit (cebakan) berkadar tinggi pada atau dekat permukaan untuk ditambang. Dengan kata lain bertambahnya kedalaman deposit akan menyulitkan bila ditambang dengan sistem tambang terbuka karena setiap tambang terbuka dibatasi oleh besaran *Stripping Ratio*.
- b. Berkurangnya mobilitas peralatan mekanik pada tambang terbuka apabila penambangan semakin dalam
- c. Pengetatan dan pembatasan mengenai masalah-masalah lingkungan, dimana tambang terbuka akan memberikan dampak lingkungan yang lebih besar dibandingkan tambang bawah tanah.
- d. Mengembangkan teknologi baru dalam peralatan tambang bawah tanah, khususnya dalam hal teknik penggalian dan peralatan penambangan yang kontinyu, serta sistem konstruksi penyangga dan perkuatan yang semakin baik.

11. Tambang Bawah Tanah Di Indonesia

- a. PT. Freeport Indonesia di Tembagapura, Papua, bijih tembaga dan emas, metode *block caving*.
- b. PT. Tambang Batubara Bukit Asam di Ombilin, Sumatera Barat, metode Longwall Mining, dan room and pillar (tetapi sekarang sudah ditinggalkan).
- c. PT. Aneka Tambang di Gunung Pongkor Bogor, bijih emas epithermal, metode *cut and fill* dan *shrinkage stoping*.

- d. PT. Aneka Tambang di Cikidang, bijih emas epithermal, metode *underhand stull stoping*.
- e. PT. Kitadin, batubara, metode *longwall*.
- f. Tambang emas rakyat di Tasikmalaya, metode *coyoting* (lubang tikus)

12. Daftar Beberapa Tambang Terdalam Di Dunia

- a. TauTona dan Savuka, tambang emas di Afrika Selatan yang merupakan tambang terdalam di dunia dengan kedalaman lebih dari 3.700 m.
- b. Xstrata Kidd Mine, tambang tembaga dan seng di Canada merupakan tambang terdalam di Amerika Utara dengan kedalaman 2.682 m.
- c. Mount Isa, tambang tembaga, dan seng di Australia dengan kedalaman 1.800m.

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengamati: Coba anda pahami tentang tahapan utama dalam metode tambang bawah tanah, syarat-syarat penerapan tambang bawah tanah, ruang lingkup tambang bawah tanah, keunggulan dan kelemahan tambang bawah tanah, jalan masuk tambang bawah tanah, metode tambang bawah tanah serta istilah-istilah pada tambang bawah tanah.

Menanya: Pada fase menanya ini, dipersilahkan anda inventarisir dan koleksikan disebanyak-banyaknya pertanyaan mengenai tambang bawah tanah, untuk nantinya dapat anda dokumentasikan juga jawabannya yang anda peroleh dari berbagai sumber yang dapat diyakini kebenarannya, terkait dengan tambang bawah tanah.

Situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri.

Mengeksplorasi: Dalam pembelajaran ini, anda diwajibkan untuk menggali, dan mengeksplor hal-hal penting terkait dengan :

1. Tahapan utama dalam metode tambang bawah tanah
2. Syarat-syarat penerapan tambang bawah tanah

3. Ruang lingkup tambang bawah tanah
4. Keunggulan dan kelemahan tambang bawah tanah
5. Jalan masuk tambang bawah tanah
6. Metode tambang bawah tanah
7. Istilah-istilah pada tambang bawah tanah

Mengasosiasi: Anda diharuskan juga untuk mengasosiasi atau menerjemahkan kedalam pikiran anda sendiri dan selanjutnya diwujudkan dalam bentuk tulisan atau gambaran yang terkait dengan tambang bawah tanah.

Mengkomunikasikan: Menyajikan hasil telaahan

Sebelum anda mengikuti test dari kegiatan belajar ini, anda juga diwajibkan untuk mengkomunikasikan hasil-hasil telaahan yang telah anda lakukan terutama terkait dengan:

1. Tahapan utama dalam metode tambang bawah tanah
2. Syarat-syarat penerapan tambang bawah tanah
3. Ruang lingkup tambang bawah tanah
4. Keunggulan dan kelemahan tambang bawah tanah
5. Jalan masuk tambang bawah tanah
6. Metode tambang bawah tanah
7. Istilah-istilah pada tambang bawah tanah

Mengkomunikasikan materi yang telah anda telaah tersebut, boleh dibuat dalam bentuk tulisan artikel atau makalah.

E. Latihan

1. Tambang bawah tanah adalah
- A. Suatu sistim penambangan mineral atau batubara dimana seluruh aktivitas penambangan yang berhubungan langsung dengan udara terbuka.
- B. Suatu sistim penambangan mineral atau batubara dimana seluruh aktivitas penambangan tidak berhubungan langsung dengan udara terbuka.
- C. Suatu sistem penambangan yang berada di bawah permukaan tanah

- D. Suatu sistim penambangan mineral atau batubara yang tidak berhubungan langsung dengan udara terbuka.
2. Tahap utama dalam metode tambang bawah tanah
 - A. Pengembangan dan produksi.
 - B. Pengembangan, penambangan dan produksi.
 - C. Pengembangan dan penambangan
 - D. Penambangan dan produksi
 3. Syarat-syarat penerapan tambang bawah tanah, kecuali
 - A. Karakteristik penyebaran deposit
 - B. Karakteristik geologi dan hidrologi
 - C. Karakteristik geoteknik
 - D. Faktor-faktor ekonomi
 4. Keunggulan tambang bawah tanah, kecuali
 - A. Tidak terpengaruh cuaca karena bekerja dibawah permukaan tanah
 - B. Kedalaman penggalian hampir tak terbatas karena terkait dengan SR
 - C. Dapat menambang deposit dengan model yang tidak beraturan
 - D. Bekas penggalian dapat ditimbun dengan tailing dan waste.
 5. Kelemahan tambang bawah tanah, kecuali
 - A. Perlu penerangan
 - B. Semakin dalam penggalian maka resiko ambrukan semakin kecil
 - C. Produksi relatif lebih kecil dibandingkan tambang terbuka
 - D. Mining recovery umumnya lebih kecil
 6. Jalan masuk tambang bawah tanah
 - A. *Ramp, Shaft, dan Adit*
 - B. *Ramp, Shaft Vertikal, dan Shaft Miring*
 - C. *Ramp, Shaft, Level dan Adit*
 - D. *Ramp, Shaft, Raise dan Adit*
 7. Metode tambang bawah tanah, kecuali
 - A. *Open Stope Methodes*
 - B. *Supported Stope Methodes*
 - C. *Coal Mining Methodes*
 - D. *Quarry Methodes*
 8. Penyangga dalam tambang bawah tanah
 - A. Penyangga alamiah

- B. Penyangga buatan
 - C. Penyangga alamiah dan penyangga buatan
 - D. Raise set, lead set, dan corner set
9. Dalam istilah tambang bawah tanah *Drift* adalah
- A. Lubang bukaan yang menghubungkan antar level secara vertical
 - B. Batuan yang tidak bisa tidak-ikut tertambang bersama bijih dan mengurangi kadar bijih
 - C. Lubang bukaan horizontal yang berfungsi sebagai jalan keluar-masuk pekerja dan juga mengeluarkan endapan bijih
 - D. Lubang bukaan yang bertingkat-tingkat.
10. Dalam istilah tambang bawah tanah *Raise* adalah
- A. Lubang bukaan yang menghubungkan antar level secara vertical
 - B. Lubang bukaan yang bertingkat-tingkat
 - C. Lubang bukaan horizontal yang berfungsi sebagai jalan keluar-masuk pekerja dan juga mengeluarkan endapan bijih
 - D. Lubang bukaan miring sesuai bentuk endapan bijih

F. Rangkuman

1. Pengertian Tambang Bawah Tanah

Pengertian tambang bawah tanah adalah suatu sistim penambangan mineral atau batubara dimana seluruh aktivitas penambangan tidak berhubungan langsung dengan udara terbuka.

2. Tahap Utama Dalam Metode Tambang Bawah Tanah

Ada dua tahap utama dalam metode tambang bawah tanah:

- a. Development (pengembangan).
- b. Production (produksi).

3. Keunggulan Dan Kelemahan Tambang Bawah Tanah Secara Umum

- a. Keunggulan tambang bawah tanah
 - 1) Tidak terpengaruh cuaca karena bekerja dibawah permukaan tanah.
 - 2) Kedalaman penggalian hampir tak terbatas karena tidak berkait dengan SR.

- 3) Secara umum beberapa metode tambang bawah tanah lebih ramah lingkungan (misal: cut and fill, shrinkage stoping, stope and pillar).
 - 4) Dapat menambang deposit dengan model yang tidak beraturan.
 - 5) Bekas penggalian dapat ditimbun dengan tailing dan waste.
- b. Kelemahan tambang bawah tanah
- 1) Perlu penerangan
 - 2) Semakin dalam penggalian maka resiko ambruk semakin besar
 - 3) Produksi relatif lebih kecil dibandingkan tambang terbuka
 - 4) Problem ventilasi, bahan peledak harus yang permissible explosive, debu, gas-gas beracun.
 - 5) Masalah safety dan kecelakaan kerja menjadi kendala
 - 6) Mining recovery umumnya lebih kecil
 - 7) Losses dan dilusi umumnya lebih susah dikontrol

4. Metode Tambang Bawah Tanah

Metode tambang bawah tanah terbagi menjadi:

- a. Open Stope Methodes
- b. Supported Stope Methodes
- c. Caving Methodes
- d. Coal Mining Methodes

5. Istilah-istilah dalam penambangan bawah tanah

- a. *Vein*
- b. Endapan
- c. *Drift*
- d. *Dillution*
- e. *Raise*
- f. *Level*
- g. *Waste*
- h. *Barren rock*
- i. *Mining recovery*
- j. *Losses*
- k. *Permissible explosive*

l. *Smoke*

m. *Fumes*

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandungkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan standart nilai di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran.

Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = cukup

≤ 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6

Pemetaan Topografi

Peralatan Pemetaan Topografi

A. Tujuan

Setelah melaksanakan seluruh kegiatan belajar yang ada dalam modul ini diharapkan anda:

1. Memahami alat yang digunakan pada Pemetaan Topografi.
2. Menjelaskan cara menggunakan alat Pemetaan Topografi.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diharapkan mampu:

1. Mengetahui alat yang digunakan pada Pemetaan Topografi.
2. Menguasai cara menggunakan alat Pemetaan Topografi.

C. Uraian Materi

Peralatan Pemetaan Topografi

1. Theodolite

a. Pengertian Umum

Theodolite adalah instrument/ alat yang dirancang untuk pengukuran sudut yaitu sudut mendatar yang dinamakan dengan sudut horizontal dan sudut tegak yang dinamakan dengan sudut vertical. Dimana sudut-sudut tersebut berperan dalam penentuan jarak mendatar dan jarak tegak diantara dua buah titik lapangan.

b. Konstruksi Theodolite

Secara umum bagian theodolite dibagi atas tiga bagian:

- 1) Bagian Bawah, terdiri dari pelat dasar dengan tiga sekrup penyetel yang menyanggah suatu tabung sumbu dan pelat mendatar berbentuk lingkaran. Pada tepi lingkaran ini dibuat pengunci limbis.
- 2) Bagian Tengah, terdiri dari suatu sumbu yang dimasukkan ke dalam tabung dan diletakkan pada bagian bawah. Sumbu ini

adalah sumbu tegak lurus kesatu. Di atas sumbu kesatu diletakkan lagi suatu plat yang berbentuk lingkaran yang berbentuk lingkaran yang mempunyai jari-jari plat pada bagian bawah. Pada dua tempat di tepi lingkaran dibuat alat pembaca nonius. Di atas plat nonius ini ditempatkan 2 kaki yang menjadi penyanggah sumbu mendatar atau sumbu kedua dan satu nivo tabung diletakkan untuk membuat sumbu kesatu tegak lurus.

