



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

## **MODUL GURU PEMBELAJAR**

# **Paket Keahlian Geologi Pertambangan**

**Pedagogik : Pengembangan Peserta Didik  
Profesional : Teknik Tambang Dasar**

**KELOMPOK  
KOMPETENSI**





## MODUL GURU PEMBELAJAR

# Paket Keahlian Geologi Pertambangan

Penyusun :

Dedy Yulhendra, ST., MT  
UNP Padang  
dediyulhendra@ft.unp.ac.id  
081363522222

Reviewer :

Ansosry, ST., MT  
UNP Padang  
ansosryyosh@yahoo.co.id  
085274486548

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



## **KATA PENGANTAR**

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

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

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

Jakarta, Maret 2016  
Direktur Jenderal Guru dan  
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,  
NIP 19590801 198503 100

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
<b>I. Pendahuluan.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi.....	2
D. Ruang Lingkup.....	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul.....	3
<b>II. Kegiatan Pembelajaran 1 .....</b>	<b>5</b>
A. Tujuan Pembelajaran.....	5
B. Uraian Materi Pembelajaran.....	5
1. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek intelektual (tingkat daya tangkap, kecerdasan, penguasaan pengetahuan, dll), dikelompokkan sesuai dengan kondisi yang ada .....	5
2. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek Emosional (sabar, toleran, santun, dll) diidentifikasi sesuai dengan perkembangan kematangan kejiwaan.....	6
3. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek Spiritual (taat, jujur, ketaqwaan, dll) dijelaskan sesuai dengan ajaran agama yang dianut.....	7
4. Kesulitan belajar peserta didik dalam mata peajaran yang diampu diidentifikasi sesuai capaian perkembangan intelektual.....	9
5. Kesulitan belajar peserta didik dalam mata pelajaran yang diampu dikelompokkan sesuai tingkat kesulitan belajarnya .....	10
C. Aktivitas Pembelajaran.....	12
D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	13
Tabel 1.1. Rubrik Umpan Balik Isi Modul .....	13
E. Latihan/Soal/Tugas .....	13
F. Kunci Jawaban.....	14
<b>III. Kegiatan Pembelajaran 2 .....</b>	<b>16</b>
A. Tujuan Pembelajaran.....	16
B. Uraian Materi .....	16
1. BATUAN BEKU .....	17
a) Pengertian Batuan Beku .....	17
b) Tekstur Batuan Beku .....	17

1. Kristalinitas .....	18
2. Granularitas .....	18
3) Bentuk Kristal .....	19
4) Hubungan Antar Kristal .....	20
c) Struktur Batuan Beku .....	20
d) Komposisi Mineral Batuan Beku .....	21
2. Batuan Sedimen .....	22
a) Pengertian Batuan Sedimen .....	22
b) Komposisi Batuan Sedimen .....	23
c) Mineral-mineral dalam batuan sedimen .....	23
d) Hal-hal yang mempengaruhi pembentukan batuan sedimen .....	24
e) Pembagian batuan sedimen berdasarkan tekstur .....	24
f) Batuan sedimen bertekstur non klastik (kristalin) .....	24
g) Batuan sedimen bertekstur klastik: .....	25
h) Struktur batuan sedimen .....	27
i) Hal-hal lain yang juga perlu dideskripsi .....	27
j) Penggolongan Batuan Sedimen berdasarkan proses-proses pembentukan (Koesoemadinata, 1985) .....	28
k) Penggolongan Batuan Sedimen Berdasarkan asal-usulnya .....	29
3. Batuan Metamorf .....	29
a) Pengertian Batuan Metamorf .....	29
b) Agen Proses Metamorfisme .....	30
1) Panas Sebagai Agen Metamorfisme .....	30
2) Tekanan Sebagai Agen Metamorfisme .....	31
3) Proses Metamorfisme dan Aktivitas Larutan Kimia .....	31
4) Perubahan Tekstur dan Komposisi Mineral .....	32
5) Kejadian Batuan Metamorf .....	34
c) Metamorfisme Sepanjang Jalur Sesar .....	34
d) Metamorfisme Kontak .....	35
e) Metamorfisme Regional .....	36
C. Aktivitas Pembelajaran .....	36
D. Latihan/ Kasus /Tugas .....	37
E. Rangkuman .....	37
F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	37
G. Kunci Jawaban .....	38

<b>IV. Kegiatan Pembelajaran 3</b> .....	<b>40</b>
A. Tujuan.....	40
B. Uraian Materi .....	40
1. Jenis-Jenis Batuan dan Klasifikasinya .....	40
a) Jenis – Jenis Batuan Beku.....	40
b) Contoh – Contoh Batuan Beku.....	41
c) Jenis –Jenis Batuan Sedimen.....	48
d) Contoh-Contoh Batuan Sediment.....	49
f) Contoh dan Karakteristik dari Batuan Metamorf.....	54
C. Aktivitas Pembelajaran.....	60
D. Latihan/Kasus/Tugas .....	61
E. Rangkuman .....	61
F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	62
G. Kunci Jawaban .....	62
<b>V. Kegiatan Pembelajaran 4</b> .....	<b>64</b>
A. Tujuan Pembelajaran .....	64
B. Uraian Materi .....	64
C. Aktivitas Pembelajaran.....	71
D. Latihan/Kasus/Tugas .....	72
E. Rangkuman .....	72
F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	73
G. Kunci Jawaban .....	73
<b>VI. Kegiatan Pembelajaran 5</b> .....	<b>74</b>
A. Tujuan Pembelajaran .....	74
B. Uraian Materi .....	74
1. Deskripsi dan Pengolongan .....	74
a) Kecelakaan Pengertian Kecelakaan .....	74
b) Klasifikasi Cedera.....	75
c) Klasifikasi Cedera Akibat Kecelakaan Kerja .....	76
d) Tingkat Kecelakaan.....	76
e) Akibat Kecelakaan.....	76
f) Sumber Penyebab Kecelakaan.....	77
C. Aktivitas Pembelajaran.....	77
D. Latihan/Kasus/Tugas .....	78
E. Rangkuman .....	78

F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	79
G. Kunci Jawaban .....	79
<b>VII. Kegiatan Pembelajaran 6.....</b>	<b>81</b>
A. Tujuan Pembelajaran .....	81
B. Uraian Materi .....	81
1. Bahan peledak.....	81
2. Reaksi dan produk peledakan .....	81
3. Klasifikasi bahan peledak .....	83
4. Klasifikasi bahan peledak industri .....	85
5. Agen peledakan ( <i>blasting agent</i> ) .....	86
a. Ammonium nitrat (AN) .....	89
b. ANFO.....	90
c. <i>Slurries (watergels)</i> .....	95
d. Bahan peledak berbasis emulsi ( <i>emulsion based explosives</i> ).....	96
e. Bahan peledak <i>heavy ANFO</i> .....	100
f. Bahan peledak berbasis nitrogliserin .....	102
g. Bahan peledak <i>permissible</i> .....	104
h. Bahan peledak <i>black powder</i> .....	105
C. Aktivitas Pembelajaran.....	106
D. Latihan/Kasus/Tugas .....	107
E. Rangkuman .....	107
F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	109
G. Kunci Jawaban .....	109
<b>VIII. Kegiatan Pembelajaran 7.....</b>	<b>112</b>
A. Tujuan.....	112
B. Uraian Materi .....	112
1. PENGERTIAN BAHAN GALIAN .....	112
2. Teknik Pengambilan Contoh ( Sampling ) .....	113
a) Hand sampling .....	113
b) Mechanical sampling .....	114
3. Sampling .....	114
4. Berdasarkan jenis sample dapat dibedakan sebagai berikut :.....	118
5. Tahapan Penanganan <i>Sample</i> .....	119
6. Alat Pengambilan Sample.....	120
7. Analisis Ayak .....	120

8. RQP ( Rock Qudality Designation ).....	122
C. Aktivitas Pembelajaran.....	140
D. Latihan/Kasus/Tugas .....	141
E. Rangkuman .....	141
F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	142
G. Kunci Jawaban .....	143
<b>IX. PENUTUP.....</b>	<b>144</b>
A. Evaluasi .....	144
B. Glosarium .....	150
C. Daftar Pustaka .....	151

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Batuan.....	16
Gambar 2.2 Derajat Keseragaman Antar Butir .....	26
Gambar 2.3 Bentuk Tekstur Batuan .....	27
Gambar 3.13 Konglomerat .....	49
Gambar 3.14 Batu Pasir.....	49
Gambar 3.15 Breksi .....	50
Gambar 3.16 Stalaknit.....	50
Gambar 3.17 Batu Lempung .....	51
Gambar 3.18 Batu Gamping.....	52
Gambar 3.19 Travertin .....	53
Gambar 3.20 Serpin .....	53
Gambar 3.21 Gneiss .....	54
Gambar 3.22 Sekis .....	55
Gambar 3.23 marmer .....	55
Gambar 3.24 Kuarsit .....	56
Gambar 3.25 Milonit .....	56
Gambar 3.25 Serpentin .....	57
Gambar 3.26 Hornfels .....	57
Gambar 3.27 Sekismika .....	58
Gambar 4.6 Mineral Cerrusite .....	67
Gambar 4.7 Mineral Malachite .....	67
Gambar 4.8 Mineral Barite .....	68
Gambar 4.9 Mineral Gypsum .....	68
Gambar 4.10 Mineral Wulfenite.....	69
Gambar 4.11 Mineral stylbite.....	69
Gambar 4.12 Mineral Muscovite.....	70
Gambar 4.13 Mineral Trimolite .....	70
Gambar 4.14 Mineral Pectolite .....	71
Gambar 4.15 Mineral Beryl.....	71
Gambar 6.1 Klasifikasi bahan peledak menurut J.J. Manon (1978).....	84
Gambar 6.2 Klasifikasi bahan peledak .....	85
Gambar 6.4 Klasifikasi agen peledakan .....	88
Gambar 6.5 Butiran ammonium nitrat berukuran sebenarnya 2 – 3 mm.....	90

Gambar 6.6	Kenampakan campuran butiran AN dan FO .....	92
Gambar 6.7	Hubungan % FO dan %RWS bahan peledak ANFO.....	92
Gambar 6.8	Bentuk struktur emulsi (Bamfield and Morrey, 1984).....	97
Gambar 6.9	Pola urutan produksi emulsi.....	98
Gambar 6.10	Bahan peledak emulsi berbentuk <i>cartridge</i> buatan Dyno Nobel.....	99
Gambar 6.11	Prinsip campuran emulsi dan ANFO untuk membuat <i>heavy</i> ANFO .....	100
Gambar 6.12	Karakteristik tipe <i>heavy</i> ANFO dengan variasi emulsi dan ANFO (Du Pont, 1986).....	101
Gambar 6.13	Seri AN Gelinite buatan ICI Explosives (1988).....	104
Gambar 6.14	Bahan peledak <i>permissible</i> berbasis emulsi (ICI-Explosive, 1988) .....	105
Gambar 7 .1.	Grid Soil.....	116
Gambar 7.2.	Trenching .....	116
Gambar 7.3.	Parit Uji.....	117
Gambar 7.4	Jaw Crusher .....	131
Gambar 7.5	Blake Jaw Crusher .....	131
Gambar 7.6.	Gyratory Crusher .....	135
Gambar 7.7	Suspended – Spindel Gyratory Crusher.....	136

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Rubrik Umpan Balik Isi Modul .....	13
Table 2.1. Besar butiran/kristal batuan sedimen non klastik (kristal) .....	24
Table 2.2. Klasifikasi besar butir .....	25
Tabel 2.2 penggolongan batuan sediment berdasarkan asal usulnya .....	29
Tabel 6.1 Klasifikasi bahan peledak menurut Anon (1977) .....	85
Tabel 6.2 Jumlah kebutuhan FO untuk memperoleh ANFO .....	93
Tabel 6.3 Karakteristik ANFO dari beberapa produsen .....	94
Tabel 6.4 Contoh jenis bahan peledak watergel .....	95
Tabel 6.5 Perbedaan ukuran butir oksidator bahan peledak (Bamfield and Morrey, 1984) 97	
Tabel 6.6 Jenis bahan peledak berbasis emulsi.....	99
Tabel 6.7. Jenis bahan peledak berbasis emulsi.....	101
Tabel 6.8 Jenis bahan peledak berbasis nitrogliserin .....	103

## I. Pendahuluan

### A. Latar Belakang

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

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

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

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

## B. Tujuan

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

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

## C. Peta Kompetensi

NO.	KOMPE- TENS UTAMA	STANDAR KOMPETENSI GURU		
		KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI GURU MATA PELAJARAN/KELAS/KEAHLIAN/BK	Indikator Esensial/ Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
1	PEDAGOGIK	Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.	8.4. Mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.	8.4.1. Kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar dijelaskan dengan benar.
				8.4.2. Kisi-kisi dikembangkan sesuai dengan tujuan penilaian.
				8.4.3. Instrument penilaian dikembangkan sesuai dengan kisi-kisi ..
			8.7 Melakukan evaluasi proses dan hasil belajar.	8.7.1 Evaluasi hasil belajar dilakukan dengan menggunakan instrumen yang telah ditetapkan
			8.7.2 Evaluasi hasil belajar dilakukan dengan menggunakan instrumen yang telah ditetapkan	
2	PROFESIONAL	Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran	20.17 Menerapkan pencucian fosil.	20.17.1 Merumuskan teknik preparasi foraminifera kecil/ mikro foram.
			20.20 Menerapkan upaya mencegah kecelakaan kerja pada tiap item paket keahlian geologi pertambangan.	20.20.2 Menerapkan kriteria dan persyaratan kesehatan lingkungan.

		yang diampu.	20.23 Menampilkan peralatan perlengkapan peledakan dalam persiapan pelaksanaan pekerjaan peledakan.	20.23.2 Merekonstruksi alat pemicu peledakan non listrik (Nonel) berdasarkan penyulut sumbu api dan pemicu nonel atau starter non-electric.
			20.26 Merumuskan konsep pemboran dan merekonstruksi peralatan pemboran diberbagai kondisi batuan dan menyajikan hasil pemboran.	20.26.3 Merumuskan alat-alat yang digunakan dalam pemboran lubang ledak.
			20.39 Merumuskan jenis-jenis peta dan penampangnya serta kelengkapan peta.	20.39.1 Memperjelas susunan lembar gambar peta geologi, penggambaran penampang geologi, serta kerapian peta dan penampang.
				20.39.4 Menyusun legenda atau keterangan serta indeks lokasi daerah pemetaan.
			20.44 Merancang hasil uji batuan.	20.44.1 Merancang geometri lereng tunggal (single slope) dan lereng keseluruhan (overall slope) yang aman dengan menggunakan data masukan properties material hasil pengujian geomekanika (sifat fisik dan sifat mekanika batuan).

#### D. Ruang Lingkup

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

#### E. Saran Cara Penggunaan Modul

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

1. Membaca out line modul terlebih dahulu
2. Mengetahui peta kompetensi.
3. Mengetahui peta kompetensi.
4. Memahami kompetensi utama, kompetensi inti, kompetensi guru mata pelajaran atau kelas.
5. Memahami indikator esensial atau indikator pencapaian kompetensi (IPK)
6. Memahami tujuan pembelajaran setiap kegiatan pembelajaran.

7. Memahami tujuan pembelajaran setiap kegiatan pembelajaran.
8. Memahami seluruh isi kegiatan pembelajaran dengan menjawab soal latihan yang disediakan. Kemudian mencocokkan dengan kunci jawaban yang disediakan.
9. Melakukan pengayaan dengan membaca buku – buku sumber, artikel, karya ilmiah dan hasil penelitian sebelumnya.

## II. Kegiatan Pembelajaran 1

### A. Tujuan Pembelajaran

Modul ini disusun berdasarkan kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Kedua kompetensi tersebut dirangkum ke dalam kompetensi inti, kompetensi guru dan indikator pencapaian kompetensi. Oleh karena itu penulisan pembelajaran 1 ini bertujuan untuk:

1. Memberikan pengetahuan tentang kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi proses hasil belajar.
2. Memberikan pengetahuan kepada guru tentang penyusunan kisi-kisi yang dikembangkan sesuai dengan tujuan penilaian.
3. Melakukan evaluasi proses dan hasil belajar.
4. Memberikan pengetahuan tentang proses penyusunan evaluasi hasil belajar dengan menggunakan instrumen yang telah ditetapkan sebelumnya.

### B. Uraian Materi Pembelajaran

#### **1. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek intelektual (tingkat daya tangkap, kecerdasan, penguasaan pengetahuan, dll), dikelompokkan sesuai dengan kondisi yang ada**

Pada gilirannya, upaya guru tentu tidak hanya sebatas memahami karakter peserta didik. Tetapi juga mencakup upaya bagaimana cara membantu peserta didik dalam hal perkembangan intelektual, sosial, emosional, moral, spritual dan latar belakang sosial budaya. Untuk hal tersebut, berikut ini dikemukakan saran / upaya yang dapat dilakukan oleh guru (Tim Dosen Pembina Mata Kuliah Perkembangan Peserta Didik, 2005).

##### a) Dalam Bidang Perkembangan Intelektual

- 1) Guru sebaiknya lebih mementingkan proses dari pada hasil
- 2) Menggunakan model/ metode pembelajaran yang dapat merangsang daya pikir anak, seperti pembelajaran inkuiri, diskusi dan lainnya
- 3) Membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang abstrak
- 4) Menyediakan fasilitas yang memadai, seperti buku bacaan, peralatan labor dan permainan yang mendidik
- 5) Memberikan tugas yang dapat merangsang daya pikir

- b) Dalam Bidang Perkembangan Sosial
  - 1) Mengembangkan konsep diri positif
  - 2) Mengembangkan kerjasama dalam belajar
  - 3) Memberikan keteladanan dalam berhubungan dengan orang lain
  - 4) Mengembangkan suasana demokrasi
- c) Dalam Bidang Perkembangan Emosi
  - 1) Menjadi model dalam mengendalikan emosi
  - 2) Mengadakan program latihan beremosi
  - 3) Mendiskusikan secara mendalam kondisi-kondisi yang yang cenderung menimbulkan emosi negatif
- d) Dalam Bidang Perkembangan Moral
  - 1) Menciptakan stimulus kognitif
  - 2) Mengembangkan sikap empati
  - 3) Membantu menemukan nilai-nilai yang dibutuhkan dunia kerja dan masyarakat

## **2. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek Emosional (sabar, toleran, santun, dll) diidentifikasi sesuai dengan perkembangan kematangan kejiwaan**

Dalam perspektif pedagogis, peserta didik diartikan sebagai sejenis makhluk 'homo educantum', makhluk yang menghajatkan pendidikan. Dalam pengertian ini, peserta didik dipandang sebagai manusia yang memiliki potensi yang bersifat laten, sehingga dibutuhkan binaan dan bimbingan untuk mengatualisasikannya agar ia dapat menjadi manusia susila yang cakap.

Dalam perspektif psikologis, peserta didik adalah individu yang sedang berada dalam proses pertumbuhan dan perkembangan, baik fisik maupun psikis menurut fitrahnya masing-masing. Sebagai individu yang tengah tumbuh dan berkembang, peserta didik memerlukan bimbingan dan pengarahan yang konsisten menuju ke arah titik optimal kemampuan fitrahnya.

Dalam perspektif Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 20 Tahun 2003 pasal 1 ayat 4, "peserta didik diartikan sebagai anggota masyarakat yang berusaha mengembangkan dirinya melalui proses pendidikan pada jalur jenjang dan jenis pendidikan tertentu."

### **3. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek Spiritual (taat, jujur, ketaqwaan, dll) dijelaskan sesuai dengan ajaran agama yang dianut**

Berdasarkan beberapa definisi tentang peserta didik yang disebutkan di atas dapat disimpulkan bahwa peserta didik individu yang memiliki sejumlah karakteristik, diantaranya:

- a) Peserta didik adalah individu yang memiliki potensi fisik dan psikis yang khas, sehingga ia meruoakan insane yang unik.
- b) Peserta didik adalah individu yang sedang berkembang. Artinya peserta didik tengah mengalami perubahan-perubahan dalam dirinya secara wajar, baik yang ditujukan kepada diri sendiri maupun yang diarahykan pada penyesuaian dengan lingkungannya.
- c) Peserta didik adalah individu yang membutuhkan bimbingan individual dan perlakuan manusiawi.
- d) Peserta didik adalah individu yang memiliki kemampuan untuk mandiri.

Karakter adalah cara berpikir dan berperilaku yang menjadi ciri khas tiap individu, yang sekaligus juga sebagai identitas diri yang membedakan dirinya dengan orang lain. Masing-masing peserta didik memiliki karakter yang berbeda. Karakter seseorang peserta didik dapat dilihat dari cara mereka berbicara, bersikap dan berperilaku. Semua aktivitas yang tampak secara kasat mata merupakan perwujudan dari watak, jiwa dan sifat anak didik.

Karakter seperti tingkat kecerdasan, dapat diketahui melalui Tes Kecerdasan Umum (Klasikal Tes) yang merupakan rangkaian pemeriksaan yang bertujuan untuk mengetahui 5 aspek kecerdasan spesifik seperti : daya tangkap, kemampuan numerikal, kemampuan verbal, kemampuan abstraksi&analitis, kemampuan berpikir sistematis dan kemampuan mengingat. Demikian pula dengan aspek emosi, yang dapat diukur melalui tes EQ. Tetapi alangkah mahalnnya, jika hal itu dilakukan untuk semua sekolah dan untuk semua pesert didik.

Karakter peserta didik pada dasarnya dapat dipahami melalui berbagai teori, seperti teori perkembangan kognitif Piaget. Menurut Piaget, perkembangan peserta didik dapat dibagi ke dalam empat periode, yang terdiri atas:

a) Periode Sensori motor (0-2,0 tahun)

Pada periode ini tingkah laku anak bersifat motorik dan anak menggunakan system penginderaan untuk mengenal lingkungannya..

b) Periode Pra operasional (2,0-7,0 tahun)

Pada periode ini anak bisa melakukan sesuatu sebagai hasil meniru atau mengamati sesuatu model tingkah laku dan mampu melakukan simbolisasi.

c) Periode konkret (7,0-11,0 tahun)

Pada periode ini anak sudah mampu menggunakan operasi. Pemikiran anak tidak lagi didominasi oleh persepsi, sebab anak mampu memecahkan masalah secara logis.

d) Periode operasi formal (11,0-dewasa)

Periode operasi formal merupakan tingkat puncak perkembangan struktur kognitif, anak mulai mampu berpikir logis untuk semua jenis masalah dan ia dapat menggunakan penalaran ilmiah dan dapat menerima pandangan orang lain.

Di samping teori-teori yang ada, pengetahuan tentang karakter peserta didik juga dapat diperoleh melalui komunikasi yang efektif dengan peserta didik. . Melalui komunikasi akan terbentuk kedekatan antara pendidik dan peserta didik, sehingga secara bertahap pendidik akan mengetahui karakter peserta didiknya.. Komunikasi dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya dengan tatap muka, lewat tugas-tugas sekolah, atau melalui *facebook*, *wash up* dan sebagainya. Berbagai media dapat digunakan, dengan catatan bahwa komunikasi tersebut dapat membangun kedekatan antara pendidik dengan peserta didik.

Pada gilirannya, upaya guru tentu tidak hanya sebatas memahami karakter peserta didik. Tetapi juga mencakup upaya bagaimana cara membantu peserta didik dalam hal perkembangan intelektual, sosial, emosional, moral, spritual dan latar belakang sosial budaya. Untuk hal tersebut, berikut ini dikemukakan saran / upaya yang dapat dilakukan oleh guru (Tim Dosen Pembina Mata Kuliah Perkembangan Peserta Didik, 2005).

a) Dalam Bidang Perkembangan Intelektual

- 1) Guru sebaiknya lebih mementingkan proses dari pada hasil
- 2) Menggunakan model/ metode pembelajaran yang dapat merangsang daya pikir anak, seperti pembelajaran inkuiri, diskusi dan lainnya
- 3) Membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang abstrak

- 4) Menyediakan fasilitas yang memadai, seperti buku bacaan, peralatan labor dan permainan yang mendidik
  - 5) Memberikan tugas yang dapat merangsang daya pikir
- b) Dalam Bidang Perkembangan Sosial
    - 1) Mengembangkan konsep diri positif
    - 2) Mengembangkan kerjasama dalam belajar
    - 3) Memberikan keteladanan dalam berhubungan dengan orang lain
    - 4) Mengembangkan suasana demokrasi
  - c) Dalam Bidang Perkembangan Emosi
    - 1) Menjadi model dalam mengendalikan emosi
    - 2) Mengadakan program latihan beremosi
    - 3) Mendiskusikan secara mendalam kondisi-kondisi yang yang cenderung menimbulkan emosi negatif
  - d) Dalam Bidang Perkembangan Moral
    - 1) Menciptakan stimulus kognitif
    - 2) Mengembangkan sikap empati
    - 3) Membantu menemukan nilai-nilai yang dibutuhkan dunia kerja dan masyarakat
    - 4) Mendiskusikan masalah-masalah yang berkaitan dengan moral

#### **4. Kesulitan belajar peserta didik dalam mata peajaran yang diampu diidentifikasi sesuai capaian perkembangan intelektual**

Setiap individu memang tidak ada yang sama. Perbedaan inividual ini pulalah yang menyebabkan perbedaan tingkah laku belajar di kalangan anak didik. Dalam keadaan di mana anak didik tidak dapat belajar sebagaimana mestinya, itulah yang disebut dengan “kesulitan belajar”.

Kesulitan belajar ini tidak selalu disebabkan karena faktor inteligensi yang rendah (kelainan mental), akan tetapi dapat juga disebabkan oleh faktor-faktor non inteligensi dengan demikian, IQ yang tinggi belum tentu menjamin keberhasilan belajar

Oleh karena itu dalam rangka memberikan bimbingan yang tepat kepada setiap anak didik, maka para guru perlu memahami masalah-masalah yang berhubungan dengan kesulitan belajar.

## 5. Kesulitan belajar peserta didik dalam mata pelajaran yang diampu dikelompokkan sesuai tingkat kesulitan belajarnya

Menurut Sheldon (2015), kesulitan belajar adalah ketidak mampuan memahami informasi baru atau informasi yang bersifat kompleks, serta ketidak mampuan belajar keterampilan baru. Berdasarkan kondisi tersebut, maka peserta didik tidak dapat belajar secara wajar sebagaimana mestinya. Lebih jauh Syamsudin dalam Syamsu (2015) menjelaskan bahwa ciri-ciri peserta didik yang mengalami kesulitan belajar, adalah sebagai berikut.

- a) Nilai hasil belajar di bawah nilai rata-rata kelas atau kelompok
- b) Nilai hasil belajar tidak sesuai dengan nilai-nilai sebelumnya
- c) Nilai hasil belajar tidak sesuai dengan potensi yang dimiliki
- d) Lambat dalam mengerjakan tugas-tugas sekolah
- e) Menunjukkan sikap yang tidak wajar
- f) Menunjukkan kelainan tingkah laku
- g) Menunjukkan emosi yang kurang wajar

Menurut Sudarajat dalam Idris (2009), kesulitan belajar terdiri dari a) *learning disorder*; b) *learning disfunction*; c) *underachiever*; d) *slow learner*, dan e) *learning diasbilities*. Masing-masing istilah ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

### a) **Learning disorder**

*Learning disorder* atau kekacauan belajar adalah keadaan dimana proses belajar seseorang terganggu karena timbulnya respons yang bertentangan. Sebagai contoh seseorang yang sudah terbiasa dengan olah raga keras, akan menemui kesulitan apabila diminta untuk berlatih tari.

### b) **Learning disfunction**

*Learning disfunction* adalah gejala dimana proses belajar yang dilakukan siswa tidak berhasil dengan baik, sedangkan siswa tersebut tidak menunjukkan adanya gejala subnormalitas mental, gangguan alat dria, atau gangguan psikologis lainnya. Contoh: siswa dengan postur tubuh atletis dan diduga cocok menjadi atlet bola basket, namun karena tidak pernah dilatih maka dia tidak dapat menguasai permainan basket dengan baik

c) ***Underachiever***

*Under achiever* dialami oleh siswa yang sesungguhnya memiliki tingkat IQ di atas normal, tetapi prestasi belajarnya biasa-biasa saja atau tergolong rendah

d) ***Slow learner***

*Slow learner* adalah gejala lambat dalam proses belajar, sehingga ia membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan siswa lain yang memiliki potensi intelektual yang sama.

e) ***Learning disabilities.***

*Learning disabilities* adalah ketidakmampuan belajar atau menghindari belajar, sehingga hasil belajar di bawah potensi intelektualnya

Bertolak dari berbagai kesulitan belajar di atas, maka seorang pendidik perlu mengidentifikasi gejala apa yang dialami oleh peserta didiknya, dan mengelompokkannya sesuai dengan jenis gejala tersebut. Selanjutnya mencari solusi sesuai dengan gejala yang dialami peserta didik.