Lingkaran dibuat dari kaca dengan garis-garis pembagian skala dan angka digoreskan di permukaannya. Garis-garis tersebut sangat tipis dan lebih jelas tajam bila dibandingkan hasil goresan pada logam. Lingkaran dibagi dalam derajat sexagesimal yaitu suatu lingkaran penuh dibagi dalam 360° atau dalam grades sentesimal yaitu satu lingkaran penuh dibagi dalam 400 g.

- 3) Bagian Atas, terdiri dari sumbu kedua yang diletakkan diatas kaki penyanggah sumbu kedua. Pada sumbu kedua diletakkan suatu teropong yang mempunyai diafragma dan dengan demikian mempunyai garis bidik. Pada sumbu ini pula diletakkan plat yang berbentuk lingkaran tegak sama seperti plat lingkaran mendatar.

c. Sistem Sumbu/Poros pada Theodolite

d. Syarat-syarat theodolite

Syarat-syarat utama yang harus dipenuhi alat theodolite sehingga siap dipergunakan untuk pengukuran yang benar adalah sbb:

- 1) Sumbu kesatu benar-benar tegak/ vertical.
- 2) Sumbu Kedua harus benar-benar mendatar.
- 3) Garis bidik harus tegak lurus sumbu kedua/ mendatar.
- 4) Tidak adanya salah indeks pada lingkaran kesatu.

e. Macam-macam theodolite

Dari konstruksi dan cara pengukuran, dikenal 3 macam theodolite :

1) Theodolite Reiteras

Pada theodolite reiterasi, plat lingkaran skala (horizontal) menjadi satu dengan plat lingkaran nonius dan tabung sumbu pada kap. Sehingga lingkaran mendatar bersifat tetap. Pada jenis ini terdapat sekrup pengunci plat nonius.

2) Theodolite Repetisi

Pada theodolite repetisi, plat lingkaran skala mendatar ditempatkan sedemikian rupa, sehingga plat ini dapat berputar sendiri dengan tabung poros sebagai sumbu putar.

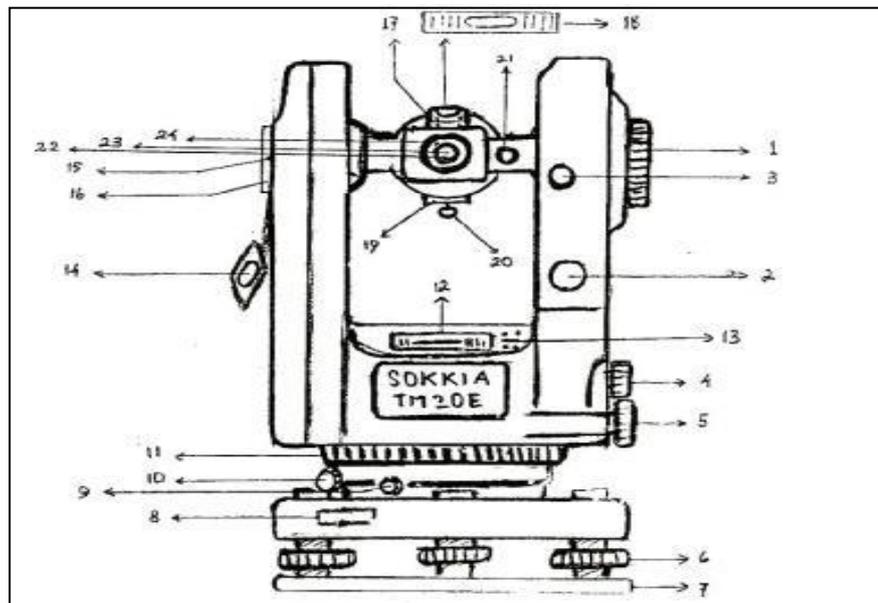
Pada jenis ini terdapat sekrup pengunci lingkaran mendatar dan sekrup nonius.

3) Theodolite Elektro Optis

Dari konstruksi mekanis sistem susunan lingkaran sudutnya antara theodolite optis dengan theodolite elektro optis sama. Akan tetapi mikroskop pada pembacaan skala lingkaran tidak menggunakan system lensa dan prisma lagi, melainkan menggunakan system sensor. Sensor ini bekerja sebagai elektro optis model (alat penerima gelombang elektromagnetis). Hasil pertama system analog dan kemudian harus ditransfer ke system angka digital. Proses penghitungan secara otomatis akan ditampilkan pada layar (LCD) dalam angka decimal.

f. Bagian-bagian dari Theodolite SOKKIA TM20E

1) Theodolite tampak belakang



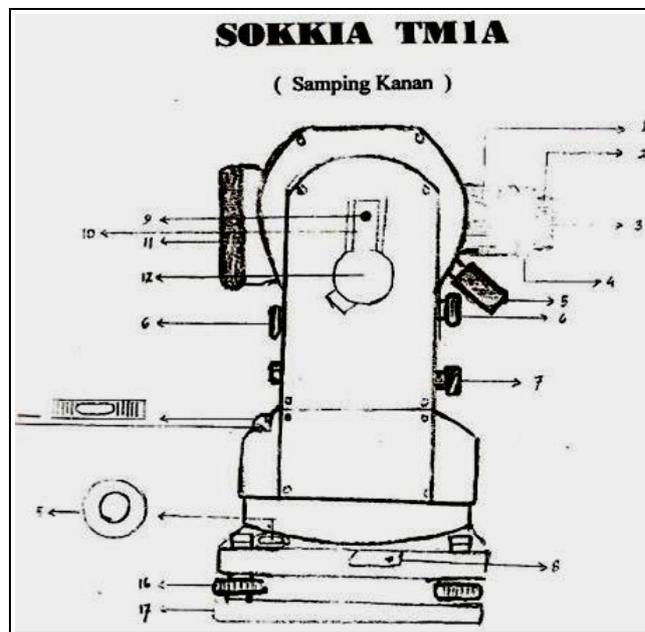
Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.1 Theodolite SOKKIA TM20E Tampak dari Belakang

Keterangan:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Tombol micrometer | 13. Sekrup koreksi Nivo tabung. |
| 2. Sekrup penggerak halus vertical | 14. Reflektor cahaya. |
| 3. Sekrup pengunci penggerak vertical | 15. Tanda ketinggian alat. |
| 4. Sekrup pengunci penggerak horizontal | 16. Slot penjepit. |
| 5. Sekrup penggerak halus horizontal | 17. Sekrup pengunci Nivo. |
| 6. Tabung Telescop. | 18. Nivo Tabung Telescop. |
| 7. Sekrup pendatar Nivo | 19. Pemantul cahaya penglihatan Nivo |
| 8. Plat dasar Pengunci limbus | 20. Visir Collimator. |
| 9. Sekrup pengunci nonius | 21. Lensa micrometer. |
| 10. Sekrup penggerak halus nonius | 22. Ring focus benang diafragma. |
| 11. Ring pengatur posisi horizontal | 23. Lensa okuler. |
| 12. Nivo tabung | 24. Ring focus okuler. |

2) Theodolite tampak samping kanan



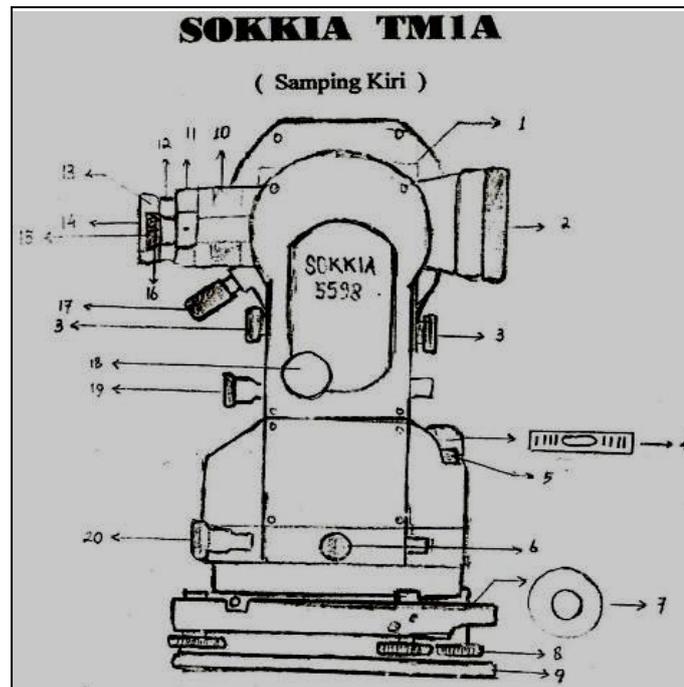
Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.2 Theodolite SOKKIA TM20E Tampak Samping Kanan

Keterangan:

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Ring focus objektif | 10. Slot Penjepit |
| 2. Ring bantalan lensa okuler | 11. Pengunci limbus |
| 3. Lensa okuler | 12. Reflektor cahaya |
| 4. Penutup Koreksi reticle | 13. Nivo tabung |
| 5. Sekrup pengunci penggerak vertical | 14. Sekrup koreksi Nivo tabung |
| 6. Sekrup Pengatur bacaan horizontal dan vertical | 15. Nivo kotak |
| 7. Sekrup penggerak halus vertikal | 16. Sekrup pendatar Nivo |
| 8. Pengunci limbus | 17. Plat dasar |
| 9. Tanda ketinggian alat | |

3) Theodolite tampak samping kiri



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.3 Theodolite SOKKIA TM20E Tampak Samping Kiri

Keterangan:

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Ring focus objektif | 10. Slot Penjepit |
| 2. Ring bantalan lensa okuler | 11. Pengunci limbus |
| 3. Lensa okuler | 12. Reflektor cahaya |
| 4. Penutup Koreksi reticle | 13. Nivo tabung |
| 5. Sekrup pengunci penggerak vertical | 14. Sekrup koreksi Nivo tabung |
| 6. Sekrup Pengatur bacaan Horizontal dan vertical | 15. Nivo kotak |
| 7. Sekrup penggerak halus vertikal | 16. Sekrup pendatar Nivo |
| 8. Pengunci limbus | 17. Plat dasar |
| 9. Tanda ketinggian alat | |

2. Waterpass

a. Pengertian Waterpass

Waterpass (penyipat datar) adalah suatu alat ukur tanah yang dipergunakan untuk mengukur beda tinggi antara titik-titik saling berdekatan. Beda tinggi tersebut ditentukan dengan garis-garis visir (sumbu teropong) horizontal yang ditunjukkan ke rambu-rambu ukur yang vertical.

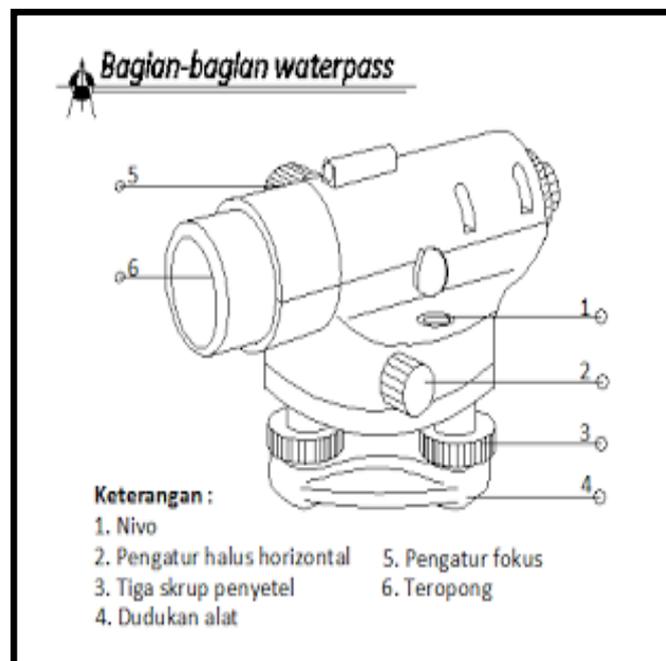
Sedangkan pengukuran yang menggunakan alat ini disebut dengan *Levelling* atau *Waterpassing*. Pekerjaan ini dilakukan dalam rangka

penentuan tinggi suatu titik yang akan ditentukan ketinggiannya berdasarkan suatu system referensi atau bidang acuan.

b. Fungsi Utama

1. Memperoleh pandangan mendatar atau mendapat garis bidikan yang sama tinggi, sehingga titik- titik yang tepat garis bidikan/ bidik memiliki ketinggian yang sama.
2. Dengan pandangan mendatar ini dan diketahui jarak dari garis bidik yang dapat dinyatakan sebagai ketinggian garis bidik terhadap titik-titik tertentu, maka akan diketahui atau ditentukan beda tinggi atau ketinggian dari titik- titik tersebut.

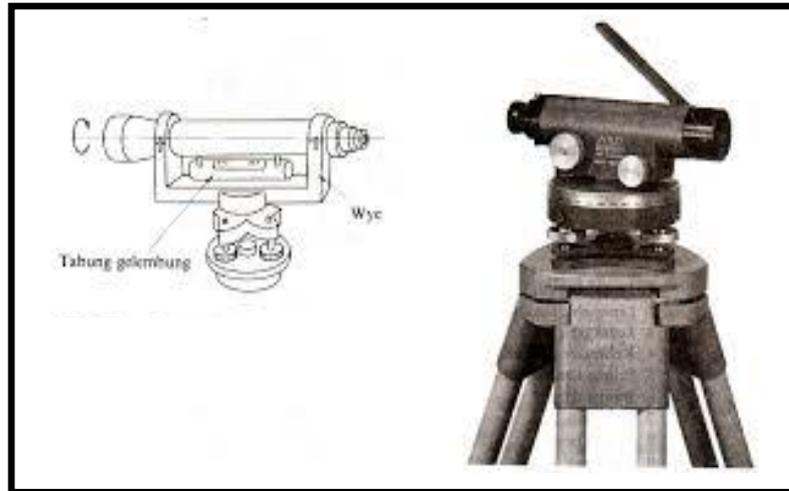
c. Bagian-bagian waterpass dan fungsinya.



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.4 Bagian-bagian Waterpass

Bagian-bagian utama dari alat ukur waterpas NK1/NK2 dan fungsinya sebagai beriku:



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.5 Bagian-bagian utama Waterpass

1. Teropong, berfungsi sebagai alat pembidik.
2. Visir, berfungsi sebagai alat pengarah bidikan secara kasar sebelum dibidik dilakukan melalui teropong atau lubang tempat membidik.
3. Lubang tempat membidik.
4. Nivo kotak, digunakan sebagai penunjuk Sumbu Satu dalam keadaan tegak atau tidak. Bila nivo berada ditengah berarti Sumbu Satu dalam keadaan tegak.
5. Nivo tabung adalah penunjuk apakah garis bidik sejajar garis nivo atau tidak. Bila gelembung nivo berada di tengah atau nivo U membentuk huruf U, berarti garis bidik sudah sejajar garis nivo.
6. Pemokus diafragma, berfungsi untuk memperjelas keadaan benang diafragma.
7. Skrup pemokus bidikan, berfungsi untuk mengatur agar sasaran yang dibidik dari teropong terlihat dengan jelas.
8. Tiga skrup pendatar, berfungsi untuk mengatur gelembung nivo kotak.
9. Skrup pengatur nivo U, berfungsi untuk mengatur nivo U membentuk huruf U.

10. Skrup pengatur gerakan halus horizontal, berfungsi untuk menepatkan bidikan benang difragma tegak tepat disasaran yang dibidik.
11. Sumbu tegak atau sumbu satu (tidak nampak), berfungsi agar teropong dapat diputar kea rah horizontal.
12. Lingkaran horizontal berskala yang berada di badan alat berfungsi sebagai alat bacaan sudut horizontal.
13. Lubang tempat membaca sudut horizontal.
14. Pemokus bacaan sudut, berfungsi untuk memperjelas skala bacaan sudut

d. Prinsip Kerja Alat

Yaitu garis bidik kesemua arah harus mendatar, sehingga membentuk bidang datar atau horizontal dimana titik-titik pada bidang tersebut akan menunjukkan ketinggian yang sama.

3. Tripod/ Statif/Kaki tiga

a. Pengertian Tripod

Tripod adalah alat teleskopi yang mempunyai kaki yang dapat diubah-ubah panjangnya.

b. Kegunaan Tripod

Tripod digunakan untuk menunjang teodolit dan sebagai landasan teodolit.

4. Kompas Geologi

a. Pengertian

Kompas merupakan alat navigasi penunjuk arah sesuai dengan magnetik bumi secara akurat.

b. Kegunaan

Kompas geologi memiliki banyak kegunaan, diantaranya digunakan untuk mengukur kedudukan suatu unsur struktur geologi, mengukur strike/dip dari kemiringan lapisan batuan, dan tentunya sebagai penunjuk arah.

5. **Pita/tali Ukur**

a. Kegunaan

Pita atau tali ukur biasanya digunakan untuk mengukur panjang lintasan atau ketebalan suatu lapisan. Pita ini biasanya berbentuk roll agar mudah dibawa.

6. **GPS**

a. Pengertian

Global Positioning System atau yang biasa disebut GPS adalah suatu sistem untuk menentukan kordinat letak di permukaan bumi dengan bantuan dari satelit. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan gelombang mikro ke bumi, lalu diterima oleh GPS yang ada dibumi.

b. Kegunaan

GPS digunakan untuk menentukan koordinat posisi, kecepatan, arah dan waktu saat survey. GPS juga berguna untuk mengetahui medan lokasi agar kita tidak tersesat.

7. **Rambu ukur**

Rambu ukur terbuat dari campuran alumunium yang diberi skala pembacaan, ukuran lebarnya 4 cm, panjang antara 3m-5m pembacaan dilengkapi dengan angka dari meter, desimeter, sentimeter, dan milimeter. Umumnya dicat warna merah, putih, hitam, kuning.

8. **Yalon**

yalon terbuat dari baja dengan panjang 2m dan diberi warna merah putih, biasanya digunakan untuk penandaan titik yang dapat dilihat dari kejauhan.

9. **Unting-unting**

Unting unting atau sering juga disebut dengan bandul, adalah salah satu alat tukang yang biasanya dipergunakan untuk mengukur ketegakan suatu benda atau bidang. Alat ini cukup sederhana dimana terbuat dari bahan besi dengan permukaan berwarna besi putih, kuningan dan juga

besi biasa, bentuknya biasanya berbentuk prisma dengan ujung lainnya dibuatkan penempatan benang kait. Namun dapat juga dijumpai dalam berbagai bentuk lainnya dimana salah satu ujungnya tetap dibuat runcing.

10. **Pen Ukur**

Pen ukur digunakan sebagai pengganti patok pada saat pengukuran, penggunaan pen ukur sebagai tanda titik pengukuran hanya bersifat sementara dan dicabut setelah pekerjaan selesai.

11. **Buku Catatan dan Alat Tulis**

Buku dan alat tulis ini digunakan untuk mencatat semua hasil dari survey yang dilakukan. Mulai dari hasil data ukur, sketsa, deskripsi, letak singkapan dan lain-lain yang perlu dicatat.

12. **Kamera**

Kamera digunakan untuk mempublikasikan hasil kegiatan lapangan yang dilakukan, mulai dari lokasi kegiatan, singkapan-singkapan.

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengamati: Mengamati peralatan pemetaan topografi.

Menanya: Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri.

Mengeksplorasi: Dalam pembelajaran ini, anda diwajibkan untuk menggali, dan mengeksplor hal-hal penting terkait dengan peralatan pemetaan topografi.

Mengasosiasi: Mengkatagorikan dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan peralatan pemetaan topografi.

Mengkomunikasikan: Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang peralatan pemetaan topografi.

E. Latihan

1. Theodolite adalah

 - A. Instrument/ alat yang dirancang untuk pengukuran sudut horizontal
 - B. Instrument/ alat yang dirancang untuk pengukuran sudut vertical.
 - C. Instrument/ alat yang dirancang untuk pengukuran sudut horizontal dan sudut vertical.
 - D. Instrument/ alat yang dirancang untuk pengukuran sudut horizontal, miring dan sudut vertical.