**a) Faktor-faktor penyebab kesulitan belajar.**

Faktor-faktor penyebab kesulitan belajar dapat digolongkan ke dalam 2 golongan yaitu :

1) Faktor intern (Faktor dari dalam diri manusia itu sendiri) yang meliputi :

(a) Faktor Fisiologi

(1) Karena sakit, seorang yang sakit akan mengalami kelemahan fisiknya, sehingga saraf sensoris dan motorisnya lemah.

(2) Karena kurang sehat

(3) Karena cacat tubuh

(b) Faktor psikologi

Yang termasuk dalam faktor Psikologi yaitu :

1) Inteligensi

2) Bakat

3) Minat

Tidak adanya minat seseorang anak terhadap suatu pelajaran akan timbul kesulitan belajar

- 4) Motivasi dan faktor kesehatan mental
  
- (c) Faktor Ekstern (Faktor dari luar manusia) meliputi
  - (1) Faktor-faktor non sosial.
  - (2) Faktor orang tua
  - (3) Faktor suasana rumah / keluarga
  - (4) Faktor Ekonomi
  
- (d) Faktor-faktor sosial
  - (1) Guru
  - (2) Faktor / Alat / Media-media belajar yang kurang lengkap
  - (3) Faktor gedung
  - (4) Faktor kurikulum

### **C. Aktivitas Pembelajaran**

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai kompetensi pedagogik ini adalah:

#### **1. Mengamati**

Mengamati aspek-aspek dan kriteria penilaian dalam proses belajar mengajar dengan bantuan instrument evaluasi.

#### **2. Menanya**

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang landasan teori yang termasuk kedalam instrument evaluasi.

#### **3. Mengumpulkan data**

Mengumpulkan data yang berhubungan dengan aspek-aspek penilaian dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada instrument evaluasi.

#### **4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi**

Mengategorikan data dan menentukan hubungan aspek-aspek penilaian dengan instrument evaluasi, untuk selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang kriteria penilaian dalam proses belajar mengajar.

## 5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang aspek-aspek dan kriteria penilaian dalam proses belajar mengajar secara lisan oleh pengajar ke peserta didik.

### D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk mendapatkan umpan balik setelah mempelajari modul pembelajaran 1 ini, guru-guru diminta untuk mengisi rubrik umpan balik ini dan memberikan masukan yang konstruktif yang disediakan pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1.1. Rubrik Umpan Balik Isi Modul

No	Pokok Bahasan	Pertanyaan Umpan Balik	Jawaban Guru dan Tindak Lanjut
1	Kriteria Penilaian	Apakah saudara mampu merumuskan kriteria penilaian yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran (C6)	
2	Aspek Penilaian Hasil Belajar	Apakah saudara paham tentang bagaimana melakukan penilaian hasil belajar yang efektif (P2)	
3	Instrumen Evaluasi	Apakah saudara paham cara menggunakan instrument evaluasi secara objektif dan terbuka (C3)	

### E. Latihan/Soal/Tugas

#### 1. Soal Essey

- Jelaskan defenisi *Assessment* dalam penilaian berbasis kelas?
- Jelaskan fungsi penilaian di dalam proses belajar mengajar?
- Apakah yang dimaksud menyediakan informasi untuk tujuan bimbingan dan konseling dalam tujuan penelitian?
- Apakah fungsi Insrtument evaluasi hasil belajar?
- Sebutkan langkah-langkah dalam melaksanakan kegiatan evaluasi pendidikan secara umum secara berurutan?

## 2. Soal Pilihan Ganda

- a. Manakah yang tidak termasuk ke dalam kategori dari belajar?
  - A. Kognitif
  - B. Ragawi
  - C. Psikomotoris
  - D. Afektif
- b. C4 pada kata kerja operasional ranah pengetahuan, menyatakan apa?
  - A. Menganalisis
  - B. Memahami
  - C. Menerapkan
  - D. Menciptakan
- c. Apakah kode huruf untuk kata mengimani?
  - A. A1
  - B. A2
  - C. A3
  - D. A4
- d. P3 pada kata kerja operasional ranah keterampilan, menyatakan apa?
  - A. Artikulasi
  - B. Presisi
  - C. Menirukan
  - D. Memanipulasi
- e. Manakah yang tidak termasuk ke dalam verifikasi data ?
  - A. Uji instrument
  - B. Uji validitas
  - C. Uji reliabilitas
  - D. Uji indikator

## F. Kunci Jawaban

### 1. Essey

- a. *Assessment* merupakan kegiatan untuk memperoleh informasi tentang pencapaian dan kemajuan belajar siswa dan mengefektifkan penggunaan informasi tersebut untuk mencapai tujuan pendidikan.
- b. Fungsi penilaian di dalam proses belajar mengajar:

- 1) Sebagai alat guna mengetahui apakah siswa telah menguasai pengetahuan, nilai-nilai, norma-norma dan keterampilan yang telah diberikan oleh guru.
  - 2) Untuk mengetahui aspek-aspek kelemahan peserta didik dalam melakukan kegiatan belajar.
  - 3) Mengetahui tingkat ketercapaian siswa dalam kegiatan belajar.
  - 4) Sebagai sarana umpan balik bagi seorang guru, yang bersumber dari siswa.
  - 5) Sebagai alat untuk mengetahui perkembangan belajar siswa.
  - 6) Sebagai materi utama laporan hasil belajar kepada para orang tua siswa.
- c. Informasi diperlukan jika bimbingan dan konseling yang efektif diperlukan, informasi yang berkaitan dengan problem pribadi seperti data kemampuan, kualitas pribadi, kemampuan bersosialisasi dan skor hasil belajar.
  - d. Insrtument evaluasi hasil belajar digunakan untuk memperoleh informasi deskriptif dan informasi judgemental yang dapat berwujud tes maupun non-tes. Tes dapat berwujud objektif atau uraian. Sedangkan non-tes dapat berbentuk lembar pengamatan atau questioner.
  - e. Langkah-langkah dalam melaksanakan kegiatan evaluasi pendidikan secara umum secara berurutan, yaitu:
    - 1) Perencanaan
    - 2) Pengumpulan data
    - 3) Verifikasi data
    - 4) Pengolahan data
    - 5) Penafsiran data

## **2. Pilihan Ganda**

- a. B
- b. A
- c. C
- d. B
- e. D

### III. Kegiatan Pembelajaran 2

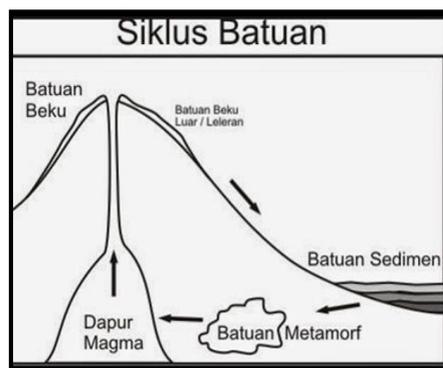
#### A. Tujuan Pembelajaran

Dengan diberikan modul tentang siklus geologi terjadinya batuan guru dapat memahami dan menjelaskan bagaimana proses geologi terjadinya batuan

#### B. Uraian Materi

Memahami siklus geologi terjadinya batuan disusun sesuai urutan kejadian. Batuan merupakan benda padat yang terdiri dari agregat-agregat baik itu satu mineral atau lebih, Semua batuan pada mulanya dari magma. Magma keluar di permukaan bumi antara lain melalui puncak gunung berapi. Gunung berapi ada di daratan ada pula yang di lautan. Magma yang sudah mencapai permukaan bumi akan membeku. Magma yang membeku kemudian menjadi batuan beku. Batuan beku muka bumi selama beribu-ribu tahun lamanya dapat hancur terurai selama terkena panas, hujan, serta aktifitas tumbuhan dan hewan.

Selanjutnya hancuran batuan tersebut tersangkut oleh air, angin atau hewan ke tempat lain untuk diendapkan. Hancuran batuan yang diendapkan disebut batuan endapan atau batuan sedimen. Baik batuan sedimen atau beku dapat berubah bentuk dalam waktu yang sangat lama karena adanya perubahan temperatur dan tekanan. Batuan yang berubah bentuk disebut batuan malihan atau batuan metamorf.



Gambar 2.1 Siklus Batuan

Oleh karena itu batuan tersebut terbagi menjadi 3 yaitu:

- Batuan Beku
- Batuan Sedimen
- Batuan Metamorf

## 1. BATUAN BEKU

### a) Pengertian Batuan Beku

Batuan Beku adalah batuan beku atau batuan igneus (dari Bahasa Latin: *ignis*, "api") adalah jenis batuan yang terbentuk dari magma yang mendingin dan mengeras, dengan atau tanpa proses kristalisasi, baik di bawah permukaan sebagai batuan intrusif (plutonik) maupun di atas permukaan sebagai batuan ekstrusif (vulkanik). Magma ini dapat berasal dari batuan setengah cair ataupun batuan yang sudah ada, baik di mantel ataupun kerak bumi. Umumnya, proses pelelehan terjadi oleh salah satu dari proses-proses berikut: kenaikan temperatur, penurunan tekanan, atau perubahan komposisi. Lebih dari 700 tipe batuan beku telah berhasil dideskripsikan, sebagian besar terbentuk di bawah permukaan kerak bumi. Menurut para ahli seperti Turner dan Verhoogen (1960), F. F Groun (1947), Takeda (1970), magma didefinisikan sebagai cairan silikat kental yang pijar terbentuk secara alamiah, bertemperatur tinggi antara 1.500–2.5000C dan bersifat mobile (dapat bergerak) serta terdapat pada kerak bumi bagian bawah. Dalam magma tersebut terdapat beberapa bahan yang larut, bersifat volatile (air, CO<sub>2</sub>, chlorine, fluorine, iron, sulphur, dan lain-lain) yang merupakan penyebab mobilitas magma, dan non-volatile (non-gas) yang merupakan pembentuk mineral yang lazim dijumpai dalam batuan beku.

Pada saat magma mengalami penurunan suhu akibat perjalanan ke permukaan bumi, maka mineral-mineral akan terbentuk. Peristiwa tersebut dikenal dengan peristiwa penghabluran. Berdasarkan penghabluran mineral-mineral silikat (magma), oleh NL. Bowen disusun suatu seri yang dikenal dengan Bowen's Reaction Series. Dalam mengidentifikasi batuan beku, sangat perlu sekali mengetahui karakteristik batuan beku yang meliputi sifat fisik dan komposisi mineral batuan beku. Untuk lebih jelasnya kita dapat melihat tekstur batuan beku.

### b) Tekstur Batuan Beku

Tekstur didefinisikan sebagai keadaan atau hubungan yang erat antar mineral-mineral sebagai bagian dari batuan dan antara mineral-mineral dengan massa gelas yang membentuk massa dasar dari batuan.

Tekstur pada batuan beku umumnya ditentukan oleh tiga hal yang penting, yaitu:

## 1. Kristalinitas

Kristalinitas adalah derajat kristalisasi dari suatu batuan beku pada waktu terbentuknya batuan tersebut. Kristalinitas dalam fungsinya digunakan untuk menunjukkan berapa banyak yang berbentuk kristal dan yang tidak berbentuk kristal, selain itu juga dapat mencerminkan kecepatan pembekuan magma. Apabila magma dalam pembekuannya berlangsung lambat maka kristalnya kasar. Sedangkan jika pembekuannya berlangsung cepat maka kristalnya akan halus, akan tetapi jika pendinginannya berlangsung dengan cepat sekali maka kristalnya berbentuk amorf. Dalam pembentukannya dikenal tiga kelas derajat kristalisasi, yaitu:

- a) Holokristalin, yaitu batuan beku dimana semuanya tersusun oleh kristal. Tekstur holokristalin adalah karakteristik batuan plutonik, yaitu mikrokristalin yang telah membeku di dekat permukaan.
- b) Hipokristalin, yaitu apabila sebagian batuan terdiri dari massa gelas dan sebagian lagi terdiri dari massa kristal.
- c) Holohialin, yaitu batuan beku yang semuanya tersusun dari massa gelas. Tekstur holohialin banyak terbentuk sebagai lava (obsidian), dike dan sill, atau sebagai fasies yang lebih kecil dari tubuh batuan.

## 2. Granularitas

Granularitas didefinisikan sebagai besar butir (ukuran) pada batuan beku. Pada umumnya dikenal dua kelompok tekstur ukuran butir, yaitu:

- a) Fanerik/fanerokristalin, Besar kristal-kristal dari golongan ini dapat dibedakan satu sama lain secara megaskopis dengan mata biasa. Kristal kristal jenis fanerik ini dapat dibedakan menjadi:
  - (1) Halus (fine), apabila ukuran diameter butir kurang dari 1 mm.
  - (2) Sedang (medium), apabila ukuran diameter butir antara 1 – 5 mm.

- (3) Kasar (coarse), apabila ukuran diameter butir antara 5 – 30 mm.
  - (4) Sangat kasar (very coarse), apabila ukuran diameter butir lebih dari 30 mm.
- b) Afanitik, Besar kristal-kristal dari golongan ini tidak dapat dibedakan dengan mata biasa sehingga diperlukan bantuan mikroskop. Batuan dengan tekstur afanitik dapat tersusun oleh kristal, gelas atau keduanya. Dalam analisis mikroskopis dapat dibedakan:
- (1) Mikrokristalin, apabila mineral-mineral pada batuan beku bisa diamati dengan bantuan mikroskop dengan ukuran butiran sekitar 0,1 – 0,01 mm.
  - (2) Kriptokristalin, apabila mineral-mineral dalam batuan beku terlalu kecil untuk diamati meskipun dengan bantuan mikroskop. Ukuran butiran berkisar antara 0,01 – 0,002 mm.
  - (3) Amorf/glassy/hyaline, apabila batuan beku tersusun oleh gelas.

### **3) Bentuk Kristal**

Bentuk kristal adalah sifat dari suatu kristal dalam batuan, jadi bukan sifat batuan secara keseluruhan. Ditinjau dari pandangan dua dimensi dikenal tiga bentuk kristal, yaitu:

- (1) Euhedral, apabila batas dari mineral adalah bentuk asli dari bidang kristal.
- (2) Subhedral, apabila sebagian dari batas kristalnya sudah tidak terlihat lagi.
- (3) Anhedral, apabila mineral sudah tidak mempunyai bidang kristal asli.

Ditinjau dari pandangan tiga dimensi, dikenal empat bentuk kristal, yaitu:

- (4) Equidimensional, apabila bentuk kristal ketiga dimensinya sama panjang.
- (5) Tabular, apabila bentuk kristal dua dimensi lebih panjang dari satu dimensi yang lain.
- (6) Prismatic, apabila bentuk kristal satu dimensi lebih panjang dari dua dimensi yang lain.
- (7) Irregular, apabila bentuk kristal tidak teratur.

#### 4) Hubungan Antar Kristal

Hubungan antar kristal atau disebut juga relasi didefinisikan sebagai hubungan antara kristal/mineral yang satu dengan yang lain dalam suatu batuan. Secara garis besar, relasi dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- (1) Equigranular, yaitu apabila secara relatif ukuran kristalnya yang membentuk batuan berukuran sama besar. Berdasarkan keidealan kristal-kristalnya, maka equigranular dibagi menjadi tiga, yaitu:
  - (a) Panidiomorfik granular, yaitu apabila sebagian besar mineral-mineralnya terdiri dari mineral-mineral yang euhedral.
  - (b) Hipidiomorfik granular, yaitu apabila sebagian besar mineral-mineralnya terdiri dari mineral-mineral yang subhedral.
  - (c) Allotriomorfik granular, yaitu apabila sebagian besar mineral-mineralnya terdiri dari mineral-mineral yang anhedral.
- (2) Inequigranular, yaitu apabila ukuran butir kristalnya sebagai pembentuk batuan tidak sama besar. Mineral yang besar disebut fenokris dan yang lain disebut massa dasar atau matrik yang bisa berupa mineral atau gelas.

#### c) Struktur Batuan Beku

Struktur adalah kenampakan batuan secara makro yang meliputi kedudukan lapisan yang jelas/umum dari lapisan batuan. Struktur batuan beku sebagian besar hanya dapat dilihat dilapangan saja, misalnya:

- (1) Pillow lava atau lava bantal, yaitu struktur paling khas dari batuan vulkanik bawah laut, membentuk struktur seperti bantal.
- (2) Joint struktur, merupakan struktur yang ditandai adanya kekar-kekar yang tersusun secara teratur tegak lurus arah aliran. Sedangkan struktur yang dapat dilihat pada contoh-contoh batuan (hand specimen sample), yaitu:
  - (3) Masif, yaitu apabila tidak menunjukkan adanya sifat aliran, jejak gas (tidak menunjukkan adanya lubang-lubang) dan tidak menunjukkan adanya fragmen lain yang tertanam dalam tubuh batuan beku.
  - (4) Vesikuler, yaitu struktur yang berlubang-lubang yang disebabkan oleh keluarnya gas pada waktu pembekuan magma. Lubang-lubang tersebut menunjukkan arah yang teratur.

- (5) Skoria, yaitu struktur yang sama dengan struktur vesikuler tetapi lubang-lubangnya besar dan menunjukkan arah yang tidak teratur.
- (6) Amigdaloidal, yaitu struktur dimana lubang-lubang gas telah terisi oleh mineral-mineral sekunder, biasanya mineral silikat atau karbonat.
- (7) Xenolitik, yaitu struktur yang memperlihatkan adanya fragmen/pecahan batuan lain yang masuk dalam batuan yang mengintrusi.

Pada umumnya batuan beku tanpa struktur (masif), sedangkan struktur-struktur yang ada pada batuan beku dibentuk oleh kekar (joint) atau rekahan (fracture) dan pembekuan magma, misalnya: columnar joint (kekar tiang), dan sheeting joint (kekar berlembar).

#### **d) Komposisi Mineral Batuan Beku**

Untuk menentukan komposisi mineral pada batuan beku, cukup dengan mempergunakan indeks warna dari batuan kristal. Atas dasar warna mineral sebagai penyusun batuan beku dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

- (1) Mineral felsik, yaitu mineral yang berwarna terang, terutama terdiri dari mineral kwarsa, feldspar, feldspatoid dan muskovit.
- (2) Mineral mafik, yaitu mineral yang berwarna gelap, terutama biotit, piroksen, amphibol dan olivin.

Batuan beku dapat diklasifikasikan berdasarkan cara terjadinya, kandungan SiO<sub>2</sub>, dan indeks warna. Dengan demikian dapat ditentukan nama batuan yang berbeda-beda meskipun dalam jenis batuan yang sama, menurut dasar klasifikasinya. Klasifikasi berdasarkan cara terjadinya, menurut Rosenbusch (1877-1976) batuan beku dibagi menjadi:

- (1) Effusive rock, untuk batuan beku yang terbentuk di permukaan.
- (2) Dike rock, untuk batuan beku yang terbentuk dekat permukaan.
- (3) Deep seated rock, untuk batuan beku yang jauh di dalam bumi. Oleh W.T. Huang (1962), jenis batuan ini disebut plutonik, sedang batuan effusive disebut batuan vulkanik.

Klasifikasi berdasarkan kandungan SiO<sub>2</sub> (C.L. Hugnes, 1962), yaitu:

- (1) Batuan beku asam, apabila kandungan SiO<sub>2</sub> lebih dari 66%. Contohnya adalah riolit.
- (2) Batuan beku intermediate, apabila kandungan SiO<sub>2</sub> antara 52% - 66%. Contohnya adalah dasit.

- (3) Batuan beku basa, apabila kandungan SiO<sub>2</sub> antara 45% - 52%.  
Contohnya adalah andesit.
- (4) Batuan beku ultra basa, apabila kandungan SiO<sub>2</sub> kurang dari 45%.  
Contohnya adalah basalt.

Klasifikasi berdasarkan indeks warna ( S.J. Shand, 1943), yaitu:

- (1) Leucoctaris rock, apabila mengandung kurang dari 30% mineral mafik.
- (2) Mesococitik rock, apabila mengandung 30% - 60% mineral mafik.
- (3) Melanocractik rock, apabila mengandung lebih dari 60% mineral mafik.

Sedangkan menurut S.J. Ellis (1948) juga membagi batuan beku berdasarkan indeks warnanya sebagai berikut:

- (1) Holofelsic, untuk batuan beku dengan indeks warna kurang dari 10%.
- (2) Felsic, untuk batuan beku dengan indeks warna 10% sampai 40%.
- (3) Mafelsic, untuk batuan beku dengan indeks warna 40% sampai 70%.
- (4) Mafik, untuk batuan beku dengan indeks warna lebih dari 70%.

Jenis-jenis batuan beku dibedakan menjadi 3 yaitu : 1. Batuan beku dalam, contohnya : Batu granit. 2. Batuan beku gang/ tengah, contohnya : Granit porfir 3. Batuan beku luar, contohnya : Batu andesit.

## **2. Batuan Sedimen**

### **a) Pengertian Batuan Sedimen**

Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk sebagai hasil pemadatan endapan yang berupa bahan lepas. Menurut ( Pettijohn, 1975 ) batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk dari akumulasi material hasil perombakan batuan yang sudah ada sebelumnya atau hasil aktivitas kimia maupun organisme, yang di endapkan lapis demi lapis pada permukaan bumi yang kemudian mengalami pembatuan. Menurut Tucker (1991), 70 % batuan di permukaan bumi berupa batuan sedimen. Tetapi batuan itu hanya 2 % dari volume seluruh kerak bumi. Ini berarti batuan sedimen tersebar sangat luas di permukaan bumi, tetapi ketebalannya relatif tipis.

Berdasarkan tempat endapannya, batuan ini dibedakan menjadi:

- 1) Batuan Sedimen Marine (laut) dimana saat siklus berlangsung di endapkan dilaut
- 2) Batuan Sedimen Fluvial (sungai) dimana saat siklus berlangsung di endapkan disungai
- 3) Batuan Sedimen Teistik (darat) dimana saat siklus berlangsung di endapkan didarat
- 4) Batuan Sedimen Limnik (rawa) dimana saat siklus berlangsung di endapkan dirawa

Berdasarkan tenaga siklus yang mengangkut batuan ini, dibedakan menjadi:

- 1) Batuan Sedimen Aeris/Aeolis (tenaga angin) proses dari siklus nya di`pengaruhi angin
- 2) Batuan Sedimen Glasial (tenaga es) proses dari siklus nya dipengaruhi es
- 3) Batuan Sedimen Aqualis (tenaga air) proses dari siklus nya dipengaruhi air
- 4) Batuan Sedimen Marine (tenaga air laut) proses dari siklus nya dipengaruhi laut

#### **b) Komposisi Batuan Sedimen**

- 1) Fragmen mineral/batuan hasil rombakan (terigen)
- 2) Material hasil proses kimiawi (material autigenik): karbonat, fosfat, dll.
- 3) Material allochem (rombakan hasil presipitasi terdahulu): fosil, material organik.

#### **c) Mineral-mineral dalam batuan sedimen**

- 1) Mineral *Autigenic*:
  - (a)Terbentuk di daerah sedimentasi dan langsung diendapkan
  - (b)Contoh: gipsum, kalsit, anhidrit, oksida besi, halit, glaukonit.
- 2) Mineral *Allogenic*:
  - (a)Terbentuk di luar daerah sedimentasi
  - (b)Telah mengalami transportasi dan kemudian diendapkan di daerah sedimentasi

(c) Harus tahan pelapukan dan tahan terhadap pengikisan selama transportasi sampai pengendapan.

Tekstur dan mineralogi batuan sedimen dapat merefleksikan lingkungan pengendapan batuan sedimen.

**d) Hal-hal yang mempengaruhi pembentukan batuan sedimen**

- 1) Litologi batuan (batuan beku, batuan sedimen, batuan metamorfosa, batuan piroklastik).
- 2) Stabilitas dari mineral-mineral yang ada
- 3) Kecepatan erosi, banyaknya mineral sedimen yang dapat ditransport turut menentukan berapa banyak material yang dapat/akan diendapkan.

Transportasi pada pembentukan batuan sedimen akan menghasilkan sorting/pemilahan dan roundness/kebundaran.

**e) Pembagian batuan sedimen berdasarkan tekstur**

Batuan sedimen bertekstur klastik dan Batuan sedimen bertekstur non klastik (kristalin)

**f) Batuan sedimen bertekstur non klastik (kristalin)**

- 1) Umumnya terdiri dari mineral autigenik
- 2) Pada P dan T tertentu seringkali memperlihatkan gejala diagenesa, akibatnya porositas batuan menjadi sangat rendah atau hilang.
- 3) Porositas primer rendah dan memperlihatkan tekstur mozaik (contoh: batugamping).
- 4) Kadang-kadang terdapat butiran yang amorf (seperti kalsedon & opal) sebagai semen.

**Table 2.1. Besar butiran/kristal batuan sedimen non klastik (kristal)**

Ukuran Besar Butir (mm)	Nama Besar Butir
1 – 2	<i>Very coarsely crystalline</i>
0,5 – 1	<i>Coarsely crystalline</i>
0,25 – 0,5	<i>Medium crystalline</i>
0,125 – 0,25	<i>Finely crystalline</i>

0,063 – 0,125	<i>Very finely crystalline</i>
0,004 – 0,063	<i>Microcrystalline</i>
< 0,004	<i>Cryptocrystalline</i>

**g) Batuan sedimen bertekstur klastik:**

Terdiri dari material detritus (hasil rombakan: pecahan), memperlihatkan tekstur klastik (butiran berukuran lempung sampai bongkah), memperlihatkan berbagai struktur sedimen, Proses pelapukan, erosi, transportasi, sedimentasi. Dapat dipelajari tentang sumber material (provenance), lingkungan pengendapan/fasies, diagenesa.

**1) Besar butir (*grain size*)**

Unsur utama dari tekstur klastik, yang berhubungan dengan tingkat enersi pada saat transportasi dan pengendapan. Klasifikasi besar butir diterangkan sebagai berikut dengan menggunakan skala Wentworth.

**Table 2.2. Klasifikasi besar butir**

Ukuran Besar Butir (mm)	Nama Besar Butir
> 256	<i>Boulder</i> / bongkah
64 – 256	<i>Couple</i> / berangkal
4 – 64	<i>Pebble</i> / kerakal
2 – 4	<i>Granule</i> / kerikil
1 – 2	<i>Very coarse sand</i> / pasir sangat kasar
½ - 1	<i>Coarse sand</i> / pasir kasar
1/4 – 1/2	<i>Medium sand</i> / pasir sedang
1/8 – 1/4	<i>Fine sand</i> / pasir halus

1/16 – 1/8	<i>Very fine sand</i> / pasir sangat halus
1/256 – 1/16	<i>Silt</i> / lanau
< 1/256	<i>Clay</i> / lempung

## 2) Besar butir ditentukan oleh

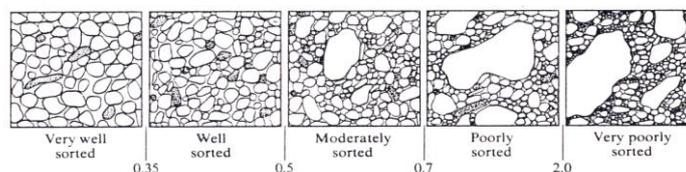
- Jenis pelapukan kimia, butir halus dan mekanis, butir kasar
- Macam transportasi
- Waktu/jarak transportasi

## 3) Unsur-unsur tekstur batuan sedimen klastik

- Butiran (*grain*): butiran klastik (yang tertransport) disebut sebagai fragmen.
- Masa dasar (*matrix*): lebih halus dari butiran/fragmen, diendapkan bersama-sama dengan fragmen.
- Semen (*cement*): berukuran halus, mengikat butiran/fragmen dan matrik, diendapkan setelah fragmen dan matrik .

## 4) Pemilahan/*sorting*

Derajat kesamaan atau keseragaman antar butir.

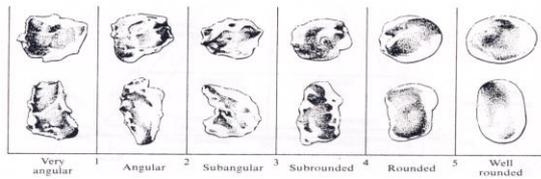


Gambar 2.2 Derajat Keseragaman Antar Butir

## 5) Kebundaran/*roundness*

Menyatakan kebulatan atau ketajaman sudut butiran, yang mencerminkan tingkat abrasi selama transportasi.