2. Secara umum bagian theodolite terdiri dari

 - A. Bagian bawah dan bagian atas
 - B. Bagian bawah, bagian tengah dan bagian atas
 - C. Bagian bawah, bagian tengah dan bagian puncak
 - D. Bagian bawah dan bagian puncak

3. Syarat-syarat utama yang harus dipenuhi alat theodolite sehingga siap dipergunakan untuk pengukuran yang benar, kecuali

 - A. Sumbu kesatu benar-benar tegak/ vertical
 - B. Sumbu Kedua harus benar-benar mendatar
 - C. Garis bidik harus sama lurus sumbu kedua/ mendatar
 - D. Tidak adanya salah indeks pada lingkaran kesatu

4. Waterpass (penyipat datar) adalah

 - A. Suatu alat ukur tanah yang dipergunakan untuk mengukur beda tinggi antara titik-titik saling berdekatan
 - B. Suatu alat ukur tanah yang dipergunakan untuk mengukur beda tinggi antara titik-titik saling berjauhan
 - C. Suatu alat ukur tanah yang dipergunakan untuk mengukur beda tinggi
 - D. Suatu alat ukur tanah yang dipergunakan untuk mengukur titik-titik saling berdekatan

5. Prinsip kerja alat penyipat datar, kecuali

 - A. Garis bidik kesemua arah harus mendatar
 - B. Membentuk bidang datar atau horizontal
 - C. Membentuk bidang horizontal dan vertikal
 - D. Titik-titik pada bidang tersebut akan menunjukkan ketinggian yang sama

6. Kompas merupakan alat navigasi penunjuk arah sesuai dengan.....
 - A. Magnetik bumi secara teoritis
 - B. Magnetik bumi secara akurat
 - C. Magnetik bumi secara teoritis dan akurat
 - D. Magnetik bumi secara keseluruhan
7. Kompas geologi memiliki banyak kegunaan, kecuali
 - A. Digunakan untuk mengukur kedudukan suatu unsur struktur geologi
 - B. Mengukur strike/dip dari kemiringan lapisan batuan
 - C. Mengukur ketebalan lapisan batuan
 - D. Sebagai penunjuk arah.
8. Pita atau tali ukur biasanya digunakan untuk
 - A. Mengukur panjang lintasan atau ketebalan suatu lapisan
 - B. Mengukur panjang lintasan atau kemiringan suatu lapisan
 - C. Mengukur panjang lintasan atau arah suatu lapisan
 - D. Mengukur panjang lintasan atau keberadaan suatu lapisan
9. *Global Positioning System* atau yang biasa disebut GPS adalah
 - A. Suatu sistem untuk menentukan kordinat letak di permukaan bumi
 - B. Suatu sistem untuk menentukan kordinat letak di permukaan bumi dengan bantuan dari satelit
 - C. Suatu sistem untuk menentukan kordinat letak di permukaan satelit bumi
 - D. Suatu sistem untuk menentukan kordinat letak di permukaan bumi dengan bantuan dari angkasa
10. GPS digunakan untuk, kecuali
 - A. Menentukan koordinat posisi
 - B. Menentukan arah dan kecepatan angin
 - C. Menentukan arah dan waktu saat survey
 - D. Mengetahui medan lokasi agar kita tidak tersesat.

F. Rangkuman

Peralatan pemetaan topografi

1. Digital theodolite
2. Waterpass
3. Tripod

4. Kompas Geologi
5. Pita/tali ukur
6. Gps
7. Rambu ukur
8. Unting-unting
9. Buku catatan dan alat tulis
10. Kamera

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandingkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan standart nilai di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran. Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = cukup

≤ 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

Penggunaan Alat Pemetaan Topografi

A. Tujuan

1. Menjelaskan cara penggunaan alat pemetaan topografi
2. Menjelaskan syarat-syarat penggunaan alat pemetaan topografi
3. Mengoperasikan peralatan yang digunakan untuk pemetaan topografi.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menggunakan alat pemetaan topografi
2. Mengetahui syarat-syarat penggunaan alat pemetaan topografi
3. Mengoperasikan peralatan yang digunakan untuk pemetaan topografi.

C. Uraian Materi

Penggunaan Alat Pemetaan Topografi

1. Sipat Datar/dumpy Level

Menurut Harmailis (2002), Dumpy level adalah alat penyipat datar. Dalam pengukuran tanah Dumpy level dipasang di atas kaki tiga (tripod) dan pandangan dilakukan melalui teropong, dalam hal ini memindahkan ketitik lainnya.



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.6 Alat Sipat Datar

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Lensa akuler | 6. Nivo |
| 2. Lensa obyektif | 7. Sekrup pengatur nivo |
| 3. Sekrup penggerak diafragma | 8. Plat alas pesawat |
| 4. Sekrup penggerak halus horizontal | 9. Plat piringan horizontal |
| 5. Cermin penglihat nivo | |

a. Cara Memasang Pesawat.

- 1) Dirikan statip tiap kaki harus cukup lebar dibuka minimal 60 derajat. Usahakan piringan kepala tripod harus datar dan jangan lupa Tancapkan ujung statip dengan kaki ke dalam tanah supaya kuat dan kokoh.



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.7 Piringan Kondisi Datar

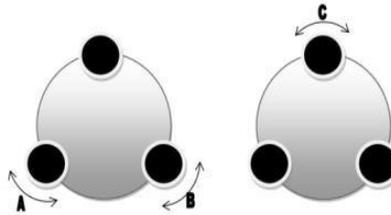
- 2) Ambil pesawat dari dalam case/tempat pesawat. Letakkan pesawat diatas piringan kepala tripod dan kunci dengan sekrup pengunci tripod.



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.8 Pemasangan Pesawat

- 3) Sejajarkan teropong pesawat dengan dua buah sekrup pengatur nivo (a dan b)



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.9 Sekrup Pengatur

- 4) Putar dua sekrup ini (a dan b) secara bersama-sama menurut arah ibu jari, kalau keluar, keluar semua, kalau kedalam, kedalam semua sehingga gelembung nivo seimbang dan ditengah-tengah.



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.10 Pengaturan Nivo

- 5) Putar sekrup c supaya gelembung nivo benar-benar kedudukannya tepat ditengah-tengah



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.11 Gelembung Nivo

- 6) Arahkan teropong ke rambu ukur dan nivo di cek kembali. Bila gelembung nivo belum di tengah-tengah maka penyetelan nivo diulangi lagi seperti di atas.
- 7) Bila gelembung nivo belum di tengah-tengah maka penyetelan nivo diulangi lagi seperti di atas.
- 8) Stel cincin okuler sehingga benang silang terlihat jelas (tidak parallax).
- 9) Stel cincin pengatur diafragma sehingga target/rambu kelihatan jelas.



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.12 Membidik Rambu Ukur

- 10) Tepatkan kedudukan benang silang yang tegak dengan sumbu rambu dengan bantuan sekrup penggerak halus horizontal.

- 11) Baca dan catat ketinggian benang atas (Ba), benang tengah (Bt), serta benang bawah (Bb).
- 12) Kontrol bacaan dengan rumus: $(Ba + Bb)/2 = Bt$
- 13) Dengan langkah kerja yang sama, bidikkan teropong ke target-target yang lain yang diperlukan.

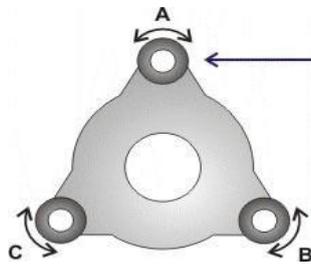
b. Syarat-syarat pemakaian alat waterpass

- 1) Syarat dimanis: sumbu I vertikal
- 2) Syarat statis:
 - a) Garis mendatar diafragma tegak lurus sumbu I
 - b) Garis arah nivo tegak lurus sumbu I
 - c) Garis bidik teropong sejajar dengan garis arah nivo

2. Theodolit

a. Penyetelan Alat:

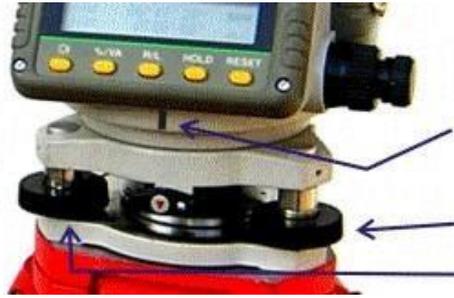
- 1) Dirikan statif sesuai dengan prosedur yang ditentukan.
 - a) Pasang pesawat diatas kepala statif dengan mengikatkan landasan pesawat dan sekrup pengunci di kepala statif.
 - b) Pasang theodolite diatas *tripod base plate* dengan pola salah satu sekrup berada didepan sedangkan dua lainnya dibelakang



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.13 Sekrup Pengatur

- c) Atur garis centre theodolite, sehingga simetris diantara dua sekrup B dan C untuk memudahkan penyetelan novo Tabung



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.14. Tanda Simetris

- d) Putarlah sekrup A,B secara bersama-sama hingga gelembung nivo bergeser kearah gari sekrup C.



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.15 Nivo Tabung

- e) Putarlah sekrup c ke kiri atau ke kanan hingga gelembung nivo bergeser ketengah.



Sumber : Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi

Gambar 6.16 Nivo Kotak

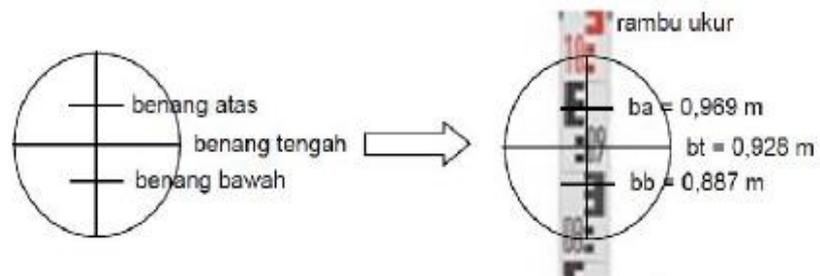
- f) Setel nivo tabung dengan sekrup penyetel nivo tabung. Bila penyetelan nivo tabung menggunakan tiga sekrup penyetel (A,B,C), maka caranya adalah:

- 1) Putar teropong dan sejajarkan dengan dua sekrup A,B
- 2) Putarlah sekrup A, B masuk atau keluar secara bersama-sama, hingga gelembung nivo bergeser ke tengah
- 3) Putarlah teropong 90° ke arah garis sekrup C
- 4) Putar sekrup C ke kiri atau ke kanan hingga gelembung nivo bergeser ketengah.
- 5) Periksalah kembali kedudukan gelembung nivo kotak dan nivo tabung dengan cara memutar teropong ke segala arah.

b. Cara Membaca Bak Ukur

Pada rambu ukur akan terlihat huruf E dan beberapa kotak kecil yang berwarna merah dan hitam. Setiap huruf E mempunyai jarak 5 cm dan setiap kotak kecil panjangnya 1cm.

bacaan benang (atas, tengah, dan bawah) adalah bacaan garis bidik atas, tengah dan bawah yang diperoleh melalui pengukuran teodolit yang diarahkan ke rambu ukur



Perhitungan Jarak

- 1) Jika memakai sudut vertikal (Zenith):
 $Do = (BA-BB) \times 100 \times \sin V$, jarak optis
 $Do = (BA-BB) \times 100 \times \sin^2 V$, jarak datar
- 2) Jika memakai sudut vertikal (Elevasi)
 $Do = (BA-BB) \times 100 \times \cos V$, jarak optis
 $Do = (BA-BB) \times 100 \times \cos^2 V$, jarak datar

3) Perhitungan Beda Tinggi (ΔH)

Jika memakai sudut vertikal (zenith): $\Delta h = ta + dh - BT \tan V$

Jika memakai sudut vertikal (elevasi): $\Delta h = ta + (dh \times \tan V) - BT$

4) Perhitungan Ketinggian

TP1 adalah ketinggian di titik pesawat

$$TP_x = TP_1 + \Delta h$$

c. Syarat sebelum mengukur sudut

1) Sumbu tegak (sumbu-I) harus benar-benar tegak.