- Merupakan sifat permukaan dari butiran
- Disebabkan oleh pengaruh transport terhadap butiran



Gambar 2.3 Bentuk Tekstur Batuan

## 6) Kemas/fabric

Merupakan sifat hubungan antar butir sebagai fungsi orientasi butir dan packing, secara umum dapat memberikan gambaran tentang arah aliran dalam sedimentasi serta keadaan porositas dan permeabilitas batuan.

- Kemas :
- terbuka: kontak antar butiran tidak bersentuhan
  - tertutup: kontak antar butiran bersentuhan

## h) Struktur batuan sedimen

### 1) Perlapisan :

(8) Lapisan: tebal > 1 cm

(9) Laminasi: tebal < 1 cm

### 2) Jenis perlapisan:

- Perlapisan masif
- *Paralel lamination*
- *Cross lamination/cross beds*
- *Convolute lamination*
- *Graded bedding*
- *Injection structures (sandstones dykes)*

### 3) Struktur di bidang perlapisan:

- Di bagian bawah : *load cast, flute cast*
- Di bagian atas : *ripple marks, mud cracks, organic marks (tracks & trails, burrow)*

## i) Hal-hal lain yang juga perlu dideskripsi

### 1) Pencampuran batuan:

- Karbonatan : bila pencampurnya material karbonat
- Karbonan : bila pencampurnya karbon

- 2) Fragmen pembentuk batuan: kuarsa, felspar (k-felspar dan plagioklas), fragmen batuan (batuan beku, batuan sedimen, batuan metamorf, batuan piroklastik)
- 3) Semen dan matrik:
  - semen karbonat, silika, oksida besi, anhidrit, glaukonit
  - matrik pasir, lanau, lempung
- 4) Warna/kilap: deskripsikan warna batuan yang representatif (misalnya : abu-abu dengan garis-garis hitam, abu-abu, hitam mengkilat, dll.)
- 5) Mineral sedikit: glaukonit, pirit, hematit, piroksen, olivin, biotit, muskovit, karbon, dll.
- 6) Kandungan fosil (bila ada dan sebutkan jenisnya, misalnya foraminifera, dll.)
- 7) Struktur sedimen yang ada: perlapisan, graded bedding, laminasi sejajar, dll.
- 8) Porositas
  - baik : bila menyerap air
  - buruk : bila tidak menyerap air
  - sedang : diantara porositas baik dan buruk
- 9) Kekompakan: mudah diremas, getas, kompak, lunak, padat, keras, dll. (deskripsikan kekompakan yang representatif).

**j) Penggolongan Batuan Sedimen berdasarkan proses-proses pembentukan (Koesoemadinata, 1985)**

- 1) Sedimentasi mekanis: batulanau, batulempung, serpih, napal, batupasir, konglomerat, breksi, kalkarenit, batugamping klastik, batugamping bioklastik, batugamping oolit.
- 2) Sedimentasi Organik: batubara, batugamping terumbu, batugamping bioklastik, radiolarit, diatome.
- 3) Sedimentasi Kimiawi: batugamping kristalin, dolomit, batugamping oolit, gips, anhidrit, batugaram, napal, flint, chert, fosforit.

### k) Penggolongan Batuan Sedimen Berdasarkan asal-usulnya.

**Tabel 2.2 penggolongan batuan sediment berdasarkan asal usulnya**

Klastik Terigenous	Endapan biokimia – biogenik - organik	Pengendapan Kimia	Volkaniklastik
Batupasir, mudrock, konglomerat, breksi	Batugamping, dolomit, rijang, fosfat, batubara	Ironstones, evaporite	Tufa, aglomerat

### 3. Batuan Metamorf

#### a) Pengertian Batuan Metamorf

Proses metamorfisme adalah proses perubahan batuan yang sudah ada menjadi batuan metamorf karena perubahan tekanan dan temperatur yang besar. Batuan asal dari batuan metamorf tersebut dapat batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf sendiri yang sudah ada. Kata metamorf sendiri adalah perubahan bentuk. Agen atau media menyebabkan terjadinya proses metamorfisme adalah panas, tekanan dan cairan kimia aktif. Sedangkan perubahan yang terjadi pada batuan meliputi tekstur dan komposisi mineral.

Kadangkala proses metamorfisme tidak berlangsung sempurna, sehingga perubahan yang terjadi pada batuan asal tidak terlalu besar hanya kekompakkannya yang bertambah. Proses metamorfisme yang sempurna menyebabkan karakteristik batuan asal tidak terlihat lagi. Pada kondisi perubahan yang sangat ekstrim, peningkatan temperatur mendekati titik lebur batuan, padahal perubahan batuan selama proses metamorfisme harus tetap dalam keadaan padat. Apabila peningkatan temperatur samapi meleburkan batuan, maka proses tersebut sudah tidak termasuk pada proses metamorfisme lagi, tetapi sudah menjadi proses aktivitas magma. Proses metamorfisme terjadi apabila kondisi lingkungan batuan mengalami perubahan yang tidak sama dengan kondisi pada waktu batuan terbentuk, sehingga batuan menjadi tidak stabil. Untuk mendapatkan kestabilannya kembali pada kondisi yang baru maka batuan mengalami perubahan. Perubahan tersebut terjadi pada kondisi tekanan dan temperatur tekanan dan temperatur yang beberapa kilometer di bawah permukaan bumi.

Karena pembentukannya yang sangat jauh di bawah permukaan, maka proses pembentukan batuan metamorf sangat sulit dipelajari oleh geologiawan.

Proses metamorfisme sering terjadi pada salah satu dari tiga fenomena pembentukan batuan metamorf. Pertama, pada proses pembentukan pegunungan, batuan yang menyusun suatu daerah yang luas, mengalami tekanan dan perubahan temperatur bersamaan dengan terjadinya deformasi pada batuan tersebut. Akibatnya terjadilah pembentukan batuan metamorf pada daerah yang sangat luas. Proses ini disebut dengan proses metamorfisme regional. Kedua, ketika batuan bersentuhan atau dekat dengan aktivitas magma, akan terjadi proses metamorfisme kontak. Pada proses ini perubahan disebabkan terutama oleh peningkatan temperatur yang sangat tinggi dari magma, sehingga terjadi efek pemanggangan (baking effect) pada batuan disekitar magma. Ketiga, merupakan proses metamorfisme yang sangat jarang, terjadi perubahan sepanjang zona sesar. Pada proses ini batuan disepanjang zona tersebut mengalami penghancuran menjadi material yang sangat halus yang disebut milonit, atau material yang kasar yang disebut breksi sesar, karena kenampakannya seperti breksi pada batuan sedimen. Proses ini disebut proses **metamorfisme dinamik**.

## **b) Agen Proses Metamorfisme**

Agen atau media yang menyebabkan proses metamorfisme adalah panas, tekanan dan cairan kimia aktif. Ketiga media tersebut dapat bekerja bersama-sama pada batuan yang mengalami proses metamorfisme, tetapi derajat metamorfisme dan kontribusi dari tiap agen tersebut berbeda-beda. Pada proses metamorfisme tingkat rendah, kondisi temperatur dan tekanan hanya sedikit diatas kondisi proses pembatuan pada batuan sedimen. Sedangkan pada proses metamorfisme tingkat tinggi, kondisinya sedikit dibawah kondisi proses peleburan batuan.

### **1) Panas Sebagai Agen Metamorfisme**

Panas merupakan agen metamorfisme yang paling penting. Batuan yang terbentuk dekat permukaan bumi akan mengalami perubahan kalau mengalami pemanasan yang tinggi pada waktu diterobos oleh magma dari dalam bumi. Akibat dari proses penerobosan ini tidak atau

sedikit terlihat apabila proses tersebut terjadi pada atau dekat permukaan bumi. Hal ini terjadi karena pada tempat tersebut panas dari magma sudah tidak terlalu berbeda dengan kondisi batuan disekitarnya. Pada keadaan yang demikian hanya akan terjadi proses pembakaran saja pada batuan yang disebut baking effect.

Batuan yang terbentuk di permukaan juga dapat mengalami perubahan temperatur yang tinggi apabila batuan tersebut mengalami proses penimbunan yang dalam.

## **2) Tekanan Sebagai Agen Metamorfisme**

Tekanan seperti halnya temperatur akan meningkat dengan meningkatnya kedalaman. Tekanan ini seperti tekanan gas, akan sama besarnya ke segala arah. Tekanan yang terdapat di dalam bumi ini merupakan tekanan tambahan dari tekanan pada batuan oleh pembebanan batuan di atasnya. Batuan akan mengalami tekanan juga pada waktu terjadinya proses pembentukan pegunungan atau deformasi. Pada keadaan ini batuan akan mengalami penekanan yang berarah, dan pemerasan.

Batuan pada tempat yang dalam akan menjadi platis pada waktu mengalami proses deformasi. Sebaliknya pada tempat yang dekat permukaan bumi, batuan akan mengalami keretakan pada waktu mengalami deformasi. Hasilnya batuan yang bersifat rapuh (brittle) akan hancur dan menjadi mineral yang halus.

## **3) Proses Metamorfisme dan Aktivitas Larutan Kimia**

Larutan kimia aktif, umumnya air yang mengandung ion-ion terlarut, juga dapat menyebabkan terjadinya proses metamorfisme. Pori-pori batuan pada umumnya terisi oleh air. Selain itu beberapa mineral hidrat mengandung air dalam struktur kristalnya. Bila terjadi penimbunan yang dalam pada batuan, air yang terdapat di dalam mineral akan ditekan keluar dari struktur kristalnya, dan akan memungkinkan terjadinya reaksi kimia. Air yang terdapat disekitar kristal akan merupakan katalisator terjadinya perpindahan ion.

Mineral biasanya mengalami rekristalisasi untuk membentuk konfigurasi struktur kristal yang lebih stabil. Pertukaran ion pada

mineral akan membentuk mineral-mineral yang baru. Perubahan mineral yang dilakukan oleh air yang kaya mineral dan panas, telah banyak dipelajari di beberapa daerah gunung api seperti Yellowstone National Park, AS. Disepanjang pematang pegunungan lantai dasar samudera, sirkulasi air laut pada batuan yang masih panas mengubah mineral pada batuan beku basalt yang berwarna gelap menjadi mineral-mineral metamorfisme seperti serpentin dan talk.

#### **4) Perubahan Tekstur dan Komposisi Mineral**

Derajat metamorfisem direfleksikan oleh kenampakan tekstur dan komposisi mineral batuan metamorf. Pada batuan metamorf tingkat rendah, batuan akan lebih kompak dan padat dibandingkan dengan batuan asalnya. Sebagai contoh, batuan metamorf batusabat (slate) terbentuk dari proses kompaksi yang sudah lanjut dari serpih (shale). Pada kondisi yang lebih ekstrim, tekanan dapat menyebabkan mineral-mineral tertentu mengalami rekristalisasi. Seperti telah diuraikan sebelumnya, air memegang peranan yang sangat penting pada proses rekristalisasi dengan mempercepat terjadinya perpindahan ion pada mineral. Pada umumnya proses rekristalisasi memungkinkan pertumbuhan kristal menjadi lebih besar. Hal ini mengakibatkan banyak batuan metamorf disusun oleh mineral-mineral yang besar seperti pada batuan fanerik. Kristal-kristal dari beberapa mineral seperti mika mempunyai struktur lembaran, dan hornblende yang mempunyai struktur butiran yang panjang, apabila mengalami rekristalisasi akan membentuk penjajaran mineral. Orientasi mineral baru ini biasanya tegak lurus terhadap arah gaya tekan yang menyebabkan rekristalisasi tersebut. Hasil dari penjajaran mineral ini menyebabkan batuan menunjukkan kenampakan seperti perlapisan yang disebut foliasi.

Ada beberapa foliasi tergantung pada derajat metamorfismenya. Selama perubahan dari serpih menjadi batusabak, mineral lempung yang stabil pada kondisi permukaan, mengalami rekristalisasi menjadi lembaran-lembaran mineral mika yang halus, yang stabil pada kondisi tekanan dan temperatur yang tinggi. Selanjutnya selama kristalisasi, kristal-kristal mika yang halus membentuk orientasi, sehingga

bidangnya yang datar akan membentuk penjajaran. Akibatnya batu sabak sangat mudah dipecahkan melalui bidang lapisan dari mineral mikanya. Sifat yang semikian disebut belahan batuan (rock cleavage). Karena kristal-kristal mika yang menyusun batusabak sangat halus, maka foliasi pada batu sabak tidak mudah dilihat. Tetapi karena batu sabak menunjukkan belahan batuan dengan sangat baik yang disebabkan oleh penjajaran dari mineral penyusunnya, maka batusabak disebut batuan metamorf berfoliasi.

Pada kondisi tekanan dan temperatur yang lebih tinggi, butiran mika yang sangat halus pada batusabak akan berkembang beberapa kali lebih besar. Kristal-kristal mika yang besar ini akan menyebabkan kenampakan batuan yang pipih. Kenampakan batuan yang demikian disebut sekistositas (schistosity), dan batuan dengan kenampakan yang demikian disebut batuan metamorf sekis (schist). Beberapa batuan sekis diberi nama sesuai dengan mineral yang menyusunnya. Apabila mineral yang menyusun dominan mineral mika, muscovit dan biotit, maka batumannya disebut sekis mika.

Pada proses metamorfisme tingkat tinggi, perpindahan ion-ion cukup ekstrim, sehingga menyebabkan terjadinya segregasi mineral butiran yang memberikan kenampakan "banded" pada batuan. Kenampakan ini ditunjukkan oleh penjajaran mineral butiran seperti kuarsa. Batuan metamorf dengan kenampakan yang demikian disebut gneiss (gneiss). Batuan metamorf ini biasanya terbentuk dari ubahan batuan beku granit atau diorit, bahkan dapat juga terbentuk dari gabro atau serpih yang mengalami proses metamorfisme tingkat tinggi.

Batuan metamorf yang tidak menunjukkan struktur foliasi disebut batuan metamorf nonfoliasi. Batuan metamorf ini biasanya hanya disusun oleh satu jenis mineral dengan bentuk kristal equidimensional, sehingga sering juga batuan ini disebut batuan metamorf kristalin. Contoh yang baik adalah batugamping yang berbutir halus mengalami proses metamorfisme, maka butiran mineral kalsit yang halus tersebut bergabung membentuk kristal yang saling mengisi. Hasilnya adalah batuan metamorf yang mirip dengan batuan beku yang berbutir kasar. Batuan metamorf yang berasal dari batugamping disebut marmer (*marble*). Walaupun batuan tersebut cenderung nonfoliasi, tetapi pada

kenampakan mikroskopis batuan ini menunjukkan pemipihan dan penjarangan butiran mineral. Lapisan tipis mineral lempung sering juga dijumpai pada batugamping, yang akan mengalami distorsi pada waktu proses metamorfisme. Distorsi yang berwarna gelap ini memberikan tekstur yang bagus pada marmer.

Pada proses metamorfisme serpih menjadi batusabak, mineral lempung mengalami rekristalisasi menjadi mika. Dalam beberapa hal komposisi kimia dari batuan yang mengalami rekristalisasi tidak mengalami perubahan, kecuali terjadinya penggabungan dari mineral penyusun batuan dengan ion tertentu yang terdapat dalam air untuk membentuk mineral baru yang lebih stabil pada kondisinya yang baru. Sebagai contoh mineral batuan metamorf yang umum adalah wolastonit. Mineral ini terbentuk pada waktu batugamping ( $\text{CaCO}_3$ ) yang banyak mengandung kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) mengalami metamorfisme kontak. Pada temperatur yang tinggi mineral kalsit dan kuarsa akan bereaksi membentuk wolastonit ( $\text{CaSiO}_3$ ) dan melepaskan karbon dioksida.

Proses metamorfisme seringkali membentuk mineral-mineral baru. Batuan sampling dari suatu tubuh magma yang besar, akan mengalami ubahan oleh ion-ion yang banyak terdapat dalam larutan hidrotermal. Perkolasi air laut pada batuan kerak samudera yang baru terbentuk banyak mengandung ion-ion yang aktif yang bereaksi dengan batuan yang sudah ada. Proses ini menyebabkan banyak batuan kerak samudera kaya akan bijih tembaga.

## **5) Kejadian Batuan Metamorf**

Batuan metamorf umumnya dibentuk oleh satu dari tiga kondisi lingkungan, sepanjang zona sesar, pada kontak tubuh batuan beku, atau pada waktu pembentukan pegunungan.

### **c) Metamorfisme Sepanjang Jalur Sesar**

Ketika terjadinya pensesaran dekat permukaan bumi, tekanan dan panas yang terbentuk disepanjang jalur sesar tersebut akan membentuk batuan lepas yang disusun oleh fragmen-fragmen batuan. Bila batuan ini

disusun oleh fragmen-fragmen yang menyudut disebut **breksi sesar (fault breccia)**. Batuan metamorf yang terbentuk di zona sesar dan pada tempat yang dalam, kadang-kadang menunjukkan butiran yang memanjang yang hampir sama dengan batuan hasil proses metamorfisme lainnya. Oleh sebab itu sangat sulit ditentukan genesa batuan metamorf tersebut apabila hanya diamati pada contoh batuan yang kecil (hand specimen).

Jumlah batuan metamorf yang terbentuk oleh proses ini relatif sangat kecil dibandingkan dengan yang dibentuk oleh proses lainnya. Tetapi pada tempat tertentu batuan ini cukup dominan.

#### **d) Metamorfisme Kontak**

Metamorfisme kontak terjadi ketika magma bersentuhan dengan batuan samping yang relatif dingin. Kontak metamorfisme dapat jelas terlihat apabila terjadi pada lingkungan pada atau dekat dengan permukaan, dimana perbedaan temperatur antara magma dengan batuan samping sangat besar. Tetapi kontak metamorfisme juga terjadi pada tempat yang dalam, sehingga batuanannya hampir sama dengan batuan hasil ubahan metamorfisme regional.

Pada metamorfisme kontak, akan terbentuk zona disekitar magma yang disebut **aurole**. Tubuh batuan beku intrusif yang kecil seperti sill dan dike membentuk aurole hanya beberapa sentimeter, sedangkan tubuh batuan beku yang besar seperti batolit dan lakolit membentuk aurole yang tebalnya sampai beberapa kilometer. Dekat dengan tubuh magma mineral temperatur tinggi seperti garnet akan terbentuk, semakin jauh dari tubuh magma akan terbentuk mineral dengan tingkat yang lebih rendah seperti klorit. Selain ukuran tubuh batuan beku, komposisi mineral batuan samping dan jumlah air sangat berpengaruh terhadap ketebalan aurole yang terbentuk. Pada batuan yang mudah bereaksi seperti batugamping, zona ubahannya bisa mencapai 10 kilometer atau lebih dari tubuh batuan beku.

Kebanyakan metamorfisme kontak berbutir halus, dense, tough rock dari komposisi kimia yang bervariasi. Sebagai contoh, pada metamorfisme kontak, mineral lempung dibakar dan dapat berubah menjadi keras. Karena arah tekanan tidak merupakan faktor yang penting dalam pembentukan batuan ini, maka batuan yang terbentuk umumnya tidak

berfoliasi. Batuan metamorf yang keras dan tidak berfoliasi dinamakan **hornfels**.

Bila kontak metamorfisme disebabkan oleh tubuh batuan beku yang sangat besar, larutan hidrotermal yang berasal dari dalam magma, dapat bermigrasi sampai jarak jauh. Larutan hidrotermal yang meresap ke dalam batuan samping akan bereaksi dengan batuan tersebut akan membentuk batuan metamorf. Mineral bijih dari beberapa jenis metal terbentuk pada proses ini antara lain tembaga, besi, timbal, seng dan emas.

#### **e) Metamorfisme Regional**

Batuan metamorf yang paling banyak jumlahnya adalah batuan metamorf yang dihasilkan dari proses metamorfisme regional. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, metamorfisme regional terjadi pada tempat yang dalam, meliputi daerah yang luas, dan berasosiasi dengan proses pembentukan pegunungan. Pada proses pembentukan pegunungan, batuan penyusun kerak bumi mengalami peremasan sehingga mengalami deformasi yang kuat. Karena proses tersebut batuan akan terlipat dan tersesarkan, dan kerak bumi menjadi semakin pendek dan tebal.

### **C. Aktivitas Pembelajaran**

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai siklus geologi batuan, diantaranya yaitu:

1. Mengamati

Mengamati prinsip-prinsip siklus geologi batuan dan jenis-jenis batuan yang ada di bumi

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang siklus geologi batuan dan jenis-jenis batuan

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang siklus geologi batuan, jenis batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf

#### 4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang siklus geologi batuan dan jenis batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf

#### 5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang siklus geologi batuan, batuan beku dan batuan metamorf

### **D. Latihan/ Kasus /Tugas**

1. Jelaskan tentang definisi dan siklus geologi terjadinya batuan ?
2. Jelaskan mekanisme proses metamorfisme kontak?
3. Jelaskan definisi batuan sedimen dan proses terjadinya batuan sedimen?

### **E. Rangkuman**

1. Batuan merupakan benda padat yang terdiri dari agregat-agregat baik itu satu mineral atau lebih, Semua batuan pada mulanya dari magma. Magma keluar di permukaan bumi antara lain melalui puncak gunung berapi. Gunung berapi ada di daratan ada pula yang di lautan. Magma yang sudah mencapai permukaan bumi akan membeku. Magma yang membeku kemudian menjadi batuan beku. Batuan beku muka bumi selama beribu-ribu tahun lamanya dapat hancur terurai selama terkena panas, hujan, serta aktifitas tumbuhan dan hewan. Selanjutnya hancuran batuan tersebut tersangkut oleh air, angin atau hewan ke tempat lain untuk diendapkan. Hancuran batuan yang diendapkan disebut batuan endapan atau batuan sedimen. Baik batuan sedimen atau beku dapat berubah bentuk dalam waktu yang sangat lama karena adanya perubahan temperatur dan tekanan. Batuan yang berubah bentuk disebut batuan malihan atau batuan metamorf.

### **F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Pada bagian evaluasi ini, ada 3 jenis latihan yang akan diberikan untuk mengukur kemampuan anda, yaitu:

#### **1. Kognitif skill**

- a. Jelaskan secara tepat dan singkat tentang siklus geologi terjadinya batuan dan jenis-jenis batuan.

b. Jelaskan secara tepat dan singkat proses metamorfisme kontak.

## 2. Psikomotor Skill

Jelaskan tentang aplikasi jenis batuan sedimen dilapangan, sesuai dengan penjelasan yang sudah dibahas pada materi sebelumnya.

## 3. Attitude Skill

Sebagai sebuah tim dalam melakukan proses pembelajaran yang membahas tentang siklus geologi terjadinya batuan, bagaimana cara anda menanamkan rasa ketaqwaan kepada tuhan yang maha esa, rasa tanggung jawab, kebersamaan dan kedisiplinan

## G.Kunci Jawaban

1. Batuan merupakan benda padat yang terdiri dari agregat-agregat baik itu satu mineral atau lebih, Semua batuan pada mulanya dari magma. Magma keluar di permukaan bumi antara lain melalui puncak gunung berapi. Gunung berapi ada di daratan ada pula yang di lautan. Magma yang sudah mencapai permukaan bumi akan membeku. Magma yang membeku kemudian menjadi batuan beku. Batuan beku muka bumi selama beribu-ribu tahun lamanya dapat hancur terurai selama terkena panas, hujan, serta aktifitas tumbuhan dan hewan.

Selanjutnya hancuran batuan tersebut tersangkut oleh air, angin atau hewan ke tempat lain untuk diendapkan. Hancuran batuan yang diendapkan disebut batuan endapan atau batuan sedimen. Baik batuan sedimen atau beku dapat berubah bentuk dalam waktu yang sangat lama karena adanya perubahan temperatur dan tekanan. Batuan yang berubah bentuk disebut batuan malihan atau batuan metamorf.

2. Metamorfisme kontak terjadi ketika magma bersentuhan dengan batuan samping yang relatif dingin. Kontak metamorfisme dapat jelas terlihat apabila terjadi pada lingkungan pada atau dekat dengan permukaan, dimana perbedaan temperatur antara magma dengan batuan samping sangat besar. Tetapi kontak metamorfisme juga terjadi pada tempat yang dalam, sehingga batumannya hampir sama dengan batuan hasil ubahan metamorfisme regional.

Pada metamorfisme kontak, akan terbentuk zona disekitar magma yang disebut aureole. Tubuh batuan beku intrusif yang kecil seperti sill dan dike membentuk aureole hanya beberapa sentimeter, sedangkan tubuh batuan beku yang besar seperti batolit dan lakolit membentuk aureole yang tebalnya sampai beberapa kilometer. Dekat dengan tubuh magma mineral temperatur tinggi seperti garnet akan terbentuk, semakin jauh dari tubuh magma akan terbentuk mineral dengan tingkat yang lebih rendah seperti klorit. Selain ukuran tubuh batuan beku,

komposisi mineral batuan samping dan jumlah air sangat berpengaruh terhadap ketebalan aureole yang terbentuk. Pada batuan yang mudah bereaksi seperti batugamping, zona ubahannya bisa mencapai 10 kilometer atau lebih dari tubuh batuan beku

3. Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk sebagai hasil pemadatan endapan yang berupa bahan lepas. Menurut ( Pettijohn, 1975 ) batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk dari akumulasi material hasil perombakan batuan yang sudah ada sebelumnya atau hasil aktivitas kimia maupun organisme, yang di endapkan lapis demi lapis pada permukaan bumi yang kemudian mengalami pembatuan. Menurut Tucker (1991), 70 % batuan di permukaan bumi berupa batuan sedimen. Tetapi batuan itu hanya 2 % dari volume seluruh kerak bumi. Ini berarti batuan sedimen tersebar sangat luas di permukaan bumi, tetapi ketebalannya relatif tipis.

Berdasarkan tempat endapannya, batuan ini dibedakan menjadi:

- a) Batuan Sedimen Marine (laut) dimana saat siklus berlangsung di endapkan dilaut
- b) Batuan Sedimen Fluvial (sungai) dimana saat siklus berlangsung di endapkan disungai
- c) Batuan Sedimen Teistik (darat) dimana saat siklus berlangsung di endapkan didarat
- d) Batuan Sedimen Limnik (rawa) dimana saat siklus berlangsung di endapkan dirawa

## IV. Kegiatan Pembelajaran 3

### A. Tujuan

Dengan diberikan modul tentang jenis-jenis batuan guru dapat memahami dan menjelaskan bagaimana jenis-jenis batuan

### B. Uraian Materi

Menentukan jenis batuan.

#### 1. Jenis-Jenis Batuan dan Klasifikasinya

##### a) Jenis – Jenis Batuan Beku

Batuan beku merupakan batuan yang berasal dari hasil proses pembekuan magma. Igneous berasal dari kata ignis yang berarti api atau pijar, karena magma merupakan material silikat yang panas dan pijar yang terdapat di dalam bumi atau batuan keras yang terbentuk dari magma yang kemudian membeku. Magma adalah cairan panas dengan temperatur tinggi yang berasal dari dalam bumi.

Macam-macam Batuan Beku adalah:

##### 1) Batuan Beku Dalam

Pengertian batuan beku dalam adalah batuan yang terbentuk dari magma yang berada dibawah permukaan bumi. Nama lain batuan beku dalam adalah batuan beku plutonik. Ciri-ciri batuan beku dalam adalah permukaan kasar dan mengkristal, Contoh batuan beku dalam adalah sienit, granit, diorit, gabro.

##### 2) Batuan Beku Luar

Pengertian batuan beku luar adalah batuan yang terbentuk dari magma yang berada pada permukaan bumi. Nama lain batuan beku luar adalah batuan beku vulkanik. Ciri-ciri batuan beku luar adalah permukaan halus, tidak mengkristal.

##### 3) Batuan Beku Korok

Pengertian batuan beku korok adalah batuan yang terbentuk dari magma yang berada dekat dengan permukaan bumi. Ciri-ciri batuan beku korok ini permukaan kasar dan mengkristal. Contoh batuan beku korok adalah porfir granit, porfir diorit, ordinit.

Batuan beku dibedakan berdasarkan sifat kimiawinya yaitu :

- a) Batuan asam, mengandung banyak asam silisilat merupakan senyawa silikon dan oksida, mengandung kwarsa berwarna keputih-putihan
- b) Batuan basa, kadar asam silisilatnya rendah banyak mengandung magnesium dan besi, warnanya gelap/hitam.

## b) Contoh – Contoh Batuan Beku

### 1) Granit



Gambar 3.1. Batuan Beku Granit

Proses terbentuk : Batuan ini terbentuk dari hasil pembekuan magma berkomposisi asam yang membeku di dalam dapur magma, sehingga batu ini merupakan jenis batu beku dalam.

Massa jenis: Sekitar 2,2 – 2,3 gram/cm<sup>3</sup>

Warna : Putih, abu-abu, atau campuran keduanya.