Bila sumbu tegak miring maka lingkaran skala mendatar tidak lagi mendatar. Hal ini berarti sudut yang diukur bukan merupakan sudut mendatar. Gelembung nivo yang terdapat pada lingkaran skala mendatar ditengah dan gelembung nivo akan tetap berada ditengah meskipun theodolit diputar mengelilingi sumbu tegak. Bila pada saat theodolit diputar mendatar dan gelembung nivo berubah posisi tidak ditengah lagi, maka berarti sumbu-I tidak vertical, ini disebabkan oleh kesalahan sistim sumbu yang tidak benar, atau dapat juga disebabkan oleh posisi nivo yang tidak benar.

2) Sumbu mendatar (sumbu-II) harus benar-benar mendatar

Garis bidik harus tegak lurus sumbu mendatar, Untuk memenuhi syarat kedua dan ketiga lakukan langkah-langkah sebagai berikut: Gantungkan unting-unting pada dinding. Benang diusahakan agar tergantung bebas (tidak menyentuh dinding atau lantai) Setelah sumbu tegak diatur sehingga benar benar tegak garis bidik diarahkan ke bagian atas benang. Kunci skrup pengunci sumbu tegak dan lingkaran skala mendatar. Gerakkan garis bidik perlahan-lahan ke bawah.

Bila sumbu mendatar tegak lurus dengan sumbu tegak dan garis bidik tegak lurus dengan sumbu mendatar maka garis bidik akan bergerak sepanjang benang unting-unting (tidak menyimpang dari bidikan benang).

3) Tidak ada salah indeks pada skala lingkaran tegak.

Setelah syarat pertama, kedua dan ketiga dipenuhi maka arahkan garis bidik ketitik yang agak jauh. Ketengahkan gelembung nivo lingkaran skala tegak. Baca lingkaran skala tegak, missal didapat bacaan sudut zenith z. Putar teropong 180° kemudian dikembalikan garis bidik ke titik yang sama. Periksa gelembung

nivo lingkaran skala tegak, ketengahkan bila belum terletak di tengah Baca lingkaran skala tegak, missal z' . Bila bacaan $z' = 360-z$, maka salah indeks adalah 0.

Apabila keempat syarat tidak terpenuhi maka diadakan pengaturan. Untuk mendapatkan sudut horizontal yang benar maka syarat pertama, kedua dan ketiga harus benar-benar dipenuhi, sedangkan syarat keempat dipenuhi untuk mendapatkan sudut vertikal yang benar.

d. Mengatur Sumbu Tegak

- 1) Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mengatur sumbu tegak adalah sebagai berikut: Usahakan agar nivo lingkaran mendatar sejajar dengan arah 2 skrup kaki tribrach.
- 2) Tengahkan posisi gelembung nivo dengan cara memutar kedua skrup kaki tribrach secara bersamaan dengan arah yang berlawanan.
- 3) Setelah keadaan gelembung nivo berada di tengah maka putar theodolit 90° , tengahkan posisi gelembung nivo dengan hanya memutar skrup kaki tribrach yang ketiga. Kemudian kembalikan ke kedudukan semula (sejajar skrup kaki tribrach 1 dan 2).

Tengahkan kembali posisi nivo apabila gelembung nivo belum berada ditengah. Kemudian putar theodolit 180° , sehingga nivo berputar mengelilingi sumbu tegak dalam kedudukan nivo yang sejajar dengan skrup kaki kiap 1 dan 2. Bila garis arah nivo tegak lurus dengan sumbu tegak, maka gelembung nivo akan tetap berada di tengah.

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengamati: Mengamati penggunaan peralatan pemetaan topografi.

Menanya: Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri.

Mengeksplorasi: Dalam pembelajaran ini, anda diwajibkan untuk menggali, dan mengeksplor hal-hal penting terkait dengan penggunaan peralatan pemetaan topografi.

Mengasosiasi: Mengkatagorikan dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan penggunaan peralatan pemetaan topografi.

Mengkomunikasikan: Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang penggunaan peralatan pemetaan topografi.

E. Latihan

1. Dumpy level adalah alat
 - A. Penyipat datar
 - B. Mengukur beda tinggi
 - C. Mengukur jarak
 - D. Mengukur beda tinggi dan jarak
2. Gambar di bawah ini menjelaskan



- A. Posisi nivo
 - B. Posisi kedudukan alat
 - C. Cara pengaturan nivo
 - D. Posisi nivo pada alat
3. Syarat pemakaian alat waterpass
- A. Syarat dinamis
 - B. Syarat statis
 - C. Syarat dinamis dan statis
 - D. Syarat teknis, dinamis dan statis
4. Syarat statis pada pemakaian alat waterpass, kecuali
- A. Sumbu I vertikal

- B. Garis mendatar diafragma tegak lurus sumbu I
 - C. Garis arah nivo tegak lurus sumbu I
 - D. Garis bidik teropong sejajar dengan garis arah nivo
5. Pada rambu ukur akan terlihat huruf E dan beberapa kotak kecil yang berwarna
 - A. Merah dan putih
 - B. Merah dan hitam
 - C. Merah dan kuning
 - D. Merah dan hijau
 6. Setiap huruf E mempunyai
 - A. Jarak 5 cm dan setiap kotak kecil panjangnya 0,5 cm
 - B. Jarak 5 cm dan setiap kotak kecil panjangnya 1 cm
 - C. Jarak 5 cm dan setiap kotak kecil panjangnya 1,5 cm
 - D. Jarak 5 cm dan setiap kotak kecil panjangnya 2 cm
 7. Cara perhitungan jarak jika memakai sudut vertikal (Zenith)
 - A. $Do = (BA-BB) \times 100 \times \sin V$, jarak optis
 - B. $Do = (BA-BB) \times 100 \times \sin^2 V$, jarak optis
 - C. $Do = (BA-BB) \times 100 \times \cos V$, jarak optis
 - D. $Do = (BA-BB) \times 100 \times \cos^2 V$, jarak optis
 8. Cara perhitungan jarak jika Jika memakai sudut vertikal (Elevasi)
 - A. $Do = (BA-BB) \times 100 \times \sin V$, jarak datar
 - B. $Do = (BA-BB) \times 100 \times \sin^2 V$, jarak datar
 - C. $Do = (BA-BB) \times 100 \times \cos V$, jarak datar
 - D. $Do = (BA-BB) \times 100 \times \cos^2 V$, jarak datar
 9. Syarat sebelum mengukur sudut, kecuali
 - A. Sumbu tegak (sumbu-I) harus benar-benar tegak
 - B. Sumbu mendatar (sumbu-II) harus benar-benar mendatar
 - C. Tidak ada salah indeks pada skala lingkaran mendatar
 - D. Tidak ada salah indeks pada skala lingkaran tegak
 10. Langkah pertama yang harus dilakukan untuk mengatur sumbu tegak
 - A. Usahakan agar nivo lingkaran mendatar sejajar dengan arah 2 skrup kaki tribrach
 - B. Sejajarkan skrup kaki tribrach 1 dan 2

- C. Tengahkan posisi gelembung nivo dengan hanya memutar skrup kaki tribrach yang ketiga
- D. Kembalikan ke kedudukan semula

F. Rangkuman

Penggunaan alat pemetaan topografi pada intinya sama, akan tetapi memiliki cara yang berbeda.

1. Penggunaan alat pemetaan topografi
 - a. Sipat datar/dumpy level
 - 1) Pasang pesawat
 - 2) Atur nivo
 - 3) Cari arah utara dengan kompas
 - 4) Bidik kearah utara
 - 5) Bidik rambu ukur
 - 6) Catat hasil pengukuran
 - 7) Pindahkan alat ke titik selanjutnya.
 - b. Theodolit
 - a. Penyetelan alat
 - b. Atur nivo
 - c. Atur sumbu tegak
 - d. Baca bak ukur
 - e. Catat hasil pengukuran
 - f. Arahkan teropong ke titik selanjutnya.
2. Syarat-syarat sebelum pengukuran
 - a. Syarat-syarat pemakaian alat waterpass
 - 1) Syarat dimanis: sumbu I vertikal
 - 2) Syarat statis:
 - a) Garis mendatar diafragma tegak lurus sumbu I
 - b) Garis arah nivo tegak lurus sumbu I
 - c) Garis bidik teropong sejajar dengan garis arah nivo
 - b. Syarat sebelum mengukur Theodolit
 - 1) Sumbu tegak (sumbu-I) harus benar- benar tegak.
 - 2) Sumbu mendatar (sumbu-II) harus benar-benar mendatar.
 - 3) Tidak ada salah indeks pada skala lingkaran tegak.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandingkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran.

Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = cukup

≤ 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 7

Geoteknik

Konsep Mekanika Tanah Dalam Geotek

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan anda mampu:

1. Menjelaskan definisi mekanika tanah
2. Menjelaskan mekanika tanah dalam geoteknik

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menguasai teori tentang definisi mekanika tanah.
2. Menguasai teori mengenai penerapan mekanika tanah dalam geoteknik.

C. Uraian Materi

Mekanika tanah adalah bagian dari geoteknik yang merupakan salah satu cabang dari ilmu Teknik Sipil, dalam Bahasa Inggris mekanika tanah berarti *soil mechanics* atau *soil engineering* dan Bodenmechanik dalam Bahasa Jerman.

Karl von Terzaghi pada tahun 1925 dalam bukunya “Erdbaumechanik auf boden physikalischer Grundlage” (Mekanika tanah berdasar pada sifat-sifat dasar fisik tanah), yang membahas prinsip-prinsip dasar dari ilmu mekanika tanah modern, dan menjadi dasar studi-studi lanjutan, sehingga Terzaghi disebut sebagai “Bapak Mekanika Tanah”.

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*), butiran yang relatif lemah disebut karbonat, zat organik, atau oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Proses pelapukan batuan atau proses geologi ataupun yang lainnya yang terjadi didekat permukaan bumi membentuk tanah dapat juga bersifat fisik maupun kimia.

Umumnya pelapukan terjadi akibat proses kimia yang dapat dipengarungi oleh oksigen, karbondioksida, dan air (terutama yang mengandung asam dan alkali). Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya maka tanah ini disebut tanah residual (*residual soil*) dan apabila tanah berpindah tempatnya disebut tanah terangkut (*transported soil*).

Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus, sebagai contoh lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif (*granular*). Ukuran partikel dapat bervariasi dari > 100 mm sampai dengan < 0,001mm.

Dalam geoteknik data mekanika tanah yang di perlukan adalah:

1. Bobot isi tanah atau batuan (γ)
2. Kohesi (c)
3. Sudut geser dalam (φ)
4. Kadar air tanah (ω)

Data mekanika tanah yang diambil sebaiknya dari sampel tanah yang tidak terganggu (*Undisturb soil*). Kadar air tanah (ω) diperlukan terutama dalam perhitungan yang menggunakan komputer (terutama bila memerlukan data γ_{dry} atau bobot satuan isi tanah kering, yaitu: $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$).