Batuan ini banyak di temukan di daerah pinggiran pantai dan di pinggiran sungai besar ataupun di dasar sungai.

Batu Granit dapat digunakan sebagai berikut :

- 1) Batu bahan bangunan
- 2) Monumen
- 3) Jembatan
- 4) Sebagai dekorasi
- 5) Bahan tegel, dll

## 2) Gabro



Gambar 3.2. Batuan Beku Gabro

Proses terbentuk batuan gabro ini terbentuk dari magma yang membeku di dalam gunung. Termasuk batuan *dalam*. Massa Jenis adalah 2,9 – 3,21 gram/cm<sup>3</sup>. Warna dari batuan gabro ini yaitu gelap kehijauan , coklat bercampur putih. Karakteristik lain batuan gabro berwarna gelap kehijauan, menunjukkan kandungan silika rendah sehingga magma asal bersifat basa. Struktur batuan ini adalah massive, tidak terdapat rongga atau lubang udara maupun retakan-retakan. Batuan ini masih segar dan tidak pernah terkena gaya endogen yang dapat meninggalkan retakan pada batuan. Batuan ini memiliki tekstur fanerik karena mineral-mineralnya dapat dilihat langsung secara kasat mata dan mineral yang besar menunjukkan bahwa mineral tersebut terbentuk pada suhu pembekuan yang relatif lambat sehingga bentuk mineralnya besar-besar.

## 3) Andesit



Gambar 3.3. Batuan Andesit

Proses terbentuk batuan ini berasal dari lelehan lava gunung merapi yang meletus, batu Andesit terbentuk (membeku) ketika temperatur lava yang meleleh turun antara 900 sampai dengan 1,100 derajat Celsius. Merupakan jenis batuan beku luar. Massa Jenis adalah 2,8 – 3 gram/cm<sup>3</sup>. Warna agak gelap (abu-abu tua).

Batu andesit sering digunakan sebagai :

- a) Nisan kuburan

- b) Cobek
- c) Lumping jamu
- d) Cungkup (kap lampu taman)
- e) Arca untuk hiasan
- f) Batu pembuat candi
- g) Sarkofagus
- h) Punden berundak
- i) Meja batu

#### 4) Diorit



Gambar 3.4. Batuan Beku Diorit

Proses terbentuk batuan ini merupakan hasil terobosan batuan beku (instruksi) yang terbentuk dari hasil peleburan lantai samudra yang bersifat mafic pada suatu subduction zone. Biasanya diproduksi pada busur lingkaran vulkanis, dan membentuk suatu gunung didalam cordilleran ( subduction sepanjang tepi suatu benua, seperti pada deretan Pegunungan). Terdapat emplaces yang besar berupa batholiths (banyak beribu-ribu mil-kwadrat) dan mengantarkan magma sampai pada permukaan untuk menghasilkan gunung api gabungan dengan lahar andesite. Termasuk jenis batuan beku dalam. Massa jenisnya 2,8 – 2,9 gram/cm<sup>3</sup>. Warna batuan ini kelabu bercampur putih, atau hitam bercampur putih. Kegunaan batu diorit ini dapat dijadikan sebagai batu ornamen dinding maupun lantai bangunan gedung atau untuk batu belah untuk pondasi bangunan / jalan raya.

## 5) Basalt



Gambar 3.5. Batuan Beku Basalt

Proses terbentuknya berasal dari hasil pembekuan magma berkomposisi basa dipermukaan atau dekat permukaan bumi. Biasanya membentuk lempeng samudera di dunia. Mempunyai ukuran butir yang sangat baik sehingga kehadiran mineral mineral tidak terlihat. Massa jenis 2,7 – 3 gram/cm<sup>3</sup>. Warna Gelap. Karakteristik lain Batuan Basalt lazimnya bersifat masif dan keras, bertekstur afanitik, terdiri atas mineral gelas vulkanik, plagioklas, piroksin, Amfibol dan mineral hitam. Kandungan mineral Vulkanik ini hanya dapat terlihat pada jenis batuan basalt yang berukuran butir kuarsa, yaitu jenis dari batuan basalt yang bernama gabbro. Berdasarkan komposisi kimianya, basalt dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu basalt alkali dan basalt tholeitik. Perbedaan di antara kedua tipe basalt itu dapat dilihat dari kandungan Na<sub>2</sub>O dan K<sub>2</sub>O. Untuk konsentrasi SiO<sub>2</sub> yang sama, basalt alkali memiliki kandungan Na<sub>2</sub>O dan K<sub>2</sub>O lebih tinggi daripada basalt tholeitik. Manfaat basalt kerap digunakan sebagai bahan baku dalam industri poles, bahan bangunan / pondasi bangunan (gedung, jalan, jembatan, dll) dan sebagai agregat.

## 6) Obsidian



Gambar 3.6 Batuan Beku Obsidian

Proses Terbentuk obsidian merupakan batuan yang terbentuk oleh hasil kegiatan erupsi gunung api bersusunan asam hingga basa yang

pembekuannya sangat cepat sehingga akan terbentuk gelas atau kaca daripada kristal dominan. Obsidian adalah batuan yang disusun secara keseluruhan dari kaca amorf dan sedikit kristal feldspar, mineral hitam dan kuarsa. Massa Jenis 2,36 – 2,5 gram/cm<sup>3</sup>. Warnanya bening seperti kaca dan warnanya kadang-kadang hitam mulus, merah tua, agak hijau atau abu-abu. Batu ini jarang yang berwarna kuning atau merah putih atau biru. Batu obsidian sering ditemukan dalam keadaan mengkilau mulus walaupun belum dipoles. Batu obsidian terbuat dari 70% silicon dioxide bahkan lebih dan jika tercampur mineral mineral tertentu warnanya akan berubah. Karakteristik lain batu obsidian mempunyai nilai keras 5-5.5 berdasarkan daftar keras Mohs dan termasuk batu mulia tanggung. Manfaatnya dapat dijadikan sebagai perhiasan cincin, dijadikan kerajinan di Itali, Perancis dan Belanda batu ini dipercayai sebagai jimat pengusir roh jahat yang harus dimiliki di tiap rumah.

## 7) Pumice (batu apung)



Gambar 3.7 Batuan Beku Pumice/Batu Apung

Proses terbentuk batu apung merupakan hasil material erupsi gunung api yang membeku ketika didalamnya masih terdapat udara sehingga mempunyai sifat titik berongga-rongga tersebar secara tidak merata. Batu apung mengandung silika tinggi, dan termasuk jenis batuan beku luar. Massa jenisnya dibawah 1 gram/cm<sup>3</sup>. Warnanya putih, dan coklat muda. Karakteristik lain dapat terapung di air, kedap suara, batuapung juga tahan terhadap api, kondensi, jamur dan panas. Manfaat dalam sektor industri lain, batu apung digunakan sebagai bahan pengisi (filler), pemoles/penggosok (polishing), pembersih (cleaner), stonewashing, abrasif, isolator temperatur tinggi dan lain-lain.

## 8) Diorit



Gambar 3.8 Batuan Beku Diorit

Batuan ini bertekstur feneris, mengandung feldspar plagioklas calcsiksodik dalam jumlah yang besar dengan tipe sodik yang banyak. Plagioklasnya melebihi ortoklas, kuarsa tidak ada, tetapi mengandung augit dalam jumlah sedikit. Harnbledia biasanya lebih banyak dari biotit. Diorite sangat mirip dengan gabro, tetapi diorit plagioklasnya lebih asam (sodik) daripada labradorit. Batuan dengan plagioklas yang lebih basa disebut dengan gabro. Mineral-mineral accesorisnya kuarsa, apotik, kalsit, klorit, granit, dan epidot. Varietas yang umum adalah diorite hornblende. Warna diorit cerah abu-abu gelap hijau keabu - abuan.

## 9) Liparit



Gambar 3.9 Liparit

Lapirit merupakan batuan bertekstur porfiris dan umumnya berwarna putih, mineral pembentuknya feldspar, kuarsa, biotit dan mungkin juga mineral berwarna gelap.

## 10) Dasit



Gambar 3.10 Dasit

Dasit merupakan batuan yang memiliki ciri-ciri berwarna abu-abu terang, mineral plagioklas berbutir kasar dalam masa dasar lebih halus. Dasit mengandung 15-20% kwarsa, kurang lebih 60% feldaspar dan 10-20% biotit atau hornblende. Mineral silikat ada dalam jumlah sedikit. Misalnya biotit, hornblende, dan augit. Jika panerisnya plagioklas atau kwarsa banyak, disebut dengan porfir dan dasit.

## 11) Skoria



Gambar 3.11 Skoria

Skoria merupakan batuan yang terbentuk jika air dan gelombang-gelombang gas lainnya keluar melalui lava yang mampat (stiff lava), yang lubang-lubangnya lebih besar kalau dibandingkan dengan purnice. Warna skoria coklat kemerahan sampai abu-abu gelap dan hitam.

## 12) Tufa Gelas



Gambar 3.12 Tufa Gelas

Tufa Gelas merupakan batuan piroklastik yang disusun oleh material hasil gunung api yang banyak mengandung debu vulkanik dan mineral gelas, dengan warna putih kekuningan, abu-abu dan kuning kecoklatan. Kegunaan digunakan sebagai timbunan.

### c) Jenis –Jenis Batuan Sedimen

Batuan endapan atau batuan sedimen adalah salah satu dari tiga kelompok utama batuan (bersama dengan batuan beku dan batuan metamorfosis) yang terbentuk melalui tiga cara utama: pelapukan batuan lain (clastic); pengendapan (deposition) karena aktivitas biogenik; dan pengendapan (precipitation) dari larutan.

- a) Berdasarkan proses pengendapannya
  - (1) batuan sedimen klastik
  - (2) batuan sedimen kimiawi
  - (3) batuan sedimen organik
- b) Berdasarkan tenaga alam yang mengangkut
  - (1) batuan sedimen aerik
  - (2) batuan sedimen aquatik
  - (3) batuan sedimen marin
  - (4) batuan sedimen glastik
- c) Berdasarkan tempat endapannya : batuan sedimen limnik, batuan sedimen fluvial, batuan sedimen marine dan batuan sedimen teistrik

Penamaan batuan sedimen biasanya berdasarkan besar butir penyusun batuan tersebut. Penamaan tersebut adalah: breksi, konglomerat, batupasir, batulanau, batulempung, stalaktit dan stalakmit, moraine.

## d) Contoh-Contoh Batuan Sediment

### 1) Konglomerat



Gambar 3.13 Konglomerat

Proses terbentuk konglomerat merupakan suatu bentukan fragmen dari proses sedimentasi, batuan yang berbutir kasar, terdiri atas fragmen dengan bentuk membulat dengan ukuran lebih besar dari 2mm yang berada ditengah-tengah semen yang tersusun oleh batupasir dan diperkuat & dipadatkan lagi kerikil. Dalam pembentukannya membutuhkan energi yang cukup besar untuk menggerakkan fragmen yang cukup besar biasanya terjadi pada sistem sungai dan pantai. Warna dari batuan ini berwarna warni. Manfaat biasanya batuan tersebut menjadi batuan penyimpan hidrokarbon (reservoir rocks) atau bisa juga menjadi batuan induk sebagai penghasil hidrokarbon (source rocks).

### 2) Batu Pasir



Gambar 3.14 Batu Pasir

Proses terbentuk batupasir adalah suatu batuan sedimen klastik yang dimana partikel penyusunnya kebanyakan berupa butiran berukuran pasir. Kebanyakan batupasir dibentuk dari butiran-butiran yang terbawa oleh pergerakan air, seperti ombak pada suatu pantai atau saluran di suatu sungai. Butirannya secara khas di semen bersama-sama oleh tanah kerikil

atau kalsit untuk membentuk batupasir tersebut. Batupasir paling umum terdiri atas butir kwarsa sebab kwarsa adalah suatu mineral yang umum yang bersifat menentang laju arus. Warna coklat dan putih. Manfaat batu pasir mempunyai banyak kegunaan didalam industri konstruksi sebagai suatu kumpulan dan batu-tembok. batupasir hasil galian dapat digunakan sebagai material di dalam pembuatan gelas/kaca.

### 3) Breksi



Gambar 3.15 Breksi

Karakteristik breksi merupakan batuan sedimen klastik yang memiliki ukuran butir yang cukup besar (diameter lebih dari dua milimeter) dengan tersusun atas batuan dengan fragmen menyudut (tajam). Ruang antara fragmen besar bisa diisi dengan matriks partikel yang lebih kecil atau semen mineral yang mengikat batu itu bersama-sama. Spesimen yang ditunjukkan di atas memiliki ukuran garis tengah sekitar dua inci (lima sentimeter). Warna batuan ini merah kecoklatan, keemasan, coklat. Manfaat sebagai Hiasan Bisa, misalnya di ukir hingga halus membentuk vas bunga, meja kecil, atau asbak.

### 4) Stalakmit dan Stalagmit



Gambar 3.16 Stalaknit

Proses terbentuknya stalaktit dan stalakmit adalah bentukan alam khas daerah Karst. Air yang larut di daerah karst akan masuk ke lobang-lobang (doline) kemudian turun ke gua dan menetes-netes dari atap gua ke dasar gua. Nah tetesan-tetesan air yang mengandung kapur ini lama-lama kapurnya membeku dan menumpuk sedikit demi sedikit lalu berubah jadi batuan kapur yang bentuknya runcing-runcing. Stalaktit adalah batu yang terbentuk di atap gua, bentuknya meruncing ke bawah, sedangkan stalakmit adalah batu yang terbentuk di dasar gua bentuknya meruncing ke atas. Warna kuning, coklat, krem, keemasan, putih. Manfaat sebagai keindahan alam (biasanya di gua-gua), dapat di jadikan hiasan rumah. Tempat sangat sering di temukan di daerah gua, ada juga yang di sekitar air terjun.

### 5) Batu Lempung



Gambar 3.17 Batu Lempung

Proses terjadinya type utama batu lempung menurut terjadinya terdiri dari lempung residu dan lempung letakan (sedimen), lempung residu adalah sejenis lempung yang terbentuk karena proses pelapukan (alterasi) batuan beku dan ditemukan disekitar batuan induknya. Kemudian material lempung ini mengalami proses diagenesa sehingga membentuk batu lempung. Warna batuan ini coklat, keemasan, coklat, merah, abu-abu. Manfaat dapat dijadikan kerajinan, seperti asbak, patung, celengan, dll. Tempat sering ditemukan di Pinggiran Sungai ataupun pinggiran danau.

## 6) Batu gamping (batu kapur)



Gambar 3.18 Batu Gamping

Batu Gamping merupakan batuan karbonat yang paling banyak terdapat, dengan kenampakan tekstur aphanitik sampai phanero-cristalin. Warna putih keabu-abuan, abu-abu, abu-abu gelap, hitam, kuning, coklat, dan lainnya oleh adanya kotoran-kotoran, oksid besi dan zat-zat organik. Limestone berbutir mulus, pecahannya conchoidal. Bila ditetesi HCL memercik/berbuih. Mudah larut terutama dalam air yang mengandung  $\text{CO}_2$  sehingga terjadi lubang-lubang, celah-celah, diaklas- diaklas dan lainnya. tebal dapat dari beberapa centimeter sampai beberapa ratus meter. Beberapa limestone seluruhnya dapat terdiri dari butir-butir calcit. Keras dari limestone sangat berbeda-beda, ada yang keras dan ada yang lunak, agak keras, dan sebagainya, tergantung dari teksturnya. Selama proses pelapukan dari limestone, calcium carbonatnya dapat terlarut, dan yang tertinggal adalah kotoran-kotorannya, yang kemudian dapat terkonsentrasi dan membentuk clay atau loams yang berwarna merah atau kuning, oleh oksidasi dari mineral-mineral oksida besi.

Ciri-ciri: Warna putih keabu-abuan, agak lunak, dan bila ditetesi asam membentuk gas karbondioksida. Terbentuk dari hasil pepadatan cangkang hewan lunak atau hewan laut yang telah mati. Cangkang tersebut terdiri dari kapur tidak musnah.

## 7) Travertin



Gambar 3.19 Travertin

Calcium carbonat tidak larut dalam air murni, tetapi bila aornya mengandung  $\text{CO}_2$  maka calcium carbonat itu mudah berubah menjadi biocarbonat. Jadi dibawah tekanan atmosfer, air yang banyak mengandung  $\text{CO}_2$  secara perlahan-lahan melarutkan calcium carbonat, terutama bila air tersebut berasal dari tempat yang dalam dengan tekanan yang lebih besar dan kandungan  $\text{CO}_2$  nya lebih banyak, maka daya melarutkan lebih tinggi. Bila larutan tersebut mencapai permukaan bumi dibawah tekanan atmosfer, calcium carbonatnya segera diendapkan oleh proses evaporasi, dan proses ini dapat dipercepat oleh adanya kegiatan dari tumbuh-tumbuhan (algae). Calcium carbonat yang doiendapkan di mulut/lubang mata air itu disebut travertine.

## 8) Serpin



Gambar 3.20 Serpin

Serpin berasal dari lumpur yang mengendap. Terdiri dari butiran-butiran batu lempung atau tanah liat, pada umumnya sepertiga terdiri atas kuarsa, sepertiga bahan tanah, sepertiga bahan lain termasuk karbonat, besi oksida, feldspar, dan zat organik. Berwarna abu-abu kehijauan, merah, atau kuning. Dimanfaatkan sebagai bahan bangunan. Berasal dari endapan hasil pelapukan batuan tanah liat.

#### e) Jenis – Jenis Batuan Metamorf

Batuan metamorf adalah batuan yang terbentuk dari proses metamorfisme batuan-batuan sebelumnya karena perubahan temperatur dan tekanan. Metamorfisme terjadi pada keadaan padat (padat ke padat) meliputi proses kristalisasi, reorientasi dan pembentukan mineral-mineral baru serta terjadi dalam lingkungan yang sama sekali berbeda dengan lingkungan batuan asalnya terbentuk.

#### f) Contoh dan Karakteristik dari Batuan Metamorf

##### 1) Gneiss (ganes)



Gambar 3.21 Gneiss

Merupakan batuan yang terbentuk dari hasil metamorfosis batuan beku dalam temperatur dan tekanan yang tinggi. Dalam Gneiss dapat diperoleh rekristalisasi dan foliasi dari kuarsa, feldspar, mika dan amphibole. Gneiss adalah batuan metamorf dengan kristal-kristal yang kasar, biasanya berlapis-lapis akibat pemisahan mineral-mineral yang berbeda sehingga membentuk foliasi sekunder yang kasar. Terbentuk pada tempat yang dalam dan pada tingkat metamorfisme yang tinggi bersama-sama dengan struktur pegunungan lipatan. Pada prinsipnya gneiss berasal dari batuan beku silicaceous seperti granit, monozit kuarsa, syenite, dan granodiorit, tetapi dapat juga dari rhyolit, tuff, arkosa dan batu pasir feldspatik. Mineral-mineral utama pada gneiss adalah kuarsa dan feldspar, sedangkan mineral-mineral yang lain adalah, biotite, hornblende dan augite. Warna bervariasi tergantung pada warna mineral dominan yang ada.

## 2) Sekis



Gambar 3.22 Sekis

Schist (sekis) adalah batuan metamorf yang mengandung lapisan mika, grafit, horndlende. Mineral pada batuan ini umumnya terpisah menjadi berkas-berkas bergelombang yang diperlihatkan dengan kristal yang mengkilap.

## 3) Marmer



Gambar 3.23 marmer

Terbentuk ketika batu gamping mendapat tekanan dan panas sehingga mengalami perubahan dan rekristalisasi kalsit. Utamanya tersusun dari kalsium karbonat. Marmer bersifat padat, kompak dan tanpa foliasi. Marmer adalah metamorfisme dari batuan kapur, baik itu batu kapur kalsit maupun batu kapur dolomit. Terbentuknya terutama disebabkan oleh reksistelisasi calsit. (dolomit) yang biasanya berbutir lebih kasar daripada batu kapur aslinya. Marmer yang terbentuk oleh dolomit disebut marmer dolomit (dolomitic marble).

#### 4) Kuarsit



Gambar 3.24 Kuarsit

Adalah salah satu batuan metamorf yang keras dan kuat. Terbentuk ketika batupasir (sandstone) mendapat tekanan dan temperatur yang tinggi. Ketika batupasir bermetamorfosis menjadi kuarsit, butir-butir kuarsa mengalami rekristalisasi, dan biasanya tekstur dan struktur asal pada batupasir terhapus oleh proses metamorfosis .

#### 5) Milonit



Gambar 3.25 Milonit

Milonit merupakan batuan metamorf kompak. Terbentuk oleh rekristalisasi dinamis mineral-mineral pokok yang mengakibatkan pengurangan ukuran butir-butir batuan. Butir-butir batuan ini lebih halus dan dapat dibelah seperti schistose.

## 6) Serpentin



Gambar 3.25 Serpentin

Serpentin, batuan yang terdiri atas satu atau lebih mineral serpentine dimana mineral ini dibentuk oleh proses serpentinisasi (serpentinization). Serpentinisasi adalah proses proses metamorfosis temperatur rendah yang menyertakan tekanan dan air, sedikit silica mafic dan batuan ultramafic teroksidasi dan ter-hidrolize dengan air menjadi serpentin.

## 7) Hornfels



Gambar 3.26 Hornfels

Hornfels terbentuk ketika shale dan claystone mengalami metamorfosis oleh temperatur dan intrusi beku, terbentuk di dekat dengan sumber panas seperti dapur magma, dike, sil. Hornfels bersifat padat tanpa foliasi.

## 8) Sekismika



Gambar 3.27 Sekismika

Sekismika dihasilkan oleh metamorfosa regional dengan tingkat lebih tinggi dibandingkan phyllite, mempunyai foliasi dan kristalin. Ummnya berbutir lebih kasar dari slate dan phyllite tetapi lebih halus dari gneias. Foliasi tersebut terbentuk oleh kristal-kristal berbentuk lempeng (play) dan kristal-kristal prismatic. Mineral-mineral berbentuk lempengan tersebut antara lain: chlorite, sericite, muscovite, biotite, dan tolc, sedangkan mineral-mineral prismatic adalah actinolite, kyanite, hornblede, staurolite, dan silimanite. Kadang-kadang schist hanya terdiri dari satu macam mineral saja, contohnya talc schist, tetapi pada umumnya terdiri dari dua atau lebih mineral seperti calcite – sericalcite – albite schist.

## 9) Filit



Gambar 3.28 Filit

Filit berkaitan dengan perkembangan aktivitas metamorfik yaitu baliknya temperatur atau bertambah besarnya rekristalisasi maka slate berubah menjadi filit. Filit secara dominan tersusun dari mineral-mineral kelompok mika seperti: mika, maricite, dan chlorite. Batuan ini lebih kasar daripada slate, tetapi ada batas yang tegas antara keduanya baik dalam hal

ukuran butir maupun kandungan mineralnya. Mineral-mineral seperti muscovit, mika, sericite, dan cholorite terdapat dalam jumlah yang besar.

#### 10) Sabak



Gambar 3.29 Sabak

Sabak merupakan batuan berbutir halus dan homogen, mempunyai ahistosity planar, tergantung pada pelapisannya. Oleh karena itu biasanya mempunyai beberapa sudut untuk masing-masing pelapisan sehingga batuan menjadi balah/rekah kedalam lapisan yang tipis. Sabak merupakan salah satu istilah struktur dan tidak ada kaitannya dengan komposisinya. Pelapisan asli dari slate masih dapat terlihat, apabila berasal dari batuan beku basalt seperti struktur amigdoloidal. Sabak berbutir sangat halus dan hanya dapat dideterminasi dengan mikroskop. Hanya sedikit mineral sabak yang berbutir kasar seperti: kwarsa, feldspar, cholorite, biotite, magnetite, hematite, kalsit, dan mineral-mineral yang terdapat pada batuan shale. Warna yang ditimbulkan dari warna merah, hijau, abu-abu, hingga hitam. Warna merah karena ada mineral yang hematit, hijau karena ada mineral cholorite. Warna abu-abu karena adanya mineral-mineral dari karbon dan bahan-bahan organik seperti grafit. Sabak yang berasal dari batu pasir "graywacke" disebut "graywacke slate"

## 11) Kuarsit



Gambar 3.30 Kuarsit

Kuarsit adalah metamorfose dari batuan pasir, jika strukturnya tak mengalami perubahan dan masih menunjukkan struktur aslinya. Kuarsit terbentuk akibat panas yang tinggi sehingga menyebabkan rekristalisasi kwarsa dan felspar. Akibat tekanan pada kwarsit dapat mengakibatkan hancurnya kwarsit tersebut dan menghasilkan tekstur granoblastik. Kuarsit sangat keras karena adanya sementasi sirikat (biasanya kwasa kristalin) yang terendapkan disekitar butir-butir kwarsa yang lebih besar, sehingga menghasilkan ikatan butir yang sangat kuat. Mineral lain yang dijumpai dalam kuarsit adalah: apatite, zircon, epidote, dan hornblede. Kuarsit dapat berbentuk akibat metamorfisme kontak atau metamorfis regional dari pada panas dan tekanan terhadap batu pasir, chert, vien kuarsit, dan kuarsit pigmatit. Sering berlapis-lapis dan dapat mengandung fosil. Warna dari kuarsit bervariasi dari putih, coklat hingga mendekati hitam. Adanya hematit memberikan warna merah muda (pink) sedangkan chlori memberikan warna kehijau-hijauan

### C. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai jenis-jenis batuan, diantaranya yaitu:

1. Mengamati

Mengamati tekstur dan kekerasan batuan untuk bauan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang jenis-jenis batuan

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang jenis-jenis batuan.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang jenis-jenis batuan.

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang jenis-jenis batuan.

#### **D. Latihan/Kasus/Tugas**

1. Jelaskan tentang jenis-jenis batuan ?
2. Jelaskan mekanisme proses metamorfisme kontak?
3. Jelaskan definisi batuan sedimen dan proses terjadinya batuan sedimen?

#### **E. Rangkuman**

1. Batuan merupakan benda padat yang terdiri dari agregat-agregat baik itu satu mineral atau lebih, Semua batuan pada mulanya dari magma. Magma keluar di permukaan bumi antara lain melalui puncak gunung berapi. Gunung berapi ada di daratan ada pula yang di lautan. Magma yang sudah mencapai permukaan bumi akan membeku. Magma yang membeku kemudian menjadi batuan beku. Batuan beku muka bumi selama beribu-ribu tahun lamanya dapat hancur terurai selama terkena panas, hujan, serta aktifitas tumbuhan dan hewan. Selanjutnya hancuran batuan tersebut tersangkut oleh air, angin atau hewan ke tempat lain untuk diendapkan. Hancuran batuan yang diendapkan disebut batuan endapan atau batuan sedimen. Baik batuan sedimen atau beku dapat berubah bentuk dalam waktu yang sangat lama karena adanya perubahan temperatur dan tekanan. Batuan yang berubah bentuk disebut batuan malihan atau batuan metamorf.

## **F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Pada bagian evaluasi ini, ada 3 jenis latihan yang akan diberikan untuk mengukur kemampuan anda, yaitu:

### **g) Kognitif skill**

- a) Jelaskan secara tepat dan singkat tentang jenis-jenis batuan.
- b) Jelaskan secara tepat dan singkat proses metamorfisme kontak.

### **h) Psikomotor Skill**

Jelaskan tentang aplikasi jenis batuan sedimen dilapangan, sesuai dengan penjelasan yang sudah dibahas pada materi sebelumnya.

### **i) Attitude Skill**

Sebagai sebuah tim dalam melakukan proses pembelajaran yang membahas tentang jenis-jenis batuan, bagaimana cara anda menanamkan rasa ketaqwaan kepada tuhan yang maha esa, rasa tanggung jawab, kebersamaan dan kedisiplinan

## **G. Kunci Jawaban**

1. Batuan beku, batuan sediment dan batuan metamorf
2. Metamorfisme kontak terjadi ketika magma bersentuhan dengan batuan samping yang relatif dingin. Kontak metamorfisme dapat jelas terlihat apabila terjadi pada lingkungan pada atau dekat dengan permukaan, dimana perbedaan temperatur antara magma dengan batuan samping sangat besar. Tetapi kontak metamorfisme juga terjadi pada tempat yang dalam, sehingga batuanannya hampir sama dengan batuan hasil ubahan metamorfisme regional. Pada metamorfisme kontak, akan terbentuk zona disekitar magma yang disebut aureole. Tubuh batuan beku intrusif yang kecil seperti sill dan dike membentuk aureole hanya beberapa sentimeter, sedangkan tubuh batuan beku yang besar seperti batolit dan lakolit membentuk aureole yang tebalnya sampai beberapa kilometer. Dekat dengan tubuh magma mineral temperatur tinggi seperti garnet akan terbentuk, semakin jauh dari tubuh magma akan terbentuk mineral dengan tingkat yang lebih rendah seperti klorit. Selain ukuran tubuh batuan beku, komposisi mineral batuan samping dan jumlah air sangat berpengaruh terhadap ketebalan aureole yang terbentuk. Pada batuan yang mudah bereaksi seperti batugamping, zona ubahannya bisa mencapai 10 kilometer atau lebih dari tubuh batuan beku

3. Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk sebagai hasil pemadatan endapan yang berupa bahan lepas. Menurut ( Pettijohn, 1975 ) batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk dari akumulasi material hasil perombakan batuan yang sudah ada sebelumnya atau hasil aktivitas kimia maupun organisme, yang di endapkan lapis demi lapis pada permukaan bumi yang kemudian mengalami pembatuan. Menurut Tucker (1991), 70 % batuan di permukaan bumi berupa batuan sedimen. Tetapi batuan itu hanya 2 % dari volume seluruh kerak bumi. Ini berarti batuan sedimen tersebar sangat luas di permukaan bumi, tetapi ketebalannya relatif tipis.

Bedasarkan tempat endapannya, batuan ini dibedakan menjadi:

- a). Batuan Sedimen Marine (laut) dimana saat siklus berlangsung di endapkan dilaut
- b). Batuan Sedimen Fluvial (sungai) dimana saat siklus berlangsung di endapkan disungai
- c). Batuan Sedimen Teistik (darat) dimana saat siklus berlangsung di endapkan didarat
- d). Batuan Sedimen Limnik (rawa) dimana saat siklus berlangsung di endapkan dirawa

## V. Kegiatan Pembelajaran 4

### A. Tujuan Pembelajaran

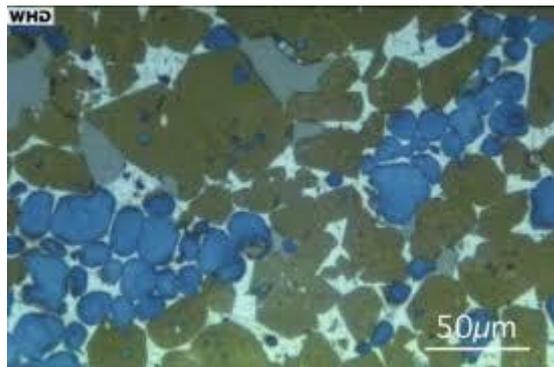
Dengan diberikan modul tentang definisi dan klasifikasi mineral guru dapat memahami dan menjelaskan bagaimana definisi dan klasifikasi mineral

### B. Uraian Materi

Definisi dan Klasifikasi Mineral.

#### 1. ALITE

- Rumus kimia NaCl
- System kristal : isometric
- Bentuk kristal : kubus, kadang-kadang octahedral
- Biasa ditemukan dalam kumpulan besar
- Berupa butiran kecil dan rapi
- Bersifat rapuh, kekerasan = 2, berat jenis = 2.2
- Berkilau seperti kaca
- Warna : putih (tak berwarna), kekuning-kuningan, kemerah-merahan, kebiru-biruan, ungu.
- Titik lebur  $804^{\circ}$



Gambar 4.1 Mineral Alite

#### 2. PYRITE

- Rumus kimia  $\text{FeS}_2$
- System kristal : isometric
- Bentuk kristal : kubus, kadang-kadang pyritohedra, octahedral
- Biasa ditemukan dalam kumpulan besar
- Bersifat keras, kekerasan = 6-6.5, berat jenis = 5.0
- Kilau : buram seperti logam/metal
- Warna : kuning, hijau-kehitaman, coklat-kehitaman



Gambar 4.2 Mineral Pyrite

### 3. GALENA

- Rumus kimia  $PbS$
- System kristal : isometric
- Bentuk kristal : kubus atau cubo-octahedral, jarang berbentuk oktahedral
- Biasa ditemukan dalam kumpulan besar
- Bersifat rapuh, kekerasan = 2.5, berat jenis = 7.6
- Kilau : buram seperti logam/metal
- Warna : abu-abu
- Titik lebur :  $1115^{\circ}$



Gambar 4.3 Mineral Galena

### 4. CALCITE

- Rumus kimia  $Ca(CO_3)$
- System kristal : heksagonal
- Bentuk kristal : prisma, rhombohedra, schalenohedra
- Pecahan sempurna
- Bersifat rapuh, kekerasan = 3, berat jenis = 2.7
- Berkilau seperti kaca, transparan
- Warna : putih (tak berwarna)



Gambar 4.4 Mineral Calcite

## 5. ARAGONITE

- Rumus kimia  $\text{Ca}(\text{CO}_3)$
- System kristal : orthohombic
- Bentuk kristal : acicular, prismatic, pipih, pseudoheksagonal
- Pecahan tidak sempurna
- Bersifat rapuh, kekerasan = 3.5-4, berat jenis = 2.9
- Kilau seperti kaca
- Ditemukan dalam bentuk kristal dan agregat kristal
- Warna : tak berwarna, putih



Gambar 4.5 Mineral Aragonite

## 6. CERUSSITE

- Rumus kimia  $\text{Pb}(\text{CO}_3)$
- System kristal : orthohombic
- Bentuk kristal : variasi kristal, pipih, bergabung menjadi pseudoheksagonal
- Bersifat rapuh, kekerasan = 3-3.5, berat jenis = 6.6
- Kilau seperti kaca, transparan
- Warna : putih, abu-abu, biru, hijau



Gambar 4.6 Mineral Cerrusite

## 7. MALACHITE

- Rumus kimia  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$
- System kristal : monoklinik
- Bentuk kristal : prismatic acicular, bulat
- Massif, berkerak, colloform
- Pecahan sempurna
- Bersifat rapuh, kekerasan = 3.5-4, berat jenis = 4.1
- Kilau seperti kaca
- Warna : hijau terang
- Kering air pada  $315^\circ$



Gambar 4.7 Mineral Malachite

## 8. BARITE

- Rumus kimia  $\text{Ba}(\text{SO}_4)$
- System kristal : orthohombic
- Bentuk kristal : struktur barite
- Pecah sempurna
- Bersifat rapuh, kekerasan = 3-3.5, berat jenis = 4.5
- Kilau seperti kaca, transparan
- Warna : putih kehijauan, kekuningan, kecoklatan, kebiruan, abu-abu
- Titik lebur  $1580^\circ$



Gambar 4.8 Mineral Barite

## 9. GYPSUM

- Rumus kimia  $\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- System kristal : monoklinik
- Bentuk kristal : bentuk gypsum, kristal pipih, memanjang, prismatic, acicular
- Lunak, massif, sebagai agregat kristal
- Bersifat rapuh, kekerasan = 2, berat jenis = 2.3
- Semi kilau, transparan
- Warna : tak berwarna, putih, kuning, coklat, abu-abu
- Titik lebur  $1580^\circ$



Gambar 4.9 Mineral Gypsum

## 10. WULFENITE

- Rumus kimia  $\text{Pb}(\text{MoO}_4)$
- System kristal : tetragonal
- Bentuk kristal : isostruktural
- Tidak terlalu rapuh, kekerasan = 2.75-3, berat jenis = 6.5-7.0
- Kusam, transparan
- Warna : oranye, kuning

- Titik lebur 1065 °
- Mudah digabung



Gambar 4.10 Mineral Wulfenite

### 11. STILBITE

- Rumus kimia  $(\text{CaNaK})_3\text{Al}[\text{Al}_5\text{Si}_{14}\text{O}_{40}] \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$
- System kristal : monoklinik
- Bentuk kristal : sulit diidentifikasi
- Pecah sempurna
- Bersifat rapuh, kekerasan = 3.5-4, berat jenis = 2.2
- Kusam, transparan
- Warna : putih, kekuning-kuningan, kecoklat-coklatan, kemerah-merahan



Gambar 4.11 Mineral stylbite

### 12. MUSCOVITE

- Rumus kimia  $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}) (\text{OH})_2$
- System kristal : monoclinic
- Bentuk kristal : struktur mika, kotak, belah ketupat, prisma pseudoheksagonal
- Pecah sangat sempurna
- Bersifat rapuh, kekerasan = 2.5-3, berat jenis = 2.75-3
- Kilau seperti kaca, transparan

- Warna : tak berwarna, coklat, abu-abu, hijau, kuning, violet, merah
- Tercampur jika dipanaskan



Gambar 4.12 Mineral Muscovite

### 13. TREMOLITE SERIES

- Rumus kimia  $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$
- System kristal : monoclinic
- Bentuk kristal : prisma, datar, atau columnar
- Struktur : amphibole
- Pecah sempurna terbelah pada  $56^\circ$  dan  $124^\circ$
- Bersifat rapuh, kekerasan = 5-6, berat jenis = 3.0-3.3
- Kilau seperti kaca, transparan
- Warna : putih, abu-abu sampai hijau gelap



Gambar 4.13 Mineral Tremolite

### 14. PECTOLITE

- Rumus kimia  $\text{Ca}_2\text{NaH}(\text{SiO}_3)_2$
- System kristal : triclinic
- Struktur : isostructural
- Pecah sempurna
- Bersifat rapuh, kekerasan = 5, berat jenis = 2.8
- Kilau seperti kaca, transparan
- Warna : putih



Gambar 4.14 Mineral Pectolite

### 15. BERYL

- Rumus kimia  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$
- System kristal : heksagonal
- Bentuk kristal : heksagonal sederhana
- Struktur : beryl
- Tidak terpecah
- Bersifat rapuh, kekerasan = 7.5-8, berat jenis = 2.8
- Kilau seperti kaca, transparan
- Warna : biru kehijauan, hijau, biru, kuning, putih



Gambar 4.15 Mineral Beryl

### C. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai definisi dan klasifikasi mineral, diantaranya yaitu:

1. Mengamati

Mengamati definisi dan klasifikasi mineral berdasarkan beberapa contoh mineral yang ada.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang jenis-jenis mineral

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang definisi dan jenis mineral.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengategorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang jenis-jenis mineral

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang definisi dan jenis-jenis mineral.

#### **D. Latihan/Kasus/Tugas**

1. Deskripsikan secara lengkap dari beryl?
2. Jelaskan definisi batuan sediment?
3. Deskripsikanlah secara lengkap pyrit ?

#### **E. Rangkuman**

1. Batuan merupakan benda padat yang terdiri dari agregat-agregat baik itu satu mineral atau lebih, Semua batuan pada mulanya dari magma. Magma keluar di permukaan bumi antara lain melalui puncak gunung berapi. Gunung berapi ada di daratan ada pula yang di lautan. Magma yang sudah mencapai permukaan bumi akan membeku. Magma yang membeku kemudian menjadi batuan beku. Batuan beku muka bumi selama beribu-ribu tahun lamanya dapat hancur terurai selama terkena panas, hujan, serta aktifitas tumbuhan dan hewan. Selanjutnya hancuran batuan tersebut tersangkut oleh air, angin atau hewan ke tempat lain untuk diendapkan. Hancuran batuan yang diendapkan disebut batuan endapan atau batuan sedimen. Baik batuan sedimen atau beku dapat berubah bentuk dalam waktu yang sangat lama karena adanya perubahan temperatur dan tekanan. Batuan yang berubah bentuk disebut batuan malihan atau batuan metamorf.

## F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Pada bagian evaluasi ini, ada 3 jenis latihan yang akan diberikan untuk mengukur kemampuan anda, yaitu:

### 1. Kognitif skill

4. Jelaskan secara tepat dan singkat tentang jenis-jenis batuan.
5. Jelaskan secara tepat dan singkat proses metamorfisme kontak.

### 2. Psikomotor Skill

Jelaskan tentang aplikasi jenis batuan sedimen di lapangan, sesuai dengan penjelasan yang sudah dibahas pada materi sebelumnya.

### 3. Attitude Skill

Sebagai sebuah tim dalam melakukan proses pembelajaran yang membahas tentang siklus geologi terjadinya batuan, bagaimana cara anda menanamkan rasa ketaqwaan kepada tuhan yang maha esa, rasa tanggung jawab, kebersamaan dan kedisiplinan

## G. Kunci Jawaban

### 1. BERYL

- Rumus kimia  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$
- System kristal : heksagonal
- Bentuk kristal : heksagonal sederhana
- Struktur : beryl
- Tidak terpecah
- Bersifat rapuh, kekerasan = 7.5-8, berat jenis = 2.8
- Kilau seperti kaca, transparan
- Warna : biru kehijauan, hijau, biru, kuning, putih

2. Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk sebagai hasil pemadatan endapan yang berupa bahan lepas

### 3. PYRITE

- Rumus kimia  $\text{FeS}_2$
- System kristal : isometric
- Bentuk kristal : kubus, kadang-kadang pyritohedra, octahedral
- Biasa ditemukan dalam kumpulan besar
- Bersifat keras, kekerasan = 6-6.5, berat jenis = 5.0
- Kilau : buram seperti logam/metal
- Warna : kuning, hijau-kehitaman, coklat-kehitaman

## VI. Kegiatan Pembelajaran 5

### A. Tujuan Pembelajaran

Dengan diberikan modul tentang mendeskripsikan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan guru dapat memahami dan menjelaskan bagaimana mendeskripsikan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan

### B. Uraian Materi

Mendeskripsikan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan

#### 1. Deskripsi dan Pengolongan

##### a) Kecelakaan

Pengertian Kecelakaan

Adalah suatu kejadian yang tidak diinginkan yang mengakibatkan luka fisik seseorang atau kerusakan peralatan.

Dikenal beberapa kriteria kecelakaan, yaitu:

##### 1) Insiden

Adalah suatu kejadian yang tidak diinginkan yang dapat menurunkan efisiensi dari kegiatan produksi, seperti :

- (a) Bench yang longsor tetapi tidak menimbulkan korban maupun kerusakan alat;
- (b) Lubang yang ambruk tanpa menimbulkan korban kerusakan alat;
- (c) Pohon tumbang menghalangi jalan transportasi.

##### 2) Kecelakaan Kerja

Adalah Kecelakaan yang terjadi pada pekerja/karyawan suatu perusahaan karena adanya hubungan kerja. Kriteria kecelakaan kerja harus memenuhi persyaratan :

- (a) Kecelakaan benar terjadi
- (b) Kecelakaan menimpa pekerja/karyawan
- (c) Kecelakaan terjadi karena adanya hubungan kerja
- (d) Kecelakaan terjadi pada jam kerja.

### 3) Kecelakaan Tambang

Untuk jelasnya hubungan ke empat kriteria kecelakaan adalah sebagai berikut :

- (a) Kecelakaan tambang merupakan bagian dari kecelakaan kerja;
- (b) Kecelakaan kerja merupakan bagian dari kecelakaan;
- (c) Kecelakaan merupakan bagian dari insiden.

Kecelakaan tambang adalah kecelakaan yang terjadi pada pekerja/karyawan pada pekerjaan pertambangan.

Kriteria kecelakaan tambang harus memenuhi persyaratan :

- (a) Kecelakaan benar terjadi
- (b) Kecelakaan menimpa pekerja/karyawan tambang
- (c) Kecelakaan terjadi akibat kegiatan pertambangan
- (d) Kecelakaan terjadi di dalam wilayah kerja pertambangan (Kuasa Pertambangan)
- (e) Kecelakaan terjadi pada jam kerja.

#### b) Klasifikasi Cedera

Cedera akibat kecelakaan dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga), yaitu : cedera ringan, cedera berat dan mati. Ketentuan klasifikasi cedera akibat kecelakaan antara kecelakaan tambang dengan kecelakaan kerja berbeda

##### a) Klasifikasi Cedera Akibat Kecelakaan Tambang

###### a) Cedera ringan :

Apabila akibat kecelakaan tambang yang menyebabkan pekerja tambang tidak mampu melakukan tugas semula lebih dari 1 (satu) hari dan kurang dari 3 (tiga) minggu, termasuk hari minggu dan hari libur

###### b) Cedera berat :

(1) Apabila akibat kecelakaan tambang yang menyebabkan pekerja tambang tidak mampu melakukan tugas semula lebih dari (tiga) minggu termasuk hari minggu dan libur

(2) Apabila akibat kecelakaan tambang yang menyebabkan pekerja tambang cacat tetap (invalid) yang tidak mampu menjalankan tugas semula

(3) Apabila akibat kecelakaan tambang tidak tergantung dari lamanya pekerja tambang tidak melakukan tugas semula karena mengalami cedera, seperti;

(a) Keretakan tengkorak kepala, tulang punggung, pinggul, lengan bawah, lengan atas, paha atau kaki

(b) Pendarahan di dalam atau pingsan disebabkan kakurangan oksigen

(c) Luka berat atau luka robek / terkoyak yang dapat mengakibatkan ketidak mampuannya tidak pernah terjadi .

(d) Apabila kecelakaan tambang yang mengakibatkan pekerja tambang mati dalam waktu 24 jam terhitung dari waktu terjadinya kecelakaan tersebut.

### **c) Klasifikasi Cedera Akibat Kecelakaan Kerja**

1) Cedera ringan

Apabila si korban tidak cacat dan dapat bekerja kembali sampai dengan 3 (tiga) minggu setelah terjadinya kecelakaan.

2) Cedera Berat

Apabila si korban cacat dan tidak dapat bekerja kembali lebih dari 3 (tiga) minggu setelah terjadinya kecelakaan

3) Mati

Apabila si korban meninggal dunia akibat dari kecelakaan tersebut.

### **d) Tingkat Kecelakaan**

Untuk dapat membedakan kecelakaan suatu perusahaan dengan perusahaan lainnya, maka harus diperhitungkan :

(1) Jumlah jam kerja

(2) Jumlah man shift;

(3) Jumlah hari kerja yang hilang akibat kecelakaan kerja tersebut.

### **e) Akibat Kecelakaan**

Sebagaimana kita ketahui bahwa kecelakaan mengakibatkan kerugian baik si korban, keluarga si korban maupun perusahaan, antara lain

(1) Kerugian dan penderitaan si korban

(2) Kerugian dan penderitaan keluarga si korban

- (3) Kerugian tenaga kerja
- (4) Kerugian waktu kerja yang hilang
- (5) Kerugian kerusakan peralatan
- (6) Kerugian karena kesediaan peralatan berkurang
- (7) Kerugian ongkos perbaikan peralatan dari ongkos pengobatan korban
- (8) Kerugian material
- (9) Kerugian karena kerusakan lingkungan kerja
- (10) Kerugian terhambatnya produksi
- (11) Kerugian biaya/ongkos

Sehingga kecelakaan mengakibatkan kerugian produksi dan kerugian biaya/ meningkatkan biaya, jadi kecelakaan menyebabkan pemborosan. Dan apabila sering terjadi kecelakaan mengakibatkan proses produksi berjalan dengan tidak aman dan tidak efisien.

#### **f) Sumber Penyebab Kecelakaan**

Pada setiap kegiatan kerja di tempat kerja kita masing-masing terdapat 4 (empat) elemen yang saling berinteraksi, yaitu : manusia, peralatan, material dan lingkungan, dimana keempat elemen tersebut bisa merupakan sumber penyebab kecelakaan.

- 1) Manusia : termasuk pekerja, pengawas dan pimpinan.
- 2) Peralatan : termasuk peralatan permesinan, alat-alat berat, juga merupakan penyebab kecelakaan
- 3) Material : bisa mengakibatkan kecelakaan seperti material yang beracun, panas, berat, tajam, dan sebagainya
- 4) Lingkungan : juga bisa menyebabkan kecelakaan seperti kekeringan, panas, berdebu, becek, licin, gelap, dan sebagainya

### **C. Aktivitas Pembelajaran**

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai definisi dan klasifikasi mineral, diantaranya yaitu:

#### **1. Mengamati**

Mengamati dan mendeskripsikan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan berdasarkan teori yang ada.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang mendeskripsikan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang mendeskripsikan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang mendeskripsikan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang mendeskripsikan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan

#### **D. Latihan/Kasus/Tugas**

1. Sebutkan sumber penyebab kecelakaan ?
2. Jelaskan klasifikasi cedera ?
3. Sebutkan dan jelaskan akibat dari kecelakaan ?

#### **E. Rangkuman**

1. Insiden adalah suatu kejadian yang tidak diinginkan yang dapat menurunkan efisiensi dari kegiatan produksi
2. Kecelakaan (*Accident*) adalah suatu kejadian yang tidak diinginkan yang mengakibatkan luka fisik seseorang atau kerusakan peralatan.
3. Kecelakaan Kerja adalah Kecelakaan yang terjadi pada pekerja/karyawan suatu perusahaan karena adanya hubungan kerja. Kriteria kecelakaan kerja harus memenuhi persyaratan

## **F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Pada bagian evaluasi ini, ada 3 jenis latihan yang akan diberikan untuk mengukur kemampuan anda, yaitu:

### **1. Kognitif skill**

- a) Jelaskan secara tepat dan singkat tentang mendeskripsikan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan
- b) Jelaskan secara tepat dan singkat klasifikasi cedera akibat pertambangan

### **2. Psikomotor Skill**

- a. Jelaskan tentang mendeskripsikan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan dilapangan, sesuai dengan penjelasan yang sudah dibahas pada materi sebelumnya.

### **3. Attitude Skill**

- a. Sebagai sebuah tim dalam melakukan proses pembelajaran yang membahas tentang mendeskripsikan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan, bagaimana cara anda menanamkan rasa ketaqwaan kepada tuhan yang maha esa, rasa tanggung jawab, kebersamaan dan kedisiplinan

## **G. Kunci Jawaban**

1. Sumber penyebab kecelakaan manusia, peralatan, material dan lingkungan
2. Klasifikasi Cidera adalah
  - a. Cedera ringan :  
Apabila si korban tidak cacat dan dapat bekerja kembali sampai dengan 3 (tiga) minggu setelah terjadinya kecelakaan.
  - b. Cedera Berat :  
Apabila si korban cacat dan tidak dapat bekerja kembali lebih dari 3 (tiga) minggu setelah terjadinya kecelakaan.
  - c. Mati :  
Apabila si korban meninggal dunia akibat dari kecelakaan tersebut.
3. Sebagaimana kita ketahui bahwa kecelakaan mengakibatkan kerugian yaitu :
  - Kerugian dan penderitaan si korban
  - Kerugian dan penderitaan keluarga si korban
  - Kerugian tenaga kerja
  - Kerugian waktu kerja yang hilang

- Kerugian kerusakan peralatan
- Kerugian karena kesediaan peralatan berkurang
- Kerugian ongkos perbaikan peralatan dari ongkos pengobatan korban
- Kerugian material
- Kerugian karena kerusakan lingkungan kerja
- Kerugian terhambatnya produksi
- Kerugian biaya/ongkos

## VII. Kegiatan Pembelajaran 6

### A. Tujuan Pembelajaran

Dengan diberikan modul tentang merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan guru dapat memahami dan menjelaskan bagaimana Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.

### B. Uraian Materi

Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.

#### 1. Bahan peledak

Bahan peledak yang dimaksudkan adalah bahan peledak kimia yang didefinisikan sebagai suatu bahan kimia senyawa tunggal atau campuran berbentuk padat, cair, atau campurannya yang apabila diberi aksi panas, benturan, gesekan atau ledakan awal akan mengalami suatu reaksi kimia eksotermis sangat cepat dan hasil reaksinya sebagian atau seluruhnya berbentuk gas disertai panas dan tekanan sangat tinggi yang secara kimia lebih stabil.

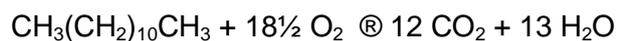
Panas dari gas yang dihasilkan reaksi peledakan tersebut sekitar  $4000^{\circ}\text{C}$ . Adapun tekanannya, menurut Langerfors dan Kihlstrom (1978), bisa mencapai lebih dari 100.000 atm setara dengan  $101.500\text{ kg/cm}^2$  atau  $9.850\text{ MPa}$  ( $\approx 10.000\text{ MPa}$ ). Sedangkan energi per satuan waktu yang ditimbulkan sekitar  $25.000\text{ MW}$  atau  $5.950.000\text{ kcal/s}$ . Perlu difahami bahwa energi yang sedemikian besar itu bukan merefleksikan jumlah energi yang memang tersimpan di dalam bahan peledak begitu besar, namun kondisi ini terjadi akibat reaksi peledakan yang sangat cepat, yaitu berkisar antara  $2500 - 7500\text{ meter per second (m/s)}$ . Oleh sebab itu kekuatan energi tersebut hanya terjadi beberapa detik saja yang lambat laun berkurang seiring dengan perkembangan keruntuhan batuan.

#### 2. Reaksi dan produk peledakan

Peledakan akan memberikan hasil yang berbeda dari yang diharapkan karena tergantung pada kondisi eksternal saat pekerjaan tersebut dilakukan yang mempengaruhi kualitas bahan kimia pembentuk bahan peledak tersebut. Panas merupakan awal terjadinya proses dekomposisi bahan kimia pembentuk bahan

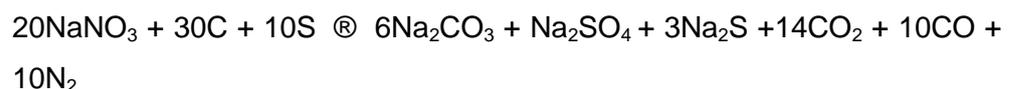
peledak yang menimbulkan pembakaran, dilanjutkan dengan deflagrasi dan terakhir detonasi. Proses dekomposisi bahan peledak diuraikan sebagai berikut :

**a) Pembakaran** adalah reaksi permukaan yang eksotermis dan dijaga keberlangsungannya oleh panas yang dihasilkan dari reaksi itu sendiri dan produknya berupa pelepasan gas-gas. Reaksi pembakaran memerlukan unsur oksigen (O<sub>2</sub>) baik yang terdapat di alam bebas maupun dari ikatan molekuler bahan atau material yang terbakar. Untuk menghentikan kebakaran cukup dengan mengisolasi material yang terbakar dari oksigen. Contoh reaksi minyak disel (*diesel oil*) yang terbakar sebagai berikut:



**b) Deflagrasi** adalah proses kimia eksotermis di mana transmisi dari reaksi dekomposisi didasarkan pada konduktivitas termal (panas). Deflagrasi merupakan fenomena reaksi permukaan yang reaksinya meningkat menjadi **ledakan** dan menimbulkan gelombang kejut (*shock wave*) dengan kecepatan rambat rendah, yaitu antara 300 – 1000 m/s atau lebih rendah dari kecep suara (*subsonic*). Contohnya pada reaksi peledakan *low explosive (black powder)* sebagai berikut:

❖ Potassium nitrat + charcoal + sulfur



❖ Sodium nitrat + charcoal + sulfur



**c) Ledakan**, menurut Berthelot, adalah ekspansi seketika yang cepat dari gas menjadi bervolume lebih besar dari sebelumnya diiringi suara keras dan efek mekanis yang merusak. Dari definisi tersebut dapat tersirat bahwa ledakan tidak melibatkan reaksi kimia, tapi kemunculannya disebabkan oleh transfer energi ke gerakan massa yang menimbulkan efek mekanis merusak disertai panas dan bunyi yang keras. Contoh ledakan antara lain balon karet ditiup terus akhirnya meledak, tangki BBM terkena panas terus menerus bisa meledak, dan lain-lain.