1. Bobot Isi Tanah Atau Batuan

Nilai bobot isi tanah atau batuan akan menentukan besarnya beban yang diterima pada permukaan bidang longsor, dinyatakan dalam satuan berat per volume. Bobot isi batuan juga dipengaruhi oleh jumlah kandungan air dalam batuan tersebut. Semakin besar bobot isi pada suatu lereng tambang maka gaya geser penyebab kelongsoran akan semakin besar. Bobot isi diketahui dari pengujian laboratorium. Nilai bobot isi batuan untuk analisa kestabilan lereng terdiri dari 3 parameter yaitu nilai bobot isi batuan pada kondisi asli, kondisi kering dan bobot isi pada kondisi basah.

2. Kohesi

Kohesi adalah gaya tarik menarik antara partikel dalam batuan, dinyatakan dalam satuan berat per satuan luas. Kohesi batuan akan semakin besar jika kekuatan gesernya makin besar. Nilai kohesi (c)

diperoleh dari pengujian laboratorium yaitu pengujian kuat geser langsung (*direct shear strength test*) dan pengujian triaxial (*triaxial test*).

3. Sudut Geser Dalam

Sudut geser dalam merupakan sudut yang dibentuk dari hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser di dalam material tanah atau batuan. Sudut geser dalam adalah sudut rekahan yang dibentuk jika suatu material dikenai tegangan atau gaya terhadapnya yang melebihi tegangan gesernya. Semakin besar sudut geser dalam suatu material maka material tersebut akan lebih tahan menerima tegangan luar yang dikenakan terhadapnya.

Untuk mengetahui nilai kohesi dan sudut geser dalam, dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$\tau = \sigma \tan \varphi + C$$

Keterangan:

τ = Tegangan Geser

σ = Tegangan Normal

φ = Sudut Geser Dalam

C = Kohesi

Untuk nilai φ dan C bisa dicari dengan triaxial atau uji geser langsung

Prinsip pengujian *direct shear strength test* atau juga dikenal dengan *shear box test* adalah menggeser langsung contoh tanah atau batuan di bawah kondisi beban normal tertentu. Pergeseran diberikan terhadap bidang pecahnya, sementara untuk tanah dapat dilakukan pergeseran secara langsung pada conto tanah tersebut. Beban normal yang diberikan diupayakan mendekati kondisi sebenarnya di lapangan.

4. Kadar Air tanah (ω)

Kadar air (ω), adalah perbandingan antara berat air (W_w), dengan berat butiran padat (W_s) dalam tanah tersebut, dinyatakan dalam persen.

$$\omega (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengamati: Mengamati teori mekanika tanah dalam geoteknik.

Menanya: Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri.

Mengeksplorasi: Dalam pembelajaran ini, anda diwajibkan untuk menggali, dan mengeksplor hal-hal penting terkait dengan mekanika tanah dalam geoteknik.

Mengasosiasi: Mengkatagorikan dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan konsep mekanika tanah dalam geoteknik.

Mengkomunikasikan: Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang konsep mekanika tanah dalam geoteknik.

E. Latihan

1. Mekanika tanah dalam bahasa Inggris berarti
 - A. *Soil mechanics*
 - B. *Rock mechanics*
 - C. Bodenmechanik
 - D. *Rock engineering*
2. Proses pelapukan batuan atau proses geologi ataupun yang lainnya yang terjadi didekat permukaan bumi membentuk tanah dapat juga bersifat
 - A. Fisik
 - B. Kimia
 - C. Biologi
 - D. Fisik maupun kimia
3. *Residual soil* terjadi Jika
 - A. Hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya
 - B. Hasil pelapukan berada di tempat asal usulnya
 - C. Hasil pelapukan berpindah tempat dari tempat asalnya
 - D. Hasil pelapukan berada diluar tempat asalnya

4. Lempung adalah jenis tanah yang bersifat
 - A. Kohesif
 - B. Plastis
 - C. Kohesif dan Plastis
 - D. Granular
5. Dalam perhitungan geoteknik, simbol bobot isi tanah atau batuan
 - A. (γ)
 - B. (c)
 - C. (φ)
 - D. (ω)
6. Nilai bobot isi batuan untuk analisa kestabilan lereng terdiri dari 3 parameter, kecuali
 - A. Nilai bobot isi batuan pada kondisi asli
 - B. Kondisi kering
 - C. Bobot isi pada kondisi basah
 - D. Bobot isi pada kondisi kering
7. Kohesi adalah gaya tarik menarik antara partikel dalam batuan, dinyatakan dalam satuan
 - A. Berat per satuan luas
 - B. Berat per volume
 - C. Berat
 - D. Luas
8. Sudut geser dalam merupakan sudut yang dibentuk dari hubungan antara
 - A. Tegangan normal dan tegangan tarik di dalam material tanah atau batuan
 - B. Tegangan normal dan tegangan geser di dalam material tanah atau batuan
 - C. Tegangan tarik dan tegangan geser di dalam material tanah atau batuan
 - D. Tegangan normal dan tegangan uniaxial di dalam material tanah atau batuan

9. Untuk mengetahui nilai kohesi dan sudut geser dalam, digunakan persamaan
- A. $\tau = \sigma \tan \alpha + C$
 - B. $\tau = \sigma \tan \varphi + C$
 - C. $\tau = \sigma \tan \beta + C$
 - D. $\tau = \sigma \tan \theta + C$
10. Kadar air adalah
- A. Perbandingan antara berat air dengan berat butiran padat dalam tanah
 - B. Perbandingan antara berat air dengan berat butiran padat dalam tanah tersebut dalam persen
 - C. Perbandingan antara berat air dengan berat butiran padat dalam tanah tersebut dalam satuan berat
 - D. Perbandingan antara berat air dengan berat butiran padat dalam tanah tersebut dalam satuan volume

F. Rangkuman

Mekanika tanah adalah bagian dari geoteknik yang merupakan salah satu cabang dari ilmu Teknik Sipil.

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*). Proses pelapukan batuan atau proses geologi ataupun yang lainnya yang terjadi didekat permukaan bumi membentuk tanah secara fisik maupun kimia.

Dalam geoteknik data mekanika tanah yang di perlukan adalah:

1. Bobot isi tanah atau batuan (γ)
2. Kohesi (c)
3. Sudut geser dalam (φ)
4. Kadar air tanah (ω)

Untuk mengetahui nilai kohesi dan sudut geser dalam, dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\tau = \sigma \tan \varphi + C$$

Keterangan:

τ = Tegangan Geser

σ = Tegangan Normal

φ = Sudut Geser Dalam

C = Kohesi

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandingkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan standart nilai di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran.

Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = cukup

$\leq 69\%$ = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

Faktor Keamanan (FK) Lereng Minimum

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan anda mampu:

1. Menjelaskan definisi Faktor Keamanan (FK) Lereng
2. Mendeskripsikan Faktor Keamanan Minimum

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menguasai teori tentang definisi Faktor Keamanan (FK) Lereng.
2. Menguasai teori mengenai faktor-faktor keamanan minimum.

C. Uraian Materi

Faktor Keamanan (FK) Lereng Minimum

Kelongsoran suatu lereng penambangan umumnya terjadi melalui suatu bidang tertentu yang disebut dengan bidang gelincir (*slip surface*). Kestabilan lereng tergantung pada gaya penggerak dan gaya penahan yang bekerja pada bidang gelincir tersebut. Gaya penahan (*Resisting Force*) adalah gaya yang menahan agar tidak terjadi kelongsoran, sedangkan gaya penggerak (*Driving Force*) adalah gaya yang menyebabkan terjadinya kelongsoran. Perbandingan antara gaya-gaya penahan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah inilah yang disebut dengan faktor keamanan (FK) lereng penambangan.

Keterangan :

$FK > 1,0$: Lereng dalam kondisi stabil.

$FK < 1,0$: Lereng tidak stabil.

$FK = 1,0$: Lereng dalam kondisi kritis.

Mengingat banyaknya faktor yang mempengaruhi tingkat kestabilan lereng penambangan maka hasil analisa dengan $FK = 1.00$ belum dapat menjamin bahwa lereng tersebut dalam keadaan stabil. Hal ini disebabkan karena ada beberapa faktor yang perlu diperhitungkan dalam analisa faktor keamanan lereng penambangan, seperti kekurangan dalam pengujian conto di laboratorium serta conto batuan yang diambil belum mewakili keadaan sebenarnya di lapangan, tinggi muka air tanah pada lereng tersebut, getaran akibat kegiatan peledakan di lokasi penambangan, beban alat mekanis yang beroperasi.

Dengan demikian, diperlukan suatu nilai faktor keamanan minimum dengan suatu nilai tertentu yang disarankan sebagai batas faktor keamanan terendah yang masih aman sehingga lereng dapat dinyatakan stabil atau tidak. Faktor keamanan minimum yang digunakan adalah $FK \geq 1.25$, sesuai prosedur dari *Joseph E. Bowles* (2000), dengan ketentuan:

$FK \geq 1,25$: Lereng dalam kondisi Aman.

$FK < 1,07$: Lereng dalam kondisi Tidak Aman.

$FK > 1,07 ; < 1,25$: Lereng dalam kondisi kritis.

Untuk mencari nilai FK yang diperlukan hanya nilai:

- $C, \phi, \beta, h, \gamma_{sat}, \gamma$
- Getaran (faktor luar)

Ada beberapa hal yang mempengaruhi faktor keamanan lereng yaitu:

1. Faktor Kestabilan Lereng

Dalam menentukan kestabilan atau kemantapan lereng dikenal istilah faktor keamanan (*safety factor*) yang merupakan perbandingan antara gaya-gaya yang menahan gerakan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah tersebut. Gaya-gaya tersebut dianggap stabil, bila dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Faktor kermanan (F)} = \text{gaya penahan} / \text{gaya penggerak}$$

Dimana untuk keadaan :

$F > 1,0$: lereng dalam keadaan mantap

$F = 1,0$: lereng dalam keadaan seimbang, dan siap untuk longsor

$F < 1,0$: lereng tidak mantap

Jadi dalam menganalisis kemantapan lereng akan selalu berkaitan dengan perhitungan untuk mengetahui angka faktor keamanan dari lereng tersebut.

Data yang diperlukan dalam suatu perhitungan sederhana untuk mencari nilai FK (*Faktor keamanan lereng*) adalah sebagai berikut:

- a. Data lereng atau geometri lereng (terutama diperlukan untuk membuat penampang lereng). Meliputi: sudut Kemiringan lereng, tinggi lereng dan lebar jalan angkut atau berm pada lereng tersebut.
- b. Data mekanika tanah
- c. Faktor Luar
 - 1) Getaran akibat kegiatan peledakan,
 - 2) Beban alat mekanis yang beroperasi, dll.

2. Struktur geologi

Keadaan struktur geologi yang harus diperhatikan pada analisa kestabilan lereng penambangan adalah bidang-bidang lemah dalam hal ini bidang ketidakselarasan (*discontinuity*).

Ada dua macam bidang ketidakselarasan yaitu :

- a. *Mayor discontinuity*, seperti kekar dan patahan.
- b. *Minor discontinuity*, seperti kekar dan bidang-bidang perlapisan.

Struktur geologi ini merupakan hal yang penting didalam analisa kemantapan lereng karena struktur geologi merupakan bidang lemah di dalam suatu masa batuan dan dapat menurunkan atau memperkecil kestabilan lereng.