**d) Detonasi** adalah proses kimia-fisika yang mempunyai kecepatan reaksi sangat tinggi, sehingga menghasilkan gas dan temperature sangat besar yang semuanya membangun ekspansi gaya yang sangat besar pula. Kecepatan

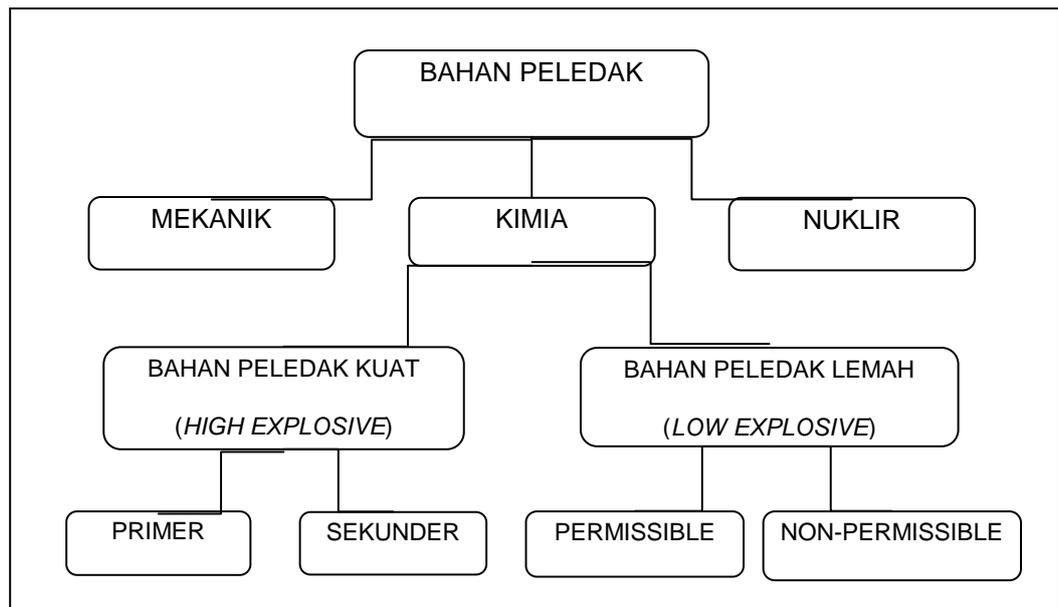
reaksi yang sangat tinggi tersebut menyebarkan tekanan panas ke seluruh zona peledakan dalam bentuk gelombang tekan kejut (*shock compression wave*) dan proses ini berlangsung terus menerus untuk membebaskan energi hingga berakhir dengan ekspansi hasil reaksinya. Kecepatan rambat reaksi pada proses detonasi ini berkisar antara 3000 – 7500 m/s. Contoh kecepatan reaksi ANFO sekitar 4500 m/s. Sementara itu *shock compression wave* mempunyai daya dorong sangat tinggi dan mampu merobek retakan yang sudah ada sebelumnya menjadi retakan yang lebih besar. Disamping itu *shock wave* dapat menimbulkan *sympathetic detonation*, oleh sebab itu peranannya sangat penting di dalam menentukan jarak aman (*safety distance*) antar lubang. Contoh proses detonasi terjadi pada jenis bahan peledakan antara lain:

- ❖ TNT :  $C_7H_5N_3O_6 \rightarrow 1,75 CO_2 + 2,5 H_2O + 1,5 N_2 + 5,25 C$
- ❖ ANFO :  $3 NH_4NO_3 + CH_2 \rightarrow CO_2 + 7 H_2O + 3 N_2$
- ❖ NG :  $C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 3 CO_2 + 2,5 H_2O + 1,5 N_2 + 0,25 O_2$
- ❖ NG + AN:  $2 C_3H_5N_3O_9 + NH_4NO_3 \rightarrow 6 CO_2 + 7 H_2O + 4 N_4 + O_2$

Dengan mengenal reaksi kimia pada peledakan diharapkan peserta akan lebih hati-hati dalam menangani bahan peledak kimia dan mengetahui nama-nama gas hasil peledakan dan bahayanya.

### 3. Klasifikasi bahan peledak

Bahan peledak diklasifikasikan berdasarkan sumber energinya menjadi bahan peledak mekanik, kimia dan nuklir seperti terlihat pada Gambar 1.1 (J.J. Manon, 1978). Karena pemakaian bahan peledak dari sumber kimia lebih luas dibanding dari sumber energi lainnya, maka pengklasifikasian bahan peledak kimia lebih intensif diperkenalkan. Pertimbangan pemakaiannya antara lain, harga relatif murah, penanganan teknis lebih mudah, lebih banyak variasi waktu tunda (*delay time*) dan dibanding nuklir tingkat bahayanya lebih rendah. Oleh sebab itu modul ini hanya akan memaparkan bahan peledak kimia.

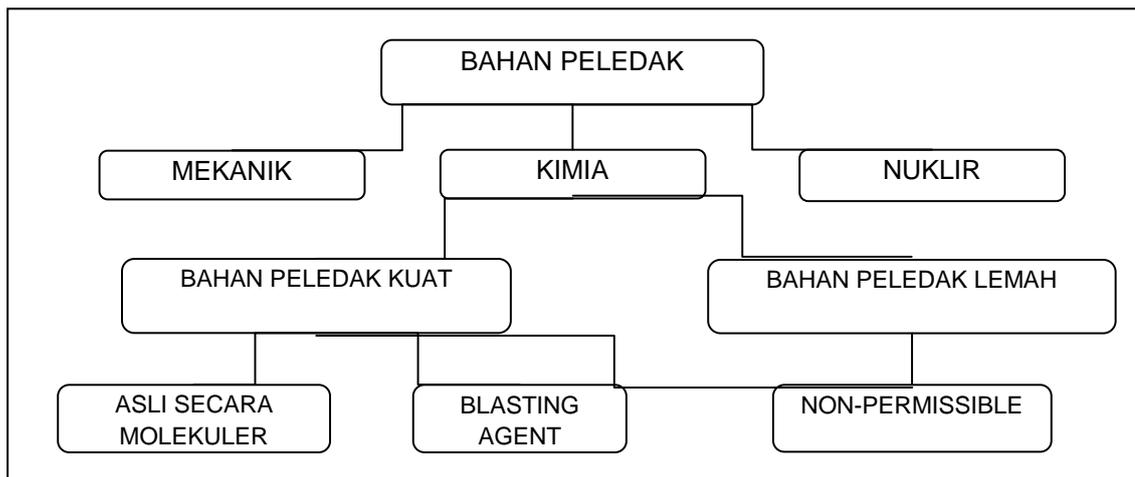


Gambar 6.1 Klasifikasi bahan peledak menurut J.J. Manon (1978)

Bahan peledak *permissible* dalam klasifikasi di atas perlu dikoreksi karena tidak semua merupakan bahan peledak lemah. Bahan peledak *permissible* digunakan khusus untuk membraikan batubara ditambang batubara bawah tanah dan jenisnya adalah *blasting agent* yang tergolong bahan peledak kuat, sehingga pengkasifikasian akan menjadi seperti dalam Gambar 6.1.

Sampai saat ini terdapat berbagai cara pengklasifikasian bahan peledak kimia, namun pada umumnya kecepatan reaksi merupakan dasar pengklasifikasian tersebut. Contohnya antara lain sebagai berikut:

1. Menurut R.L. Ash (1962), bahan peledak kimia dibagi menjadi:
  - a. Bahan peledak kuat (*high explosive*) bila memiliki sifat detonasi atau meledak dengan kecepatan reaksi antara 5.000 – 24.000 fps (1.650 – 8.000 m/s)
  - b. Bahan peledak lemah (*low explosive*) bila memiliki sifat deflagrasi atau terbakar kecepatan reaksi kurang dari 5.000 fps (1.650 m/s).



Gambar 6.2 Klasifikasi bahan peledak

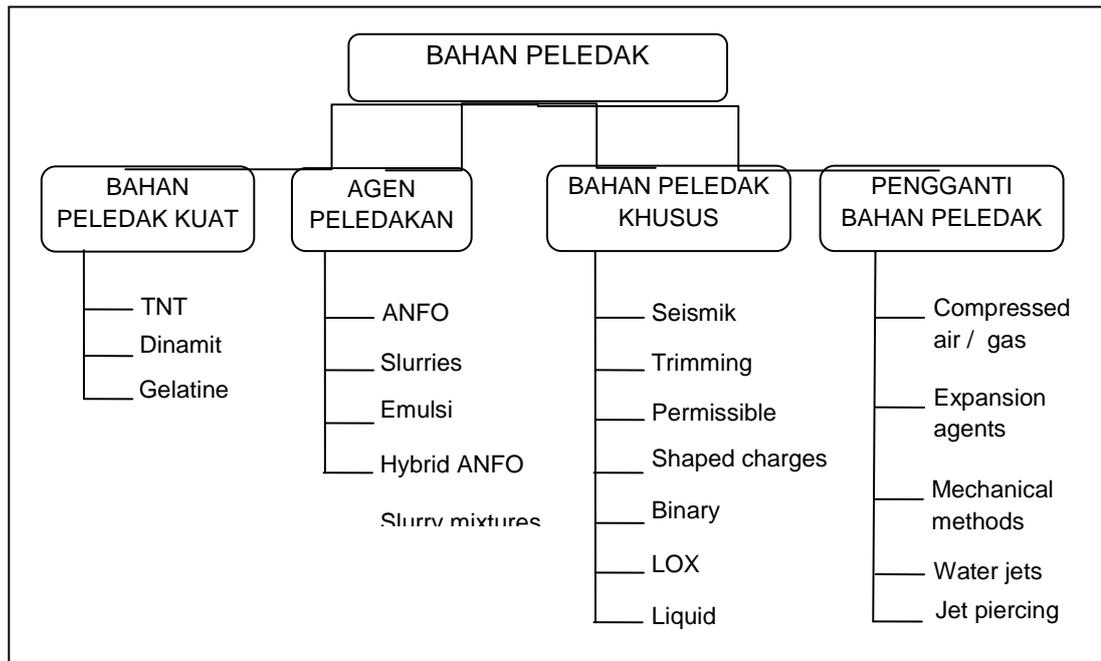
- Menurut Anon (1977), bahan peledak kimia dibagi menjadi 3 jenis seperti terlihat pada Tabel 5.1.

Tabel 6.1 Klasifikasi bahan peledak menurut Anon (1977)

JENIS	REAKSI	CONTOH
Bahan peledak lemah ( <i>low explosive</i> )	<i>Deflagrate</i> (terbakar)	black powder
Bahan peledak kuat ( <i>high explosive</i> )	<i>Detonate</i> (meledak)	NG, TNT, PETN
<i>Blasting agent</i>	<i>Detonate</i> (meledak)	ANFO, slurry, emulsi

#### 4. Klasifikasi bahan peledak industri

Bahan peledak industri adalah bahan peledak yang dirancang dan dibuat khusus untuk keperluan industri, misalnya industri pertambangan, sipil, dan industri lainnya, di luar keperluan militer. Sifat dan karakteristik bahan peledak (yang akan diuraikan pada pembelajaran 2) tetap melekat pada jenis bahan peledak industri. Dengan perkataan sifat dan karakter bahan peledak industri tidak jauh berbeda dengan bahan peledak militer, bahkan saat ini bahan peledak industri lebih banyak terbuat dari bahan peledak yang tergolong ke dalam bahan peledak berkekuatan tinggi (*high explosives*).



Gambar 6.3 Blasting Agent

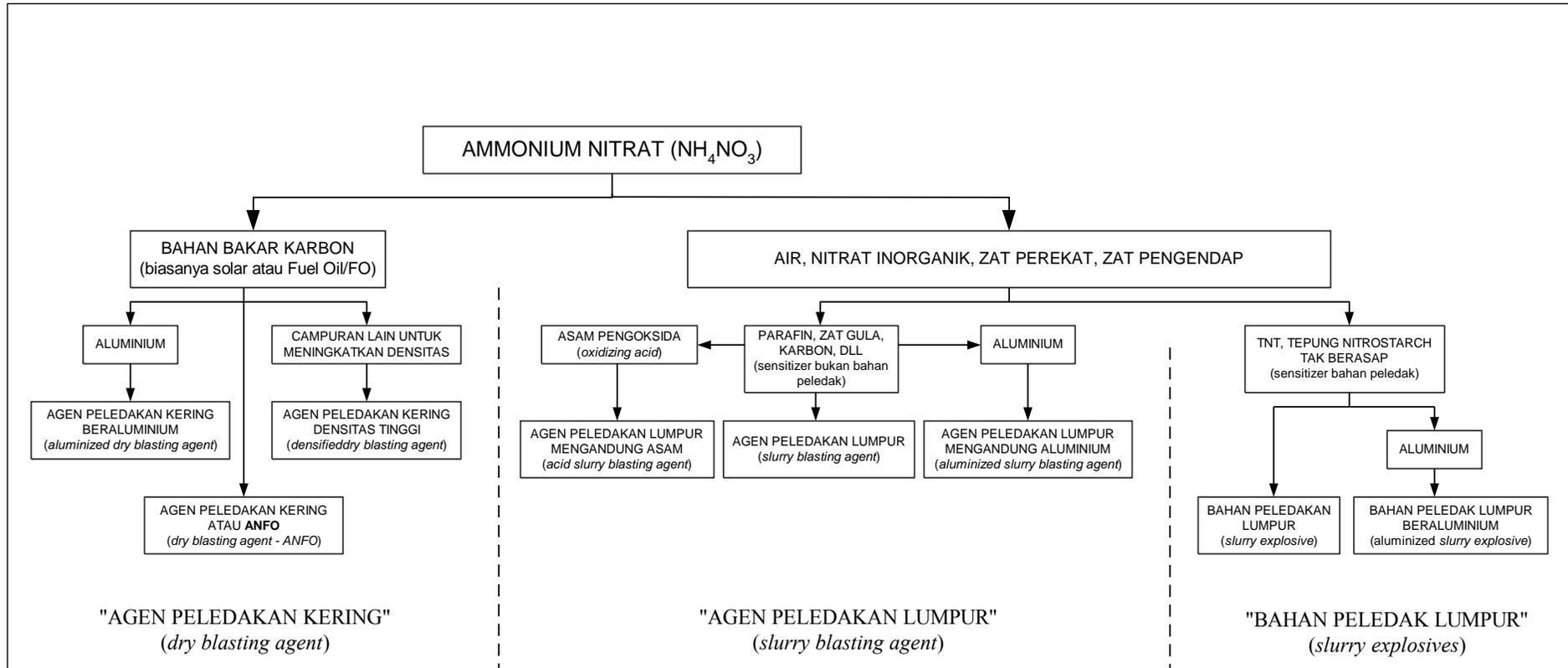
Klasifikasi Bahan peledak menurut Mike Smith (1988) seperti terlihat pada Gambar dapat dijadikan contoh pengklasifikasian bahan peledak untuk industri.

### 5. Agen peledakan (*blasting agent*)

Agen peledakan adalah campuran bahan-bahan kimia yang tidak diklasifikasikan sebagai bahan peledak, di mana campuran tersebut terdiri dari bahan bakar (*fuel*) dan oksida. Pada udara terbuka, agen peledakan tersebut tidak dapat diledakkan oleh detonator (*blasting capsule*) nomor 8. Agen peledakan disebut juga dengan nama *nitrocarbonitrate*, karena kandungan utamanya nitrat sebagai oksidator yang diambil dari ammonium nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) dan karbon sebagai bahan bakar. Kadang-kadang ditambah bahan kimia lain, baik yang bukan bahan peledak, misalnya alumunium atau *ferrosilicon*, maupun sebagai bahan peledak, yaitu TNT, dan membentuk bahan peledak baru seperti terlihat pada Gambar 6.3.

Keuntungan Agen peledakan adalah aman dalam pengangkutan, penyimpanan, dan penanganannya murah. Agen peledakan mempunyai ketahanan terhadap air buruk atau mudah larut dalam air, kecuali sudah diubah kebentuk bahan peledak *slurry* atau *watergel*. Sangat sukar menentukan secara tepat sifat agen peledakan karena sifat tersebut akan berubah tergantung dari ukuran butir bahan, densitas, derajat pengurungan (*confined degree*), diameter muatan, kondisi air, *coupling*

*ratio*, dan jumlah primer. Pada umumnya produsen agen peledakan akan mencantumkan spesifikasinya sesuai dengan kondisi normal, termasuk batas waktu kadaluarsanya.



Gambar 6.4 Klasifikasi agen peledakan

### a. Ammonium nitrat (AN)

Ammonium nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) merupakan bahan dasar yang berperan sebagai penyuplai oksida pada bahan peledak. Berwarna putih seperti garam dengan titik lebur sekitar  $169,6^\circ\text{C}$ . Ammonium nitrat adalah zat penyokong proses pembakaran yang sangat kuat, namun ia sendiri bukan zat yang mudah terbakar dan bukan pula zat yang berperan sebagai bahan bakar sehingga pada kondisi biasa tidak dapat dibakar. Sebagai penyuplai oksigen, maka apabila suatu zat yang mudah terbakar dicampur dengan AN akan memperkuat intensitas proses pembakaran dibanding dengan bila zat yang mudah terbakar tadi dibakar pada kondisi udara normal. Udara normal atau atmosfer hanya mengandung oksigen 21%, sedangkan AN mencapai 60%. Bahan lain yang serupa dengan AN dan sering dipakai oleh tambang kecil adalah potassium nitrat ( $\text{KNO}_3$ ).

Ammonium nitrat tidak digolongkan ke dalam bahan peledak. Namun bila dicampur atau diselubungi oleh hanya beberapa persen saja zat-zat yang mudah terbakar, misalnya bahan bakar minyak (solar, dsb), serbuk batubara, atau serbuk gergaji, maka akan memiliki sifat-sifat bahan peledak dengan sensitifitas rendah. Walaupun banyak tipe-tipe AN yang dapat digunakan sebagai agen peledakan, misalnya pupuk urea, namun AN yang sangat baik adalah yang berbentuk butiran dengan porositas tinggi, sehingga dapat membentuk komposisi tipe ANFO. Sifat-sifat ammonium nitrat penting untuk agen peledakan sebagai berikut:

- Densitas : butiran berpori 0,74 – 0,78 gr/cc (untuk agen peledakan) butiran tak berpori 0,93 gr/cc (untuk pupuk urea)
- Porositas : mikroporositas 15% makro plus mikroporositas 54% butiran tak berpori mempunyai porositas 0 – 2%
- Ukuran partikel : ukuran yang baik untuk agen peledakan antara 1 – 2 mm

- Tingkat kelarutan terhadap air : bervariasi tergantung temperatur, yaitu: 5 °C tingkat kelarutan 57,5% (berat); 30 °C tingkat kelarutan 70% (berat) 10 °C tingkat kelarutan 60% (berat); 40 °C tingkat kelarutan 74% (berat) 20 °C tingkat kelarutan 65,4% (berat)



Gambar 6.5 Butiran ammonium nitrat berukuran sebenarnya 2 – 3 mm

#### b. ANFO

ANFO adalah singkatan dari ammonium nitrat (AN) sebagai zat pengoksidasi dan *fuel oil* (FO) sebagai bahan bakar. Setiap bahan bakar berunsur karbon, baik berbentuk serbuk maupun cair, dapat digunakan sebagai pencampur dengan segala keuntungan dan kerugiannya. Pada tahun 1950-an di Amerika masih menggunakan serbuk batubara sebagai bahan bakar dan sekarang sudah diganti dengan bahan bakar minyak, khususnya solar.

Bila menggunakan serbuk batubara sebagai bahan bakar, maka diperlukan preparasi terlebih dahulu agar diperoleh serbuk batubara dengan

ukuran seragam. Beberapa kelemahan menggunakan serbuk batubara sebagai bahan bakar, yaitu:

- 1) preparasi membuat bahan peledak ANFO menjadi mahal,
- 2) tingkat homogenitas campuran antara serbuk batubara dengan AN sulit dicapai,
- 3) sensitifitas kurang, dan
- 4) debu serbuk batubara berbahaya terhadap pernafasan pada saat dilakukan pencampuran.

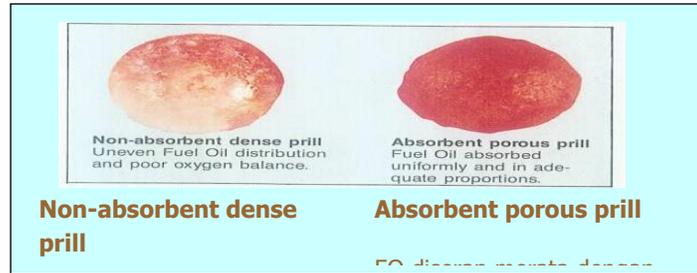
Menggunakan bahan bakar minyak selain solar atau minyak disel, misalnya minyak tanah atau bensin dapat juga dilakukan, namun beberapa kelemahan harus dipertimbangkan, yaitu:

- 1) Akan menambah derajat sensitifitas, tapi tidak memberikan penambahan kekuatan (*strength*) yang berarti,
- 2) Mempunyai titik bakar rendah, sehingga akan menimbulkan resiko yang sangat berbahaya ketika dilakukan pencampuran dengan AN atau pada saat operasi pengisian ke dalam lubang ledak. Bila akan digunakan bahan bakar minyak sebagai FO pada ANFO harus mempunyai titik bakar lebih besar dari 61 °C.

Penggunaan solar sebagai bahan bakar lebih menguntungkan dibanding jenis FO yang karena beberapa alasan, yaitu:

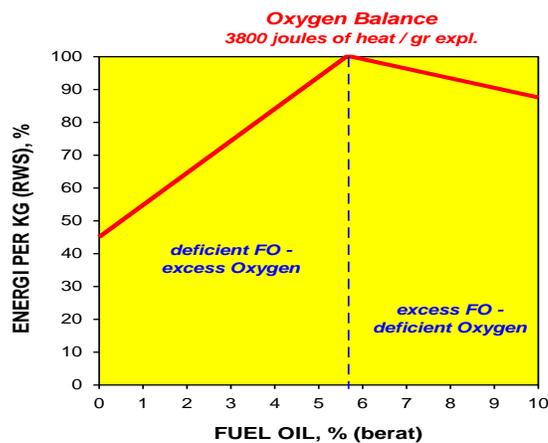
- 1) Harganya relatif murah,
- 2) Pencampuran dengan AN lebih mudah untuk mencapai derajat homogenitas,
- 3) Karena solar mempunyai viskositas relatif lebih besar dibanding FO cair lainnya, maka solar tidak menyerap ke dalam butiran AN tetapi hanya menyelimuti bagian permukaan butiran AN saja.
- 4) Karena viskositas itu pula menjadikan ANFO bertambah densitasnya.

Untuk menyakinkan bahwa campuran antara AN dan FO sudah benar-benar homogen dapat ditambah zat pewarna, biasanya oker. Gambar 3.3 memperlihatkan butiran AN yang tercampur dengan FO secara merata (homogen) dan tidak merata.



Gambar 6.6 Kenampakan campuran butiran AN dan FO

Komposisi bahan bakar yang tepat, yaitu 5,7% atau 6%, dapat memaksimalkan kekuatan bahan peledak dan meminimumkan *fumes*. Artinya pada komposisi ANFO yang tepat dengan AN = 94,3% dan FO = 5,7% akan diperoleh *zero oxygen balance*. Kelebihan FO disebut dengan *overfuelled* akan menghasilkan reaksi peledakan dengan konsentrasi CO berlebih, sedangkan bila kekurangan FO atau *underfuelled* akan menambah jumlah  $\text{NO}_2$ . Gambar 3.4 grafik yang memperlihatkan hubungan antara persentase FO dan RWS dari ANFO.



Gambar 6.7 Hubungan % FO dan %RWS bahan peledak ANFO

Perbandingan AN : FO sebesar 94,3% : 5,7% adalah perbandingan berdasarkan berat. Agar diperoleh perbandingan berat komposisi yang tepat antara FO dengan AN, dapat digunakan Tabel 3.1 yang menggunakan solar berdensitas 0,80 gr/cc sebagai bahan bakar. Dengan memvariasikan kebutuhan akan ANFO, akan diperoleh berapa liter solar yang diperlukan untuk dicampur dengan sejumlah AN.

Tabel 6.2 Jumlah kebutuhan FO untuk memperoleh ANFO

ANFO,kg	BAHAN BAKAR (FO)		AN, kg
	kg	liter	
10	0.57	0.71	9.43
20	1.14	1.43	18.86
30	1.71	2.14	28.29
40	2.28	2.85	37.72
50	2.85	3.56	47.15
70	3.99	4.99	66.01
80	4.56	5.70	75.44
100	5.70	7.13	94.30
200	11.40	14.25	188.60
300	17.10	21.38	282.90
400	22.80	28.50	377.20
500	28.50	35.63	471.50
1000	57.00	71.25	943.00

ANFO yang diproduksi oleh beberapa produsen bahan peledak pada umumnya mempunyai sifat yang sama seperti terlihat pada Tabel 5.2.

Tabel 6.3 Karakteristik ANFO dari beberapa produsen

PROPERTIES	NITRO NOBEL	PT. DAHANA	ICI Australia (ORICA)
Density, gr/cc			
- Poured	: 0,80 - 0,85	--	--
- Blow loaded	: 0,85 - 0,95	--	--
- Bulk	: --	0,80 - 0,84	0,80 - 1,10
Energy, MJ/kg	: 3,7	--	--
RWS, %	: 100	100 <sup>1)</sup>	100 - 113
RBS, %	:		100 - 156
- Poured	: 100	--	--
- Blow loaded	: 116	--	--
VoD, m/s	: --	3000 - 3300 <sup>2)</sup>	4100 <sup>3)</sup>
Min.hole diameter, mm	:	38.1	25
- Poured	: 75	--	--
- Blow loaded	: 25	--	--
Water resistance	: nil	poor	poor
Storage life, month	: 6	6	6
Trade mark	: ANFO prilled	Danfo	Nitropril

<sup>1)</sup> RWS to Blasting Gelatin = 55%

<sup>2)</sup> In 25" diameter confined borehole

<sup>3)</sup> In 200mm diameter confined borehole

### c. *Slurries (watergels)*

Istilah *slurries* dan *watergel* adalah sama artinya, yaitu campuran oksidator, bahan bakar, dan pemeka (*sensitizer*) di dalam media air yang dikentalkan memakai *gums*, semacam perekat, sehingga campuran tersebut berbentuk jeli atau *slurries* yang mempunyai ketahanan terhadap air sempurna. Sebagai oksidator bisa dipakai sodium nitrat atau ammonium nitrat, bahan bakarnya adalah solar atau minyak diesel, dan pemekanya bisa berupa bahan peledak atau bukan bahan peledak yang diaduk dalam 15% media air.

Agen peledakan *slurry* yang mengandung bahan pemeka yang **bukan** jenis bahan peledak, misalnya solar, sulfur, atau alumunium, tidak peka terhadap detonator (*non-cap sensitive*). Sedangkan *slurry* yang mengandung bahan pemeka dari **jenis** bahan peledak, seperti TNT, maka akan peka terhadap detonator (*cap sensitive*). Oleh sebab itu jenis *slurry* yang disebutkan terakhir bukanlah merupakan agen peledakan, tetapi benar-benar sebagai bahan peledak *slurry (slurry explosive)* dan peka terhadap detonator. *Slurry* pada umumnya dikenal karena bahan bakar pemekanya, seperti *aluminized slurry*, TNT *slurry*, atau *smokeless powder slurry*.

Tabel 6.4 Contoh jenis bahan peledak watergel

Du Pont Watergels					
Jenis produk	Diameter, mm	Densitas, gr/cc	VoD, m/s	Peka detonator	Ketahanan thd air
TOVEX 90	25 - 38	0,90	4300	YA	Baik
TOVEX 100	25 - 45	1,10	4500	YA	Sangat baik
TOVEX 300	25 - 38	1,02	3400	YA	Baik
TOVEX 500	45 - 100	1,23	4300	TIDAK	Sangat baik
TOVEX 650	45 - 100	1,35	4500	TIDAK	Sangat baik

TOVEX 700	45 - 100	1,20	4800	YA	Sangat baik
TOVEX P	25 - 100	1,10	4800	YA	Sangat baik
TOVEX S	57 - 64	1,38	4800	YA	Sangat baik
POURVEX EXTRA	89 dicurah	1,33	4900	TIDAK	Sangat baik
DRIVEX	38 dipompa	1,25	5300	TIDAK	Sangat baik
<b>ICI Explosive</b>					
POWERGEL 1531	90	1,20	4500	YA	Sangat baik
AQUAPOUR 1083	90	1,26	4500	YA	Sangat baik
MOLANITE 95BP	90	1,17	3600	YA	Sangat baik

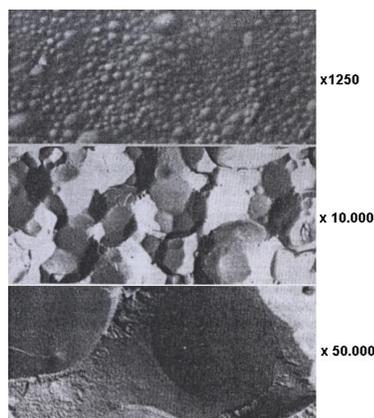
#### **d. Bahan peledak berbasis emulsi (*emulsion based explosives*)**

Bahan peledak emulsi terbuat dari campuran antara fase larutan oksidator berbutir sangat halus sekitar 0,001 mm (disebut *droplets*) dengan lapisan tipis matrik minyak hidrokarbonat. Perbedaan ukuran butir oksidator bahan peledak dapat dilihat pada Tabel 3.4. Emulsi ini disebut tipe “air-dalam-minyak” (*water-in-oil emulsion*). *Emulsifier* ditambahkan untuk mempertahankan fase emulsi. Dengan memperhatikan butiran oksidator yang sangat halus dapat difahami bahwa untuk membuat emulsi ini cukup sulit, karena untuk mencapai *oxygen balance* diperlukan 6% berat minyak di dalam emulsi harus menyelimuti 94% berat butiran *droplets*. Gambar 3.5 memperlihatkan bentuk struktur emulsi dengan pembesaran 1250 x, 10.000 x dan 50.000 x.

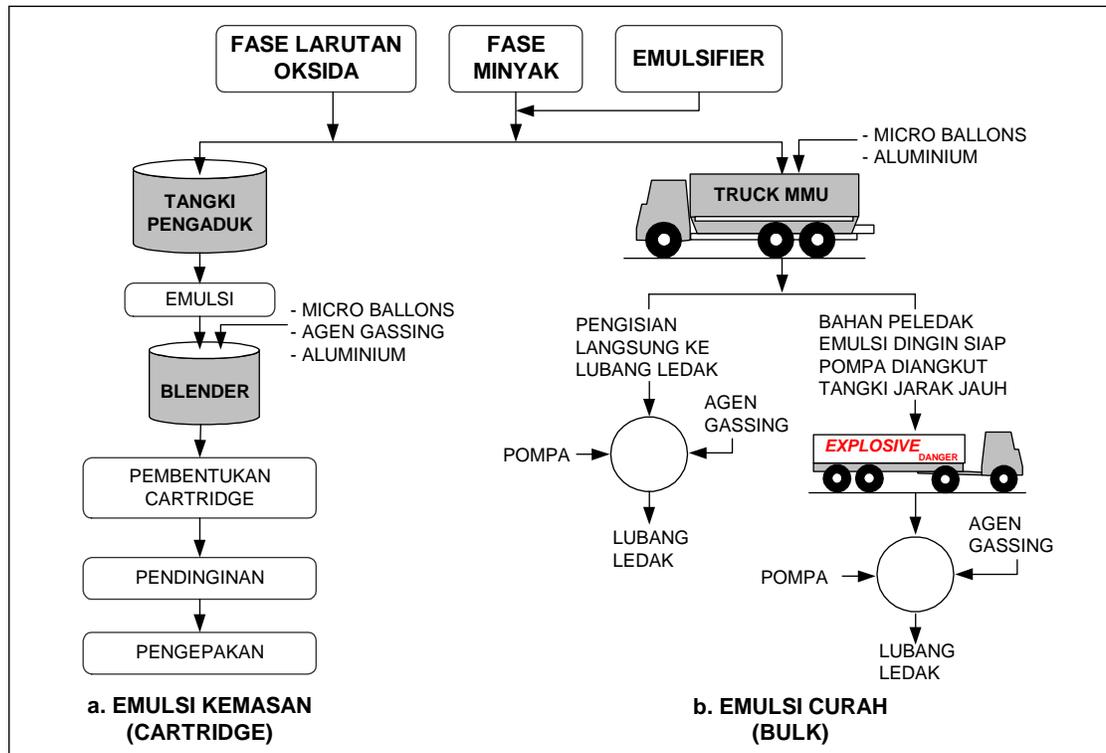
Tabel 6.5 Perbedaan ukuran butir oksidator bahan peledak (Bamfield and Morrey, 1984)

Bahan peledak	Ukuran, mm	Bentuk	VoD, m/s
ANFO	2,000	Semua padat	3200
Dinamit	0,200	Semua padat	4000
Slurry	0,200	Padat / liquid	3300
Emulsi	0,001	Liquid	5000 – 6000

Karena butiran oksidator terlalu halus, maka diperlukan peningkatan kepekaan bahan peledak emulsi dengan menambahkan zat pemeka (*sensitizer*), misalnya agen *gassing* kimia agar terbentuk gelembung udara untuk menimbulkan fenomena *hot spot*. Zat pemeka lainnya adalah *glass microballons* dan kadang-kadang ditambah pula dengan aluminium untuk meningkatkan kekuatan. Gambar 3.6 memperlihatkan pola urutan produksi emulsi, baik diproduksi dalam bentuk kemasan maupun dicurah langsung ke lubang ledak. Bahan peledak emulsi banyak diproduksi dengan nama yang berbeda beda. Konsistensi sifat bahan peledak tergantung pada karakteristik ketahanan fase emulsi dan efek emulsi tersebut terhadap adanya perubahan viskositas yang merupakan fungsi daripada waktu penimbunan.



Gambar 6.8 Bentuk struktur emulsi (Bamfield and Morrey, 1984)



Gambar 6.9 Pola urutan produksi emulsi

Saat ini pemakaian bahan peledak emulsi cukup luas diberbagai penambangan bahan galian, baik pemakaian dalam bentuk kemasan *cartridge* maupun langsung menggunakan truck *Mobile Mixer Unit* (MMU) ke lubang ledak. Tabel 3.5 adalah contoh bahan peledak berbasis emulsi dari beberapa produsen bahan peledak termasuk merk dagang dan sifat-sifatnya, sedang Gambar 3.7 contoh bahan peledak berbasis emulsi berbentuk cartridge dari Dyno Nobel dan Dahana.

Tabel 6.6 Jenis bahan peledak berbasis emulsi

Sifat-sifat	Produsen			
	PT.Dahana	Dyno Nobel	ICI Explosives	Sasol Smx
Merk dagang	<i>Dayagel Magnum</i>	<i>Emulite</i>	<i>Seri Powergel</i>	<i>Seri Emex</i>
Densitas, gr/cc	1,25	1,18 - 1,25	1,16 -1,32	1,12 -1,24
Berat/karton, kg	20	25	20	--
RWS, %	119	111	98 - 118	74 - 186
RBS, %	183	162	140 - 179	97 - 183
VoD, m/s	4600 - 5600	5000 - 5800	4600 - 5600	4600 - 5600
Diameter, mm	25 - 65	25 -80	25 - 65	25 - 65
Ketahanan thd air	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik
Waktu penyimpanan, thn	1	1	1	1



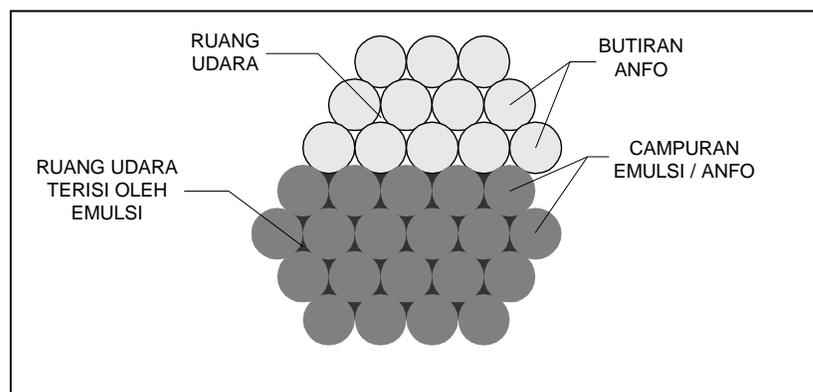
Gambar 6.10 Bahan peledak emulsi berbentuk *cartridge* buatan Dyno Nobel

#### e. Bahan peledak *heavy ANFO*

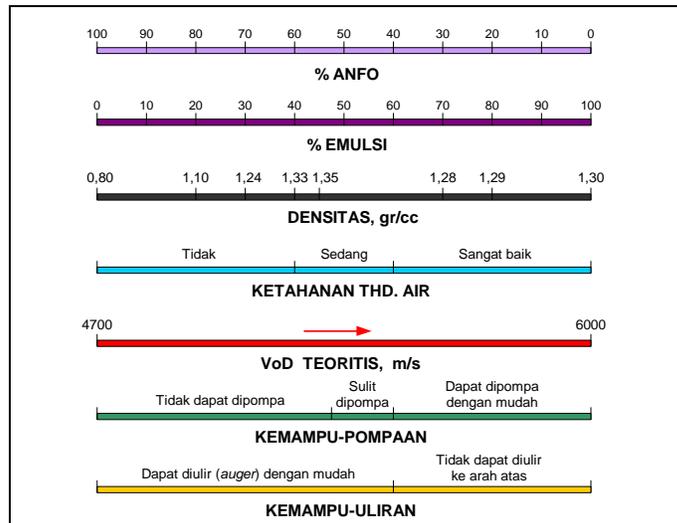
Bahan peledak *heavy ANFO* adalah campuran daripada emulsi dengan ANFO dengan perbandingan yang bervariasi (lihat Gambar 3.8 dan 3.9). Keuntungan dari campuran ini sangat tergantung pada perbandingannya, walaupun sifat atau karakter bawaan dari emulsi dan ANFO tetap mempengaruhinya. Keuntungan penting dari pencampuran ini adalah:

- ⇒ Energi bertambah,
- ⇒ Sensitifitas lebih baik,
- ⇒ Sangat tahan terhadap air,
- ⇒ Memberikan kemungkinan variasi energi disepanjang lubang ledak.

Cara pembuatan *heavy ANFO* cukup sederhana karena matriks emulsi dapat dibuat di pabrik emulsi kemudian disimpan di dalam tangki penimbunan emulsi. Dari tangki tersebut emulsi dipompakan ke bak truck *Mobile Mixer/Manufacturing Unit (MMU)* yang biasanya memiliki tiga kompartemen. Emulsi dipompakan ke salah satu kompartemen bak, sementara pada dua kompartemen bak yang lainnya disimpan ammonium nitrat dan solar. kemudian MMU meluncur ke lokasi yang akan diledakkan. Tabel 3.6 beberapa merk dagang dan karakteristik *heavy ANFO*.



Gambar 6.11 Prinsip campuran emulsi dan ANFO untuk membuat *heavy ANFO*



Gambar 6.12 Karakteristik tipe heavy ANFO dengan variasi emulsi dan ANFO (Du Pont, 1986)

Tabel 6.7. Jenis bahan peledak berbasis emulsi

Sifat-sifat	Produsen		
	Dyno Nobel	ICI Explosives	
Merk dagang	<i>Seri Emulan</i>	<i>Seri Titan</i>	<i>Seri Energan</i>
Densitas, gr/cc	1,20 – 1,26	0,85 – 1,30	0,80 – 1,35
Kandungan emulsi, %	40 – 80	10 – 40	40
RWS, %	78 – 91	78 – 91	100 – 108
RBS, %	123 – 137	123 – 137	100 – 183
VoD, m/s	4800 – 5800	4800 - 5800	4000 – 5600
Diameter, mm	75 – 125	127 – 152	50 – 180
Ketahanan thd air	Sangat baik	Buruk - Sangat baik	Sangat baik

Agen peledakan tidak seluruhnya peka primer, tetapi sebagian besar bahan peledak kemasan berbasis emulsi peka detonator. Demikian pula dengan *watergel* yang bahan pemekanya dari **jenis** bahan peledak, yaitu TNT (lihat Tabel )

#### f. **Bahan peledak berbasis nitrogliserin**

Kandungan utama dari bahan peledak ini adalah nitrogliserin, nitroglisikol, nitrocotton dan material selulosa. Kadang-kadang ditambah juga ammonium atau sodium nitrat. Nitrogliserin merupakan zat kimia berbentuk cair yang tidak stabil dan mudah meledak, sehingga pengangkutannya sangat beresiko tinggi. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan keselamatan dalam pengangkutan maupun pengemasan adalah dengan mencampur nitrogliserin dengan bahan yang mudah menyerap cairan, diantaranya adalah serbuk gergaji. Serbuk gergaji sekarang sudah tidak dipakai lagi karena terlalu mudah terbakar dan daya serapnya kurang. Alfred Nobel yang pertama kali menemukan *kieselguhr* sebagai penyerap nitrogliserin yang baik dan hasil campurannya itu dinamakan bahan peledak dinamit. Saat itu kandungan *kieselguhr* dan NG divariasikan untuk memberikan energi yang diinginkan dan keamanan dalam pengangkutannya.

Bahan peledak ini mempunyai sifat plastis yang konsisten (seperti lempung atau dodol), berkekuatan (*strength*) yang tinggi, densitas tinggi, dan ketahanan terhadap air sangat baik, sehingga dapat digunakan langsung pada lubang ledak yang berair. Bahan dikemas (dibungkus) oleh kertas mengandung *polyethylene* untuk mencegah penyerapan air dari udara bebas. Tabel 3.7 memperlihatkan beberapa produk bahan peledak berbasis NG dan Gambar 3.10 seri AN Gelinite buatan ICI Explosives.

Adapun kelemahan bahan peledak jenis ini adalah :

- ⇒ Mengandung resiko kecelakaan tinggi pada saat pembuatan di pabrik maupun pengangkutan

- ⇒ Sensitif terhadap gesekan, sehingga sangat berbahaya apabila tertabrak atau tergilas oleh kendaraan
- ⇒ Membuat kepala pusing
- ⇒ Tidak dapat digunakan pada lokasi peledakan yang bertemperatur tinggi
- ⇒ Biaya pembuatan tinggi

Tabel 6.8 Jenis bahan peledak berbasis nitrogliserin

Merk dagang	Diameter, mm	Densitas		VoD, m/s
		gr/cc	bhn peledak/	
<b>Du Pont Dynamites</b>				
Straight Dynamite (granular)	32	1,37	104	4900
Ammonia Dynamite (granular)	32	1,16 - 1,29	110 – 120	1750 - 4000
Ammonia Dynamite (semi gelatin)	32	0,94 - 1,29	110 – 150	3450 - 4000
Straight Dynamite (gelatins)	32	1,32	107	6000
Ammonia Dynamite (gelatins)	32	1,26 - 1,60	88 – 107	4000 - 6000
Ammonia Granular (permissible)	32	0,85 - 1,15	120 – 165	1740 - 2750
Ammonia Gelatin (permissible)	32	1,37	102	5030
<b>ICI Explosives</b>				
AN Gelignite 60	22 - 32	1,40	130 – 265	3500
AN Gelignite Dynamite 95	25 - 95	1,45	6 – 188	3200
Ajax (permissible/P1)	32	1,50	---	2500
Dynagex (permissible/P5)	32	1,42	---	2900



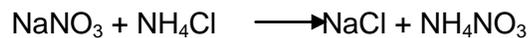
Gambar 6.13 Seri AN Gelignite buatan ICI Explosives (1988)

#### g. Bahan peledak *permissible*

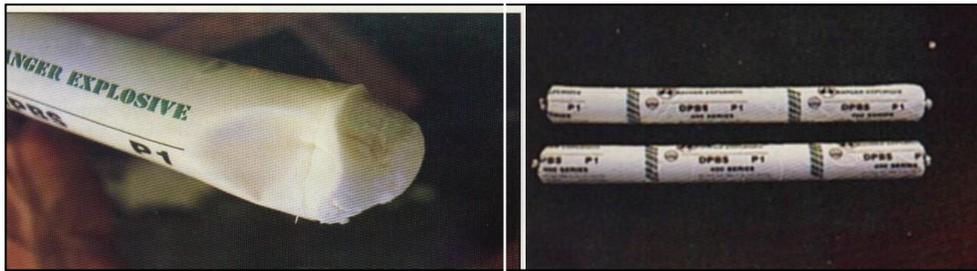
Bahan peledak *permissible* adalah bahan peledak yang khusus digunakan pada tambang batubara bawah tanah. Bahan peledak ini harus lulus beberapa tahapan uji keselamatan yang ketat sebelum dipasarkan. Pengujian terutama diarahkan pada keamanan peledakan dalam tambang batubara bawah tanah yang umumnya berdebu agar bahan peledak tersebut tidak menimbulkan kebakaran tambang. Bahan peledak yang lulus uji akan diklasifikasikan kedalam "*permitted explosive*" dengan *rating* P1 atau P5, di mana kode *rating* menunjukkan tingkat kekuatan bahan peledak tersebut. Bahan peledak *permissible* P1 dapat digunakan untuk meledakkan batubara yang keras, pembuatan *vertical shaft*, dan lubang bukaan bahwa tanah lainnya; sedangkan P5 lebih cocok digunakan pada tambang batubara bawah tanah yang berdebu.

Bahan peledak *permissible* bisa berbasis NG maupun emulsi dan yang terlihat pada Tabel 3.7 adalah bahan peledak *permissible* berbasis NG. Komposisi bahan peledak *permissible* ditambah dengan garam yang dapat

menekan temperature saat peledakan berlangsung disebut *fire suppressant salts*. Derajat penekanan tersebut tergantung pada distribusi dan persentase garam yang dapat memberikan jaminan keamanan agar tidak terjadi kebakaran debu batubara pada udara ketika proses peledakan. Disamping garam terdapat pula cara lain untuk menekan temperatur tersebut, yaitu dengan memanfaatkan system pertukaran ion atau yang disebut *reinforced safety*. Bahan peledak ini biasanya dibuat dengan persentase NG kecil ditambah bahan bakar dan sodium nitrat serta ammonium chloride, reaksinya adalah:



Hasilnya adalah ammonium nitrat sebagai oksidator dan sodium chloride yang mempunyai daya pendinginan yang besar, bahkan lebih besar dibanding dengan pencampuran yang pertama. *ICI- Explosive* membuat bahan peledak *permissible* berbasis emulsi yang dinamakan seri *Permitted Powergel* (lihat Gambar 3.11).



Gambar 6.14 Bahan peledak *permissible* berbasis emulsi (ICI-Explosive, 1988)

#### h. Bahan peledak *black powder*

*Black powder* atau *gunpowder* pertama kali dibuat pada abad ke 13 dan digunakan baik untuk keperluan militer maupun penambangan. Komposisi *black powder* adalah serbuk batubara, garam, dan belerang. Bahan peledak ini terbakar cepat sekali, bisa mencapai kecepatan rambat  $100 \pm 10$  detik per meter atau 60 meter per detik pada kondisi terselubung, tetapi tidak bisa meledak. Oleh sebab itu *black powder* diklasifikasikan sebagai

bahan peledak lemah (*low explosive*). Kapabilitas *black powder* sangat dipengaruhi oleh cuaca yang memperburuk kemampuan bakarnya. Karena kelemahan inilah *black powder* tersingkir penggunaannya sebagai bahan peledak utama dalam industri pertambangan setelah ditemukan nitrigleserin dan bahkan sekarang bahan peledak berbasis emulsi yang mempunyai kekuatan detonasi sangat tinggi dan aman. Walaupun demikian *black powder* saat ini masih tetap dimanfaatkan untuk mengisi sumbu api atau sumbu bakar atau *safety fuse* untuk peledakan dengan menggunakan detonator biasa. Untuk keperluan militer, *black powder* digunakan sampai sekarang sebagai mesiu di dalam selongsong peluru yang berfungsi sebagai pelontar proyektil peluru (*propellant*) dan juga digunakan pada berbagai keperluan piroteknik.

### **C. Aktivitas Pembelajaran**

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan, diantaranya yaitu:

1. Mengamati

Mengamati dan Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.berdasarkan teori yang ada.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab

pertanyaan yang diajukan tentang Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.

#### **D. Latihan/Kasus/Tugas**

1. Jelaskan bahan peledak berbasis nitrogliserin?
2. Jelaskan klasifikasi bahan peledak?
3. Jelaskan tentang bahan peledak slurries ?

#### **E. Rangkuman**

1. Bahan peledak adalah bahan peledak kimia yang didefinisikan sebagai suatu bahan kimia senyawa tunggal atau campuran berbentuk padat, cair, atau campurannya yang apabila diberi aksi panas, benturan, gesekan atau ledakan awal akan mengalami suatu reaksi kimia eksotermis sangat cepat dan hasil reaksinya sebagian atau seluruhnya berbentuk gas disertai panas dan tekanan sangat tinggi yang secara kimia lebih stabil.
2. Pembakaran adalah reaksi permukaan yang eksotermis dan dijaga keberlangsungannya oleh panas yang dihasilkan dari reaksi itu sendiri dan produknya berupa pelepasan gas-gas. Reaksi pembakaran memerlukan unsur oksigen ( $O_2$ ) baik yang terdapat di alam bebas maupun dari ikatan

molekuler bahan atau material yang terbakar. Untuk menghentikan kebakaran cukup dengan mengisolasi material yang terbakar dari oksigen.

3. Deflagrasi adalah proses kimia eksotermis di mana transmisi dari reaksi dekomposisi didasarkan pada konduktivitas termal (panas). Deflagrasi merupakan fenomena reaksi permukaan yang reaksinya meningkat menjadi ledakan dan menimbulkan gelombang kejut (*shock wave*) dengan kecepatan rambat rendah, yaitu antara 300 – 1000 m/s atau lebih rendah dari kecepatan suara (*subsonic*).
4. Ledakan, menurut Berthelot, adalah ekspansi seketika yang cepat dari gas menjadi bervolume lebih besar dari sebelumnya diiringi suara keras dan efek mekanis yang merusak. Dari definisi tersebut dapat tersirat bahwa ledakan tidak melibatkan reaksi kimia, tapi kemunculannya disebabkan oleh transfer energi ke gerakan massa yang menimbulkan efek mekanis merusak disertai panas dan bunyi yang keras.
5. Detonasi adalah proses kimia-fisika yang mempunyai kecepatan reaksi sangat tinggi, sehingga menghasilkan gas dan temperature sangat besar yang semuanya membangun ekspansi gaya yang sangat besar pula. Kecepatan reaksi yang sangat tinggi tersebut menyebarkan tekanan panas ke seluruh zona peledakan dalam bentuk gelombang tekan kejut (*shock compression wave*) dan proses ini berlangsung terus menerus untuk membebaskan energi hingga berakhir dengan ekspansi hasil reaksinya. Kecepatan rambat reaksi pada proses detonasi ini berkisar antara 3000 – 7500 m/s. Contoh kecepatan reaksi ANFO sekitar 4500 m/s. Sementara itu *shock compression wave* mempunyai daya dorong sangat tinggi dan mampu merobek retakan yang sudah ada sebelumnya menjadi retakan yang lebih besar. Disamping itu *shock wave* dapat menimbulkan *sympathetic detonation*, oleh sebab itu peranannya sangat penting di dalam menentukan jarak aman (*safety distance*) antar lubang.

## F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Pada bagian evaluasi ini, ada 3 jenis latihan yang akan diberikan untuk mengukur kemampuan anda, yaitu:

### 1. Kognitif skill

- a) Jelaskan secara tepat dan singkat tentang bahan peledak berbasis nitrogliserin
- b) Jelaskan secara tepat dan singkat bahan peledak slurries

### 2. Psikomotor Skill

- a. Jelaskan tentang merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan dilapangan, sesuai dengan penjelasan yang sudah dibahas pada materi sebelumnya.

### 3. Attitude Skill

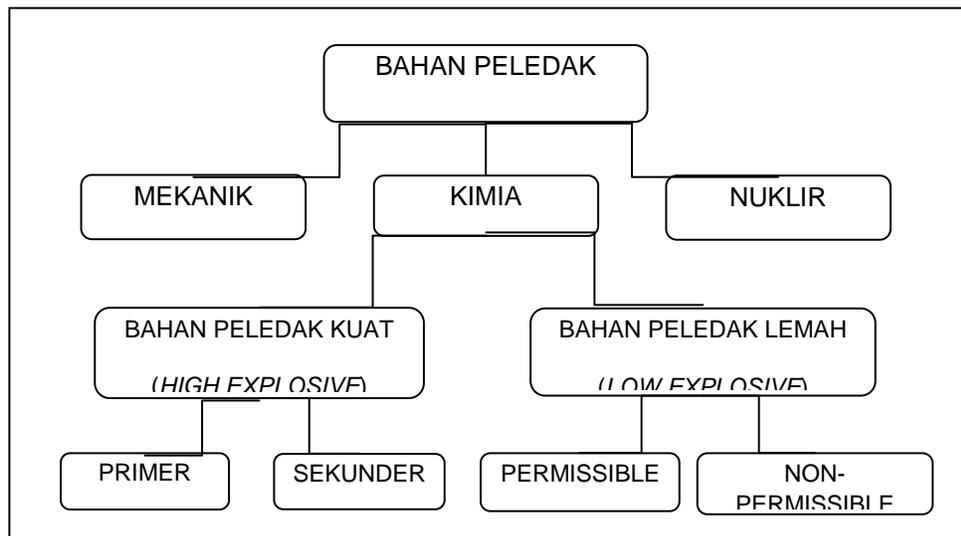
- a. Sebagai sebuah tim dalam melakukan proses pembelajaran yang membahas tentang merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan, bagaimana cara anda menanamkan rasa ketaqwaan kepada tuhan yang maha esa, rasa tanggung jawab, kebersamaan dan kedisiplinan

## G. Kunci Jawaban

1. Kandungan utama dari bahan peledak ini adalah nitrogliserin, nitoglikol, nitrocotton dan material selulosa. Kadang-kadang ditambah juga ammonium atau sodium nitrat. Nitrogliserin merupakan zat kimia berbentuk cair yang tidak stabil dan mudah meledak, sehingga pengangkutannya sangat beresiko tinggi. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan keselamatan dalam pengangkutan maupun pengemasan adalah dengan mencampur nitrogliserin dengan bahan yang mudah menyerap cairan, diantaranya adalah serbuk gergaji. Serbuk gergaji sekarang sudah tidak dipakai lagi karena terlalu mudah terbakar dan daya serapnya kurang. Alfred Nobel yang pertama kali menemukan *kiieselguhr* sebagai penyerap nitrogliserin yang baik dan hasil campurannya itu dinamakan bahan peledak dinamit. Saat itu kandungan

*kiieselguhr* dan NG divariasikan untuk memberikan energi yang diinginkan dan keamanan dalam pengangkutannya. Bahan peledak ini mempunyai sifat plastis yang konsisten (seperti lempung atau dodol), berkekuatan (*strength*) yang tinggi, densitas tinggi, dan ketahanan terhadap air sangat baik, sehingga dapat digunakan langsung pada lubang ledak yang berair. Bahan dikemas (dibungkus) oleh kertas mengandung *polyethylene* untuk mencegah penyerapan air dari udara bebas

## 2. Klasifikasi bahan peledak



- Istilah *slurries* dan *watergel* adalah sama artinya, yaitu campuran oksidator, bahan bakar, dan pemeka (*sensitizer*) di dalam media air yang dikentalkan memakai *gums*, semacam perekat, sehingga campuran tersebut berbentuk jeli atau *slurries* yang mempunyai ketahanan terhadap air sempurna. Sebagai oksidator bisa dipakai sodium nitrat atau ammonium nitrat, bahan bakarnya adalah solar atau minyak diesel, dan pemekanya bisa berupa bahan peledak atau bukan bahan peledak yang diaduk dalam 15% media air. Agen peledakan *slurry* yang mengandung bahan pemeka yang **bukan** jenis

bahan peledak, misalnya solar, sulfur, atau alumunium, tidak peka terhadap detonator (*non-cap sensitive*). Sedangkan *slurry* yang mengandung bahan pemeka dari **jenis** bahan peledak, seperti TNT, maka akan peka terhadap detonator (*cap sensitive*). Oleh sebab itu jenis *slurry* yang disebutkan terakhir bukanlah merupakan agen peledakan, tetapi benar-benar sebagai bahan peledak *slurry* (*slurry explosive*) dan peka terhadap detonator. *Slurry* pada umumnya dikenal karena bahan bakar pemekanya, seperti *aluminized slurry*, TNT *slurry*, atau *smokeless powder slurry*.

## VIII. Kegiatan Pembelajaran 7

### A. Tujuan

Dengan diberikan modul tentang mengamati proses preparasi bahan galian guru dapat memahami dan menjelaskan bagaimana mengamati proses preparasi bahan galian

### B. Uraian Materi

Mengamati proses preparasi bahan galian

#### 1. PENGERTIAN BAHAN GALIAN

Dalam dunia pertambangan terutama tahap penentuan ekonomis, dimana pekerjaan sampling, preparasi dan perhitungan mutu atau kadar bahan galian mutlak diperlukan, buku ini membahas secara global tentang hal tersebut. Sebelum pembahasan lebih lanjut, alangkah Sampling adalah mengambil contoh bahan galian.

- a) Sample adalah contoh bahan galian.
- b) Feed (umpan) adalah material yang akan dipreparasi.
- c) Konsentrat adalah material hasil preparasi yang berkadar tinggi.
- d) *Midling* adalah material hasil preparasi yang berkadar menengah.
- e) *Tailing* adalah material sisa atau sampah hasil preparasi.
- f) *Oversize* adalah material yang tertahan pada jaringan karena diameter melebihi ukuran saringan.
- g) *Undersize* adalah material yang lolos lubang saringan karena diameter lebih kecil dari ukuran saringan.

Sampling bahan galian harus mewakili daerah operasi penelitian. Metode/ peralatan mengikuti sifat fisik bahan galian / mineralnya begitu juga perhitungan kadar mengikuti *cut of grade* bahan galian. Misalnya kadar emas dinyatakan dalam ppm atau karat, kadar besi dinyatakan dalam %, Kadar timah dinyatakan dalam kwintal / 1000 m<sup>3</sup>. Tujuan sampling yaitu mengambil contoh bahan galian yang dapat mewakili

daerah operasi penelitian, untuk preparasi tujuannya mengubah bahan baku atau bahan tambang menjadi bahan yang siap diolah (menaikkan kadar bahan galian). Sedangkan perhitungan kadar sangat penting, supaya seorang eksplorasi sudah mengetahui prakiraan kadar bahan galian sehingga dapat menentukan daerah operasi apakah prospek atau tidak prospek.