3. Geometri lereng

Geometri lereng yang dapat mempengaruhi kestabilan lereng meliputi tinggi lereng, kemiringan lereng dan lebar berm (b), baik itu lereng tunggal (*Single slope*) maupun lereng keseluruhan (*overall slope*). Suatu lereng disebut lereng tunggal (*Single slope*) jika dibentuk oleh satu jenjang saja dan disebut keseluruhan (*overall slope*) jika dibentuk oleh beberapa jenjang.

Lereng yang terlalu tinggi akan cenderung untuk lebih mudah longsor dibanding dengan lereng yang tidak terlalu tinggi dan dengan jenis batuan penyusun yang sama atau homogen. Demikian pula dengan sudut lereng, semakin besar sudut kemiringan lereng, maka lereng tersebut akan semakin tidak stabil. Sedangkan semakin besar lebar berm maka lereng tersebut akan semakin stabil.

4. Tinggi muka air tanah

Muka air tanah yang dangkal menjadikan lereng sebagian besar basah dan batuan mempunyai kandungan air yang tinggi, kondisi ini menjadikan kekuatan batuan menjadi rendah dan batuan juga akan menerima tambahan beban air yang dikandung, sehingga menjadikan lereng lebih mudah longsor.

5. Iklim

Iklim berpengaruh terhadap kestabilan lereng karena iklim mempengaruhi perubahan temperatur. Temperatur yang cepat sekali berubah dalam waktu yang singkat akan mempercepat proses pelapukan batuan. Untuk daerah tropis pelapukan lebih cepat dibandingkan dengan daerah dingin, oleh karena itu singkapan batuan

pada lereng di daerah tropis akan lebih cepat lapuk dan ini akan mengakibatkan lereng mudah tererosi dan terjadi kelongsoran.

6. Gaya luar

Gaya luar yang mempengaruhi kestabilan lereng penambangan adalah beban alat mekanis yang beroperasi di atas lereng, getaran yang diakibatkan oleh kegiatan peledakan, dll.

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengamati: Mengamati teori Faktor Keamanan (FK) Lereng Minimum.

Menanya: Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri.

Mengeksplorasi: Dalam pembelajaran ini, anda diwajibkan untuk menggali, dan mengeksplor hal-hal penting terkait dengan Faktor Keamanan (FK) Lereng Minimum.

Mengasosiasi: Mengkatagorikan dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan konsep Faktor Keamanan (FK) Lereng Minimum.

Mengkomunikasikan: Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang Faktor Keamanan (FK) Lereng Minimum.

E. Latihan

1. *Slip Surface* adalah
 - A. Bidang penahan longsor pada suatu lereng penambangan
 - B. Bidang longsor pada suatu lereng penambangan
 - C. Bidang penahan pada suatu lereng penambangan
 - D. Bidang gelincir pada suatu lereng penambangan
2. Kestabilan lereng tergantung pada
 - A. Gaya penggerak yang bekerja pada bidang gelincir tersebut
 - B. Gaya penahan yang bekerja pada bidang gelincir tersebut
 - C. Gaya penggerak dan gaya penahan yang bekerja pada bidang gelincir tersebut

- D. Gaya penggerak dan gaya normal yang bekerja pada bidang gelincir tersebut
3. *Resisting Force* adalah
- A. Gaya yang menahan agar tidak terjadi kelongsoran
 - B. Gaya yang menyebabkan terjadinya kelongsoran
 - C. Gaya dalam yang bekerja agar tidak terjadi kelongsoran
 - D. Gaya luar yang bekerja agar tidak terjadi kelongsoran
4. Faktor Keamanan (FK) = 1, artinya
- A. Lereng dalam kondisi stabil
 - B. Lereng dalam keadaan aman
 - C. Lereng tidak stabil
 - D. Lereng dalam kondisi kritis
5. Menurut *Joseph E. Bowles* lereng dinyatakan dalam kondisi aman apabila
- A. $FK \geq 1.25$
 - B. $FK < 1.07$
 - C. $FK > 1.07$
 - D. $FK < 1.25$
6. Beberapa hal yang mempengaruhi faktor keamanan lereng, kecuali
- A. Faktor kestabilan lereng
 - B. Struktur geologi
 - C. Geometri lereng
 - D. Gaya dalam
7. Keadaan struktur geologi yang harus diperhatikan pada analisa kestabilan lereng penambangan adalah
- A. Geometri lereng
 - B. Bidang-bidang ketidakselarasan
 - C. Bidang-bidang selaras
 - D. Faktor kestabilan lereng
8. Suatu lereng disebut *overall slope* jika ...
- A. Lereng dibentuk oleh satu jenjang
 - B. Lereng dibentuk oleh beberapa jenjang
 - C. Lereng dibentuk tidak terlalu tinggi
 - D. Lereng dibentuk terlalu tinggi

9. Semakin besar lebar berm, maka lereng tersebut akan semakin
 - A. Stabil
 - B. Kurang stabil
 - C. Tidak stabil
 - D. Semua pernyataan benar
10. Iklim berpengaruh terhadap kestabilan lereng karena iklim
 - A. Mempengaruhi perubahan temperatur
 - B. Mempercepat proses pelapukan batuan
 - C. Singkapan batuan pada lereng di daerah tropis akan lebih cepat lapuk
 - D. Semua pernyataan benar

F. Rangkuman

Perbandingan antara gaya-gaya penahan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah disebut dengan Faktor keamanan (FK) lereng penambangan.

Dimana :

$FK > 1,0$: Lereng dalam kondisi stabil.

$FK < 1,0$: Lereng tidak stabil.

$FK = 1,0$: Lereng dalam kondisi kritis.

Mengingat banyaknya faktor yang mempengaruhi tingkat kestabilan lereng penambangan maka hasil analisa dengan $FK = 1.00$ belum dapat menjamin bahwa lereng tersebut dalam keadaan stabil.

Faktor keamanan minimum yang digunakan adalah $FK \geq 1.25$, sesuai prosedur dari *Joseph E. Bowles* (2000), dengan ketentuan :

$FK \geq 1,25$: Lereng dalam kondisi Aman.

$FK < 1,07$: Lereng dalam kondisi Tidak Aman.

$FK > 1,07 ; < 1,25$: Lereng dalam kondisi kritis.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandingkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban. hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan standart nilai di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pembelajaran. Klasifikasi tingkat penguasaan sebagai berikut:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = cukup

≤ 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan ke pembelajaran berikutnya. Tetapi bila kurang dari 80%, maka Anda harus mengulangi pembelajaran tersebut, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KUNCI JAWABAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN I

Rancangan Pembelajaran

- | | |
|------|-------|
| 1. D | 6. A |
| 2. C | 7. C |
| 3. B | 8. C |
| 4. A | 9. C |
| 5. C | 10. B |

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

- | | |
|------|-------|
| 1. B | 6. A |
| 2. C | 7. C |
| 3. C | 8. B |
| 4. D | 9. A |
| 5. B | 10. A |

KEGIATAN PEMBELAJARAN II

Proses Pelapukan Batuan

- | | |
|------|-------|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. D |
| 3. A | 8. B |
| 4. C | 9. C |
| 5. B | 10. A |

Bentang Alam

- | | | |
|------|-------|-------|
| 1. B | 6. B | 11. B |
| 2. A | 7. D | 12. B |
| 3. C | 8. D | 13. C |
| 4. C | 9. B | 14. C |
| 5. B | 10. B | 15. D |

KEGIATAN PEMBELAJARAN III

Simbol Keselamatan dan Kesehatan Kerja

- | | |
|------|-------|
| 1. A | 6. C |
| 2. D | 7. A |
| 3. D | 8. B |
| 4. A | 9. A |
| 5. B | 10. C |

Peralatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

- | | |
|------|-------|
| 1. C | 6. B |
| 2. A | 7. C |
| 3. B | 8. D |
| 4. A | 9. A |
| 5. D | 10. C |

KEGIATAN PEMBELAJARAN IV

Merumuskan *Core Recovery*

- | | |
|------|-------|
| 1. B | 6. A |
| 2. C | 7. A |
| 3. C | 8. B |
| 4. A | 9. C |
| 5. D | 10. D |

Metode Sampling

- | | |
|------|-------|
| 1. D | 6. A |
| 2. B | 7. B |
| 3. A | 8. C |
| 4. C | 9. A |
| 5. A | 10. B |

KEGIATAN PEMBELAJARAN V

Tambang Terbuka

- | | |
|------|-------|
| 1. A | 6. C |
| 2. B | 7. B |
| 3. C | 8. B |
| 4. D | 9. A |
| 5. B | 10. C |

Tambang Bawah Tanah

- | | |
|------|-------|
| 1. B | 6. A |
| 2. A | 7. D |
| 3. D | 8. C |
| 4. B | 9. A |
| 5. B | 10. C |

KEGIATAN PEMBELAJARAN VI

Peralatan Pemetaan Topografi

- | | |
|------|-------|
| 1. C | 6. B |
| 2. B | 7. C |
| 3. C | 8. A |
| 4. A | 9. B |
| 5. C | 10. B |

Penggunaan Alat Pemetaan Topografi

- | | |
|------|-------|
| 1. A | 6. B |
| 2. C | 7. A |
| 3. C | 8. D |
| 4. A | 9. C |
| 5. B | 10. A |

KEGIATAN PEMBELAJARAN VII

Konsep Mekanika Tanah dalam Geoteknik

- | | |
|------|-------|
| 1. A | 6. D |
| 2. D | 7. A |
| 3. A | 8. B |
| 4. C | 9. B |
| 5. A | 10. B |

Faktor Keamanan (FK) Lereng Minimum

- | | |
|------|-------|
| 1. B | 6. D |
| 2. C | 7. B |
| 3. A | 8. B |
| 4. D | 9. A |
| 5. A | 10. D |

DAFTAR PUSTAKA

- _____. **Efficient Core Recovery**. Jakarta: Atlas copco manual books
- A.E. Annels and S.C. Dominy. December 2003. **Core Recovery And Quality: Important Factors In Mineral Resource Estimation. Journal. Volume 112**
- Andi wahyudi. 2015. **Limbah B3 Pertambangan**. Diakses tanggal 23 Desember 2015. <https://abunajmu.wordpress.com>.
- Deddy Misdarpon dan Muhammad Fatori. 2013. **Keselamatan Kerja dan kesehatan lingkungan 2**. Jakarta: Departemen Pendidikan dan kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah kejuruan
- Fuller JA. 1975. **Selection of Stripping Equipment**, Mining Congress Journal.
- Hebie Ilma Azim. 2015. **Kumpulan Rambu dan Simbol K3**. Diakses tanggal 23 Desember 2015. <http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.co.id>
- _____. 2015. **Lambang (Logo/Symbol) K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) beserta arti dan maknanya**. Diakses tanggal 23 Desember 2015. <http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.co.id>.
- Kusnoto. 1986. **Metoda Tambang Bawah Tanah**. Bandung: LPPM ITB.
- Lewis, R.S. 1964. **Elements of Mining**, New York: John Wiley and Sons Book Co., Inc.
- Melnikov dan Chesnokov, 1960. **Safety in Open Cast Mining**. Moskow: Foreign Languages Publishing House.
- Muhamad Khotib. 2015. **Desain Sistem Instructional Model Dick-Carey**. Diakses tanggal 23 Desember 2015. <https://kuliahemka.wordpress.com>.
- Partanto Prodjosumarto. 1973. **Beberapa Bentuk Quarry**. Bandung: Majalah Yudha Bumi, Edisi Dies Natalis XVIII Himpunan Mahasiswa Tambang-ITB.
- Partanto Prodjosumarto, dkk. 1999. **Diktat Kuliah Tambang Bawah Tanah**. Bandung: Jurusan T. Pertambangan ITB.
- Rijal Abdullah. 2009. **Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pertambangan Batubara Bawah Tanah**. Padang: UNP Press.
- Syahrul Munir. 2015. **Model-pembelajaran dick and carey**. Diakses tanggal 23 Desember 2015. <http://smoeland.blogspot.com>.

- Syamsul Bahri. 2014. **Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi**. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Syukri Sahab, 1997. **Teknik Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja**. Jakarta: Bina Sumber Daya Manusia.
- Tarwaka, 2008. **Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja**. Surakarta: Harapan Press.
- Wibowo. 2007. **Manajemen Kinerja**, edisi ketiga. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Yoszi Mingsih Anapetra. 2014. **Eksplorasi dan teknik penambangan**. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

GLOSARIUM

Alluvial Mine: tambang terbuka yang diterapkan untuk menambang endapan-endapan alluvial.

Alternate wetting and drying: pengaruh penyerapan dan pengeringan dengan cepat.

Block Faulting ridges: bentuk bentangalam yang terdiri dari bukit-bukit yang dibatasi oleh bidang-bidang patahan.

Barren rock: batuan yang tidak mengandung logam atau bagian dari bijih yang mempunyai kadar bijih sangat kecil.

Bulk sampling: metode sampling dengan cara mengambil material dalam jumlah (volume) yang besar.

Caldera Landforms: bentangalam yang terbentuk sebagai hasil erupsi gunungapi tipe explosive yang mengakibatkan bagian kepundannya runtuh sehingga membentuk bentuk kawah yang sangat luas.

Caving method: metode ambrukan.

Channel sampling: metode pengambilan contoh dengan membuat alur (channel) sepanjang permukaan yang memperlihatkan jejak bijih.

Chip sampling: metode sampling dengan cara mengumpulkan pecahan batuan (rock chip) yang dipecahkan melalui suatu jalur.

Clearing: pembongkaran tumbuh-tumbuhan dan tanah pucuk.

Core: silinder volumetrik material yang dibuat oleh pemboran kemajuan berongga yang berputar dan berpusat pada mata bor berlian dengan formasi in-situ.

Core Recover: perolehan conto inti dari pemboran.

Core recovery: pengukuran yang didefinisikan sebagai jumlah total linear sampel core yang diekstrak atas kemajuan linier total dalam lubang bor dan dinyatakan sebagai persentase.

Crater Landforms: bentang alam gunungapi yang berupa lubang tempat keluarnya material gunungapi ketika terjadi erupsi.

Cut and Fill Stoping: metode penambangan dengan cara memotong batuan untuk membuat stope dalam level.

Dilution: batuan yang ikut tertambang bersama bijih dan mengurangi kadar bijih.

Drift: lubang bukaan yang menghubungkan antar level secara vertical.

Driving force: gaya yang menyebabkan terjadinya kelongsoran.

Dumping: pembuangan dan pengaturan tumpukan hasil buangan sesuai desain.

Erratic high assay: kesalahan akibat kekeliruan dalam penentuan posisi (lokasi) sampling karena tidak memperhatikan kondisi geologi.

Escarpment: bentang alam yang berbentuk bukit dimana salah satu lerengnya merupakan bidang sesar.

Folding Mountain: bentuk bentangalam yang tersusun oleh batuan sedimen yang terlipat membentuk struktur antiklin dan sinklin.

Frost action and hydro-fracturing: pembekuan air dalam batuan.

Fumes: gas-gas yang beracun sebagai hasil reaksi kimia bahan peledak yang meledak, terdiri dari gas-gas CO dan NO_x.

Global Positioning System: suatu sistem untuk menentukan kordinat letak di permukaan bumi dengan bantuan dari satelit.

Grab sampling: teknik sampling dengan cara mengambil bagian (fragmen) yang berukuran besar dari suatu material.

Graben: bentang alam yang berbentuk depresi dipisahkan dengan morfologi lainnya oleh bidang patahan.

Glory Hole Methode: sistem penambangan dengan cara bebas membuat lubang bukaan, dikarenakan baik batuan induk maupun endapan bijih relatif kuat.

Hogbag: bentangalam yang berbentuk bukit yang memanjang searah dengan jurus perlapisan batuan dan mempunyai kemiringan lapisan yang lebih besar 45°.

Hosrt: bentangalam yang berbentuk bukit.

Hauling: pengangkutan menuju ke tempat pembuangan.

Insolation weathering: akibat pemanasan dan pendinginan permukaan karena pengaruh matahari.

Intrusive landforms: bentangalam berbentuk bukit terisolir yang tersusun oleh batuan beku dan genesanya dikontrol oleh aktivitas magma.

Kohesi: gaya tarik menarik antara partikel dalam batuan, dinyatakan dalam satuan berat per satuan luas.

Landforms of Coastal Processes: suatu wilayah yang berada pada batas antara daratan dan lautan dan merupakan tempat pertemuan antara energi dinamis yang berasal dari daratan dan lautan.

Lava Plug Landforms: bentangalam yang berbentuk pipa atau bantal berupa lava yang membeku pada lubang kepundan.

Level: lubang bukaan yang bertingkat-tingkat.

Loading: pemuatan hasil bongkaran ke dalam alat angkut.

Losses: kehilangan bijih pada penambangan bawah tanah karena keterbatasan atau kendala inheren pada metode yang diterapkan.

Mesa: bentang alam yang berbentuk dataran dan proses kejadiannya dikontrol oleh struktur pelapisan mendatar dengan elevasi yang lebih tinggi dari sekitarnya.

Mining recovery: perbandingan antara bijih yang dapat ditambang dengan bijih yang ada didalam perhitungan eksplorasi, yang dinyatakan dalam persen.

Monoclinial ridges: bentangalam yang berbentuk bukit, tersusun dari batuan sedimendengan arah kemiringan yang seragam.

Open cast: bentuk penambangan untuk endapan bijih yang terletak pada lereng bukit.

Open cut stripping: kegiatan penambangan permukaan di mana lapisan batubara hampir sejajar dengan permukaan tanah dan terletak dekat dengan "surface" (permukaan tanah).

Open pit mining: metoda penambangan yang dipakai untuk menggali mineral deposit yang ada pada suatu batuan yang berada atau dekat dengan permukaan.

Open Stope Methodes: sistem tambang bawah tanah dengan ciri-ciri sedikit memakai penyangga, atau hampir tidak ada.

Parasitic Cone Landforms: bentangalam yang berbentuk kerucut yang keberadaannya menumpang pada badan dari induk gunungapi dan sering juga disebut sebagai anak gunungapi.

Permissible explosive: bahan peledak yang menghasilkan gas-gas tidak beracun, dan dikhususkan pemakaiannya pada tambang bawah tanah.

Pressure Ridge: bentang alam yang berbentuk bukit dan terjadi sebagai akibat gaya yang bekerja pada suatu sesar mendatar.

Quarry: cara penambangan terbuka yang dilakukan untuk menggali endapan-endapan bahan galian industri atau mineral industri.

Raise: lubang bukaan horizontal yang berfungsi sebagai jalan keluar-masuk pekerja dan juga mengeluarkan endapan bijih.

Resisting force: gaya penahan agar tidak terjadi kelongsoran.

River-dominated delta: delta yang terbentuk oleh pengaruh sungai.

Salt weathering: pertumbuhan kristal pada batuan.

Salting: peningkatan kadar pada conto yang diambil sebagai akibat masuknya material lain dengan kadar tinggi ke dalam sampel.

Sampel: satu bagian yang representatif atau satu bagian dari keseluruhan yang bisa menggambarkan berbagai karakteristik.

Shear box test: menggeser langsung contoh tanah atau batuan di bawah kondisi beban normal tertentu.

Shrink and fill stoping: metode penambangan dengan cara membuat level-level, dimana level-level tersebut merupakan endapan bijih yang ditambang.

Side hill type: bentuk penambangan untuk batuan atau bahan galian industri yang terletak di lereng-lereng bukit.

Slip Surface: kelongsoran suatu lereng penambangan yang umumnya terjadi melalui suatu bidang tertentu.

Smoke adalah gas-gas yang tidak beracun sebagai hasil reaksi kimia bahan peledak yang meledak, terdiri dari gas-gas H₂O, CO₂, dan N₂ bebas.

Stull Stopping: sistem penambangan yang memasang penyangga dari *footwall* ke *hanging wall*.

Stream Offset: bentang alam sungai yang arah alirannya berbelok secara tiba-tiba mengikuti arah bidang patahan.

Stress release: batuan yang muncul ke permukaan bumi melepaskan *stress* menghasilkan kekar atau retakan yang sejajar permukaan topografi.

Stripping ratio: besarnya volume dari *overburden* yang digali per unit ore yang diperoleh.

Strip Mine: cara penambangan terbuka yang dilakukan untuk endapan-endapan yang letaknya mendatar atau sedikit miring.

Sub Level Caving: suatu cara penambangan yang mirip top slicing tetapi penambangan dari sub level.

Sublevel Stopping: penambangan bawah tanah dengan cara membuat level-level, kemudian dibagi menjadi sublevel-sublevel.

Supported Stope Methode: metode penambangan bawah tanah yang menggunakan penyangga dalam proses penambangannya.

Square Set Stopping: sistem penambangan dengan cara membuat penyangga berbentuk ruang (tiga dimensi).

Tide-dominated deltas: delta yang terbentuk sebagai akibat perubahan pasang surut yang ekstrim.

Top slicing: suatu penambangan untuk endapan-endapan bijih dan lapisan penutup (*overburden*) yang lemah atau mudah runtuh.

Underground Mining: sistem penambangan mineral atau batubara dimana seluruh aktivitas penambangan tidak berhubungan langsung dengan udara terbuka.

Vein: intrusi batuan lain ke dalam batuan induk.

Volcanic Foothlope Landforms: bentang alam gunungapi yang merupakan bagian kaki dari suatu tubuh gunungapi.

Volcanic Landforms: bentang alam yang merupakan produk dari aktivitas gunungapi.

Volcanic-neck Landforms: bentang alam yang berbentuk seperti leher atau tiang merupakan sisa dari proses denudasi gunungapi.

Volcanic Remnant Landforms: sisa-sisa dari suatu gunungapi yang telah mengalami proses denudasi.

Waste: sisa-sisa penggalian pada tambang bawah tanah yang tidak bermanfaat yang diperoleh pada saat underground development (persiapan penambangan bawah tanah).