## **2. Teknik Pengambilan Contoh ( Sampling )**

Sampling (pengambilan contoh) merupakan tahap awal dari suatu analisis. Pengambilan contoh harus efektif, cukup seperlunya tapi representatif (mewakili). Sampling harus dilakukan dalam tahapan yang benar sehingga hasil sampling yang didapat mampu mewakili material yang begitu banyak dan dapat dipakai sebagai patokan untuk mengontrol apakah proses pengolahan tersebut berjalan dengan baik atau tidak. Untuk hasil lebih baik dilakukan analisa mikroskop.

Increment adalah jumlah satuan mineral yang dikumpulkan dari populasi sebagai bagian dari contoh yang diperoleh dengan sekali pengambilan contoh.

Dari mekanismenya, pengambilan contoh dapat dibagi dua, yaitu :

### **a) Hand sampling**

Pengambilan contoh dilakukan dengan tangan, sehingga hasilnya sangat tergantung pada ketelitian operator

#### **1) Grab sampling**

Pengambilan sampel pada material yang homogen dan dilakukan dengan interval tertentu dengan menggunakan sekop. Contoh yang diperoleh biasanya kurang representatif.

#### **2) Shovel sampling**

Pengambilan sampel dengan menggunakan shovel, keuntungan cara ini lebih murah, waktu pengambilan cepat dan memerlukan tempat yang tidak begitu luas. Material contoh yang diambil berukuran kurang dari 2 inchi.

3) Stream sampling

Alat yang digunakan Hand sampling cutter. Contoh yang diambil berupa pulp (basah) dan pengambilan searah dengan aliran (stream).

4) Pipe sampling

Alat yang digunakan pipa/tabung dengan diameter 0.5, 1.0, dan 1.5 inci. Salah satu ujung pipa runcing untuk dimasukkan ke material. Terdiri dari dua pipa (besar dan kecil) sehingga terdapat rongga diantaranya untuk tempat contoh.

Digunakan pada material padat yang halus dan tidak terlalu keras.

5) Coning and quatering

Langkah-langkah yang dilakukan :

- Material dicampur sehingga homogen
- Diambil secukupnya dan dibuat bentuk kerucut
- Ujung kerucut ditekan sehingga membentuk kerucut terpotong dan dibagi empat bagian sama besar
- Dua bagian yang berseberangan diambil untuk dijadikan contoh yang dianalisis

b) Mechanical sampling

Digunakan untuk pengambilan contoh dalam jumlah yang besar dengan hasil yang lebih representatif dibandingkan hand sampling.

**3. Sampling**

adalah cara mengambil contoh bahan galian yang mewakili suatu daerah. Sebelum pengambilan sample maka terlebih dahulu dilakukan survei ( penelitian pendahuluan ), mencakup daerah yang cukup luas.

a) Survei

Penelitian pendahuluan dapat dilakukan dengan cara :

1) Foto udara : dengan pesawat terbang / satelit

Pengukuran langsung di permukaan tanah :

- (1) Geomagnetik : sifat – sifat magnet suatu endapan
- (2) Geolistrik : sifat – sifat listrik suatu endapan

(3) Geofisik : Gelombang pantulan suatu endapan ( lebih keras sifat endapan maka waktu pantulan semakin cepat)

(4) Geokimia : Sifat – sifat kimia dari bahan galian

Peta yang dihasilkan (1) peta berskala 1 : 25000 ( peta anomali ) yakni indikasi adanya tanah – tanah yang mengandung bahan galian yang dicari.

b) Tahapan Lanjutan ( *follow up* )

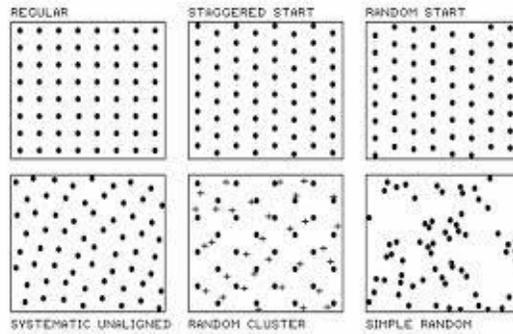
Tahapan lanjutan adalah penelitian yang dilakukan pada daerah – daerah anomali sesuai peta anomali pada tahap 1. Pada tahapan lanjutan dilakukan penelitian yang meliputi kegiatan :

(1) *Traverse*

Merupakan survei meliputi sungai ke arah hulu dan percabangannya. Prinsipnya adalah membuat garis lurus di sungai dengan cara tertentu, yaitu masih dapat dilihat pembidik. Sample yang diambil dari travers didapat dari singkapan, umumnya jarak pengambilan sample adalah 50 m atau sesuai kondisi medan. Peralatan yang digunakan umumnya : Kompas, Klinometer, Pita Ukur, Peralatan Pendukung ( tali, map, HCL, fold lens/ Lensa lipat).

(2) *Grid Soil*

Dilaksanakan sebagai kelanjutan dari travers sungai karena survei grid soil biasanya dilakukan di daerah pegunungan yang dijumpai banyak sungai. Pada kegiatan ini dilakukan pengambilan sample tanah, chip sampling. Bedanya dengan batuan adalah tanah dipengaruhi oleh organisme. Chip rock sampling adalah pengambilan sample batuan dengan pahat/palu geologi dan hasilnya berupa batuan yang remuk. Lihat contoh grid soil pada gambar dibawah ini :



Gambar 7 .1. Grid Soil

(3) *Trenching*

Trenching adalah sistem pengambilan sample dengan membuat alur / selokan kecil pada batuan / bahan galian yang masih segar.



Gambar 7.2. Trenching

(4) *Test Pit*

Test pit adalah pengambilan sample pada daerah yang elum tererosi, tetapi terletak pada kedalaman yang sulit dicapai bila tanpa membuat test pit ( sumuran).



Gambar 7.3.Parit Uji

(5) *Grid Line*

*Grid line* merupakan suatu metode pengambilan sample pada daerah *travers* sungai untuk mengetahui kandungan lapisan batuan yang mungkin lanjutan dari *outcrop* (singkapan) selama *travers*. Pada kegiatan *grid line* pengambilan sample dapat dilakukan dengan cara *soil sampling* (SO), *Rock Chip Sampling* (RC).

Adapun prinsip dari *grid line* adalah membuat garis lurus di lapangan kemudian menentukan titik – titik pengambilan sample. Dikenal istilah *base line* (garis dasar), *cross line* adalah garis yang dibuat pada *base line* yang arahnya utara – selatan, tahapan – tahapan untuk membuat *grid line* adalah :

- a) Menentukan arah garis dengan kompas untuk mengarahkan orang yang merintis jalan.
- b) Mengurai pita ukur sampai jarak masih bisa terlihat bendera pita ukur. Secara umum pita ukur memiliki panjang maksimal 20m, apabila tidak memungkinkan pita bantu dengan panjang 5m, 10m, 15m, 20m, 25m.
- c) Mengukur *slope* (lereng)
- d) Menentukan Jarak 12,5 m untuk melakukan pengukuran geomagnetik.

4. Berdasarkan jenis sample dapat dibedakan sebagai berikut :

**a) Macam – macam sample**

**1. Bleg Sample (BI)**

Jenis sample yang diambil dari endapan di tepi sungai atau pada pot katena, kemungkinan mineral berharga tersangkut. Dicari dengan sekop kemudian disaring dengan saringan ¼#, berat = 10 kg

**2. Penned Consent (Pc)**

Sample jenis ini diambil dari lubang = *blog sample* . Pengambilan lebih kebawah dari BL. Sample kemudian diulang dan di saring.

**3. Stream Sample Sediment (S.S)**

Diambil bagian terbawah dari lubang pada *pan sampling*. Pendulangan sample dilakukan 2 x 1 x air yang kedua busa air sabun kemudian diayak dengan saringan 80#, beratnya 300 gr.

**4. Rock Float**

Diambil pada singkapan yang biasa di aliran sungai, bentuk berupa pecahan / fragmen yang kasar. Sample untuk background ( latar belakang ) yang menunjukkan adanya bahan galian yang dicari (mineral pembantu).

**5. Rock Chip Sample (Chip Sample)**

Diambil pada batuan yang masih segar / mineralisasinya mengandung logam berharga. Banyaknya sekitar 1 kg.

**6. Specimen Sample (SP)**

Diambil di daerah aliran sungai yang dijumpai singkapan dan masih segar, bervariasi (pada batuan vulkanik), sedang untuk sedimen berfosil untuk menentukan umur geologi, berat sample = 1kg.

## **7. Soil Sample**

Diambil dengan metode *grid line* di daerah bukit / lereng / lembah, soil diambil pada horizon B dan C. Jumlah *sample* = + 0,5 kg – 1 kg.

## **5. Tahapan Penanganan Sample**

### **a) Tahap penerimaan sample**

Pada tahap ini *sample* diterima dari lapangan yang dilengkapi dengan data mendasar : nomor lokasi *sample*, jenis *sample* / bahan galian, jumlah *sample* berdasarkan titik pengambilan *sample* ( pengeboran inti, bor bangsa / *empire bor*, sumur uji (*test pit*)).

### **b) Tahap Pemrosesan Sample**

*Samples* yang datang dari lapangan kalau berasal dari pemboran, maka *sample* dimasukkan dalam kantong *sample* (*tray*). *Sample* dapat diangkut melalui darat, pesawat, *speed board*, dari lokasi pengambilan *sample*, *Core* dalam *sample box*, sesudah sampai dilaboratorium diatur pada meja *core* sesuai dengan lokasinya. *Core* dicuci dengan sabun untuk menghilangkan lumpur atau tanah yang menempel. *Core* disusun mendekati aslinya.

### **c) Labelling ( Pemberian Label )**

Pemberian keterangan pada *tray* dilakukan dengan cara diberi cat dan keterangan yang meliputi nomor lote / lubang bor, nomor box, interval ( jarak kedalaman ). Ukuran interval dimulai dari bagian kiri *core* sampai dengan bagian akhir kedalaman yang dicapai. Pada awalnya dapat diukur melalui *core box* sebelum atau berikutnya. Pada pengukuran *interval core* harus teliti benar artinya *core* yang hancur /patah harus dirapatkan sehingga mendekati susunan aslinya. Alat yang diperlukan adalah spidol anti air, tisu pengering (mmbersihkan meteran).

## 6. Alat Pengambilan Sample

### a) Riffle sampler

Alat ini bentuknya persegi panjang dan didalamnya terbagi beberapa sekat yang arahnya berlawanan. Riffle-riffle ini berfungsi sebagai pembagi contoh agar dapat terbagi sama rata.

### b) Vein sampler

Pada bagian dalam dilengkapi dengan revolving cutter, yaitu pemotong yang dapat berputar pada porosnya sehingga akan membentuk area yang bundar sehingga dapat memotong seluruh alur bijih.

Langkah selanjutnya setelah sampling adalah analisa yang meliputi penimbangan, pengayakan, mikroskopis dan analisis kimiawi jika diperlukan.

## 7. Analisis Ayak

Tujuan analisis ayak adalah untuk mengetahui :

- a) Jumlah produksi suatu alat
- b) Distribusi partikel pada ukuran tertentu
- c) Ratio of concentration
- d) Recovery suatu mineral pada setiap fraksi

Peralatan yang diperlukan dalam analisis ayak antara lain ayakan, timbangan, mikroskop dan alat sampling. Untuk melakukan analisis lebih baik digunakan dua ayakan dengan salah satunya dipakai sebagai pembanding.

### a) Standar ukuran ayakan (screen)

Ukuran yang digunakan bisa dinyatakan dengan mesh maupun mm (metrik). Yang dimaksud mesh adalah jumlah lubang yang terdapat dalam satu inchi persegi (square inch), sementara jika dinyatakan dalam mm maka angka yang ditunjukkan merupakan besar material yang diayak. Perbandingan antara luas lubang bukaan

dengan luas permukaan screen disebut prosentase opening. Pelolosan material dalam ayakan dipengaruhi oleh beberapa hal :

- 1) Ukuran material yang sesuai dengan lubang ayakan
- 2) Ukuran rata-rata material yang menembus lubang ayakan
- 3) Sudut yang dibentuk oleh gaya pukulan partikel
- 4) Komposisi air dalam material yang akan diayak
- 5) Letak perlapisan material pada permukaan sebelum diayak

Kapasitas screen secara umum tergantung pada :

- 1) Luas penampang screen
- 2) Ukuran bukaan
- 3) Sifat dari umpan seperti ; berat jenis, kandungan air, temperatur
- 4) Tipe mechanical screen yang digunakan

Efisiensi screen dalam mechanical engineering didefinisikan sebagai perbandingan dari energi keluaran dengan energi masukan. Dengan demikian dalam screening bukannya efisiensi melainkan ukuran keefektifan dari operasi.

**b) Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi screen**

- 1) Lamanya umpan berada dalam screen
- 2) Jumlah lubang yang terbuka
- 3) Kecepatan umpan
- 4) Tebalnya lapisan umpan
- 5) Cocoknya lubang ayakan dengan bentuk dan ukuran rata-rata material yang diolah.

Dari hasil pengayakan dilakukan analisa mikroskop sehingga didapatkan hasil bahwa pada ukuran butir yang paling kecil derajat liberasinya makin besar. Dengan demikian berarti makin kecil ukuran butir makin sempurna material terliberasi atau terbebaskan dari ikatan gangue mineral.

Selain itu dari hasil pengayakan yang dilakukan dengan dua ayakan akan dapat dibandingkan satu sama lainnya sehingga dapat diketahui efisiensi pengayakan yang paling baik. Derajat liberasi adalah perbandingan antara jumlah berat mineral bebas dan berat mineral yang sama seluruhnya (bebas dan terikat).

Efisiensi yaitu perbandingan antara undersize yang lolos dengan undersize yang seharusnya lolos.

## **8. RQP ( Rock Qudality Designation )**

RQP adalah panjang *core* yng diperoleh dalam keadaan utuh setiap kemajuan pemboran. Jadi panjangnya diukur antara 2 *core block* sedangkan nilai ukuran bor ditentukan oleh panjang *core* ( $2 \times D =$  diameter *core*). Apabila panjang *core*  $2 \times D$  maka dikatakan RQD nya utuh = 0. *Core* yang rusak parah bukan pengaruh alat dianggap utuh. Setiap ukuran 3 m *core* diberi tanda kedalaman pemboran ( *1 marking 3 meter sampling interval* ). Pengukuran interval 3 m dapat diukur dari suatu *core block* dengan cara menambah atau mengurangi kedalaman yang tercantum dalam *core block* menjadi kelipatan 3 m dengan catatan *core* mendekati bentuk sesungguhnya.

### **a. Menentukan Kadar Sampel**

Tiap *core blok* sesuai dengan kemajuan pemboran, kadar dihitung sendiri – sendiri. Untuk analisa kadar setiap *core*, dilakukan pembelahan dengan menggunakan pisau untuk *core* berkadar mineral rendah. Sedangkan yang berkadar tinggi pembelahan menggunakan *core saw* (berupa gergaji bermotor listrik). *Core* yang sudah dibelah satu bagian disimpan dan satu bagian lagi diolah.

### **b. Menentukan core recovery (R %)**

*Core Recovery* adalah panjang yang dicapai pada setiap kedalaman pemboran. Jadi panjang *core* yang diukur adalah panjang *core* dari *core block* lainnya atau berikutnya. Perlakuan *sample* bukan *core* mengikuti tahapan sebagai berikut :

- 1) Sample dikirim ke laboratorium
- 2) Sample dimasukkan ke kantong sample
- 3) Sample diberi label (*labelling*)
- 4) Sample dikirim untuk analisis (mikroskop, kimia, radio aktif)

**c. Tujuan pengambilan sample**

- 1) Untuk menentukan kadar bahan galian yang dicari
- 2) Menentukan cadangan deposit bahan galian di lapangan
- 3) Menentukan unsur – unsur lain yang ada di dalam bahan galian

Kandungan bahan galian yang perlu ditentukan adalah :

a) Jenis Logam:

- (1) Kadar Logam
- (2) Sifat Logam
- (3) Logam – Logam ikutan

b) Bahan bakar minyak (batu bara)

- (1) Batu bara : kalori / 1 kg batu bara ; Kandungan Karbon (CC), sulfur ; unsur – unsur lain.
- (2) Minyak bumi : CH, lilin, aspaltis, gas.

**d. Preparasi Bahan Galian**

Mineral dressing adalah pengolahan mineral dengan tujuan untuk memisahkan mineral berharga dan tidak berharga berdasarkan sifat fisik mineral. Sedangkan mineral *dressing* yang khusus bijih atau *ore* disebut dengan istilah *ore dressing*. Dengan perkataan lain, *ore dressing* adalah suatu proses dimana bijih diolah sedemikian rupa sehingga didapat konsentrat atau hasil yang dikehendaki dengan tidak mengubah sifat fisik serta kimia dari bijih tersebut, secara ekonomis.

Dengan melakukan *ore dressing* ini didapat beberapa keuntungan, antara lain adalah :

- 1) Mengurangi ongkos transport dari lokasi penambangan ke pabrik peleburan, karena sebagian dari “ waste” telah tebuang selama proses ore dressing, dan juga kadar bijih telah ditingkatkan.
- 2) Mengurangi jumlah *flux* yang ditambahkan dalam peleburan, serta mengurangi mecal yang hilang bersama slag.
- 3) Mereduksi ongkos keseluruhan dalam peleburan, karena jumlah tonase yang akan dilebur lebih sedikit.

Di dalam operasi mineral dressing atau ore dressing ada beberapa tahap yang dilakukan, yaitu :

#### **1) Preparasi**

Adalah proses penyiapan bahan galian agar siap untuk diolah. Pada intinya adalah memisahkan mineral yang tidak berharga, bahkan sampahnya. Untuk memisahkan mineral berharga dan tidak berharga maka kita mengidentifikasi sifat fisiknya antara lain warna, kilap, sg (*Specific Gravity*), sifat kemagnetannya, sifat kelistrikannya, serta sifat mengapung atau tenggelam. Preparasi selain memisahkan bahan galian untuk menaikkan mutu juga untuk menekan biaya operasi selanjutnya, terutama pada kegiatan transportasi dan pengolahan. Hasil peledakan dapat dikelompokkan menjadi gumpalan (lump) dan material lepas – lepas berukuran kasar (*coarse*).

Dalam Preparasi ini ada beberapa tahap yaitu :

- (a) “ Comminution”, ialah mereduksi ukuran butir sehingga menjadi lebih kecil dari ukuran semula. Hal ini dapat dilakukan dengan “crushing” atau “grinding” digunakan untuk proses kering saja. Selain untuk mereduksi ukuran butir, “ comminution” dimaksudkan juga untuk meliberasikan bijih, yaitu proses melepas mineral bijih tersebut dari ikatannya

yang merupakan “gangue mineral”. Untuk melakukan hal ini digunakan alat “crusher” dan “grinding mill”.

(b) “Sizing”, ialah pengelompokan mineral. Dalam pengelompokan mineral ini dapat dilakukan dengan cara :

(c) “Screening”, ialah pemisahan besar butir mineral berdasarkan lubang ayakan, sehingga hasilnya seragam.

(d) “Classifying”, ialah pemisahan butir mineral yang mendasarkan atas kecepatan jatuh material dalam suatu media (air, udara), sehingga hasilnya tidak seragam. Alat untuk melakukan “screening” disebut “Screen” dan alat untuk melakukan “classifying” disebut “classifier”.

## 2) Konsentrat

Yaitu suatu proses pemisahan antara mineral yang berharga dengan mineral yang tidak berharga, sehingga didapat kadar yang lebih tinggi dan menguntungkan. Pemisahan ini ada beberapa cara yang mendasar atas sifat fisik mineral, diantaranya adalah :

a) Warna, Kilap dan bentuk kristal. Konsentrasi yang dilakukan dengan tangan biasa (hand picking).

b) Specific Gravity ( Gravity concentration).

Adalah proses konsentrasi berdasarkan berat jenisnya, dalam hal ini , “ gravity concentration” da tiga macam yakni :

### (1) Flowing Film Concentration.

Adalah proses konsentrasi berdasarkan berat jenisnya, melalui aliran fluida yang tipis. Adapun alat yang sering digunakan dalam flowing film concentration ini adalah :

(a) Table

(b) Sluice box

(c) Humphery Spiral

(d) Log Washer

Gaya-Gaya yang berpengaruh dalam flowing film concentration ini adalah

- (a) Gaya gesek antara partikel dengan dasar dari alat.
- (b) Gaya dorong air terhadap partikel.
- (c) Gaya Gravitasi
- (d) Gaya Centripetal (Khusus Humphery Spiral).

### 3) Jigging

Adalah proses konsentrasi mendasar aliran air keatas. Dasar pemisahan pada jig ini adalah karena adanya “ pulsion” dan “suction”, dimana pada waktu terjadi “suction” diberikan “under water”, serta adanya perbedaan “ specific gravity”.

Jig dibagi menjadi beberapa macam yaitu :

a) Berdasar atas screen/sieve :

- (1) Movable sieve jig
- (2) Fixed sieve jig

b) Berdasarkan penimbul suction dan pulsion.

- (1) Plunger
- (2) Diaphragma
- (3) Air pulsator

### 4) Heavy media separation dan Heavy liquid separation.

Adalah pemisahan berdasarkan atas cairan media yang berat dan umumnya tidak bereaksi langsung dengan material yang akan dipisahkan. Heavy media separation, medianya berupa suspensi atau pseudo liquid yang merupakan campuran antara :

a) Magnetik (sg 5,1) dengan air ( $H_2O$ ).

b) Ferro silicon (sg 6,7-6,9) dengan komposisi 82 % Fe dan 1,5 – 1,6 % Si.

Heavy liquid separation, medianya adalah cairan dengan berat jenis yang besar biasanya cairan organik :

a) Tetra bromethane  $C_2H_2 Br_4$  SG 2,96

b) Ethylene dibromide  $C_2H_4Br_2$  SG 2,17

#### **5) Magnetic Susceptibility.**

Setiap mineral akan mempunyai sifat kemagnetan yang berbeda yakni ada yang kuat, lemah dan bahkan ada yang tidak sama sekali tertarik oleh magnet. Berdasarkan sifat kemagnetan yang berbeda – beda itulah mineral dapat dipisahkan dengan alat yang disebut “ magnetic separator “. Alat ini bekerja berdasarkan pada kuat lemahnya mineral tersebut tertarik oleh magnetis. Di dalam pemisahannya dapat dalam keadaan kering maupun dalam keadaan basah.

#### **6) Conductivity**

Mineral itu ada yang bersifat konduktor dan non konduktor. Untuk memisahkan mineral jenis ini diperlukan alat yang disebut “ high tension separator “, dan hasil yang didapat adalah mineral konduktor dan non konduktor.

#### **7) Sifat Permukaan mineral.**

Permukaan mineral itu ada yang bersifat senang dan tidak senang terhadap gelembung udara. Mineral yang senang terhadap udara akan menempel pada gelembung udara. Untuk mengubah agar mineral yang senang terhadap air menjadi senang terhadap udara digunakan suatu reagent kimia, yang mana reagent ini hanya menyelimuti permukaan mineral itu saja ( tidak bereaksi dengan mineral). Dengan memberi gelembung

udara maka mineral akan terpisah, sehingga antara mineral yang dikehendaki dengan yang tidak dikehendaki dapat dipisahkan. Proses pemisahan semacam ini disebut dengan “ Flotasi “.

## **8) Dewatering**

Adalah merupakan proses pemisahan antara cairan dengan padatan. Proses ini tidak dapat dilakukan sekaligus, tetapi harus secara bertahap, yaitu dengan jalan :

### **1. Thickening**

Yaitu merupakan proses pemisahan antara padatan dengan cairan yang mendasarkan atas kecepatan mengendap partikel atau mineral tersebut dalam suatu “pulp” sehingga solid factor yang dicapai sama dengan satu ( % solid = 50 % ).

### **2. Filtrasi**

Adalah merupakan proses pemisahan antara padatan dengan cairan menggunakan jalan menyaring ( dengan filter ) sehingga didapat solid factor sama dengan empat ( % solid = 80 % ).

### **3. Drying**

Adalah proses penghilangan air dari padatan dengan jalan pemanasan, sehingga padatan itu betul – betul bebas dari cairan atau kering ( % solid = 100 % ).

## **9) Operasi Tambahan**

Operasi tambahan ini juga sangat besar artinya dalam proses pengolah atau operasi yang sedang dijalankan, yang meliputi :

- a) Feeding Merupakan proses memasukkan feed kedalam unit konsentrasi secara tetap dan lancar baik beratnya feed maupun volumenya.
- b) Sampling Merupakan proses pengambilan contoh yang sesedikit mungkin tetapi bisa mewakili bijih seluruhnya. Setiap proses konsentrasi selalu

dilakukan sampling, ini dengan tujuan untuk mengontrol apakah operasi yang sedang berjalan ini sesuai dengan keinginan atau tidak. Dalam sampling ini hasilnya akan lebih baik jika pengambilan sample dilakukan berkali – kali dalam jumlah yang sedikit dari pada sekali tetapi dalam jumlah yang banyak.

## 10) **Comminution**

Proses pengolahan selanjutnya disebut *comminution* (pengecilan butir). *Comminution* adalah proses mereduksi ukuran butir atau proses meliberasikan bijih adalah proses melepas mineral bijih tersebut dari ikatannya yang merupakan “*gangue mineral*” dengan alat *crusher* dan *grinding mill*.

Tahap – Tahap dalam *comminution*, yaitu :

### a) **Primary Crusher**

Adalah merupakan tahap penghancuran yang pertama, dimana feed berupa bongkah – bongkah besar yang berukuran kurang lebi 84 x 60 inch produknya berukuran 4 inch. Adapun alat yang digunakan dalam *primary crushing* ini adalah :

#### (1) Jaw Crusher

Alat ini mempunyai dua “ jaw “, yang satu dapat digerakkan (*swing jaw*) dan lainnya tidak dapat digerakkan/diam (*fixed jaw*). Berdasarkan porosnya jaw crusher ini dibagi menjadi dua :

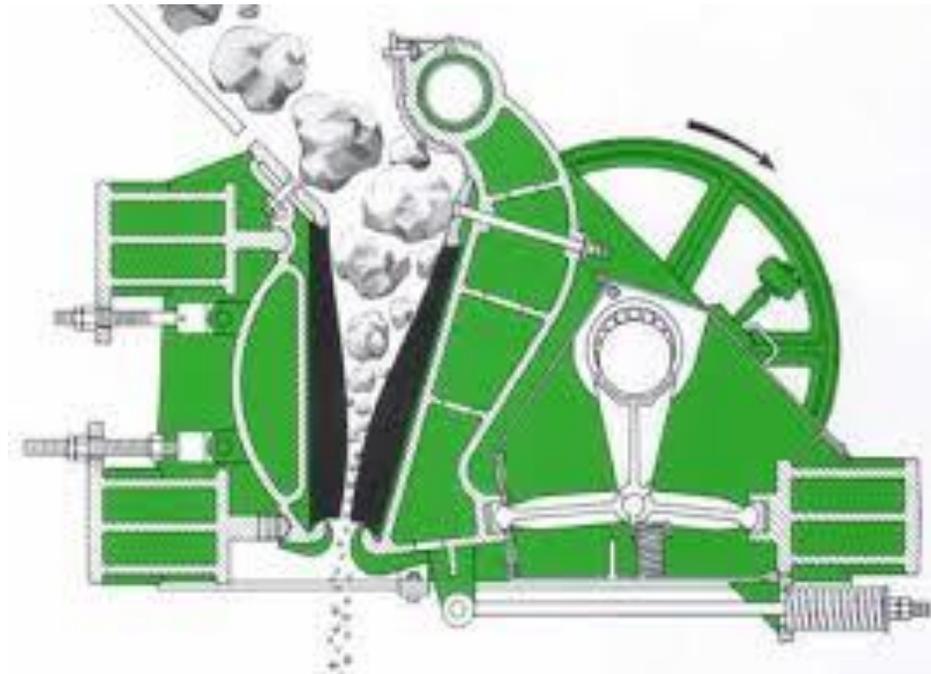
- (a) Blake Jaw Crusher, dengan poros diatas.
- (b) Dodge Jaw Crusher, dengan poros dibawah.

Perbandingan dodge dengan blake jaw crusher :

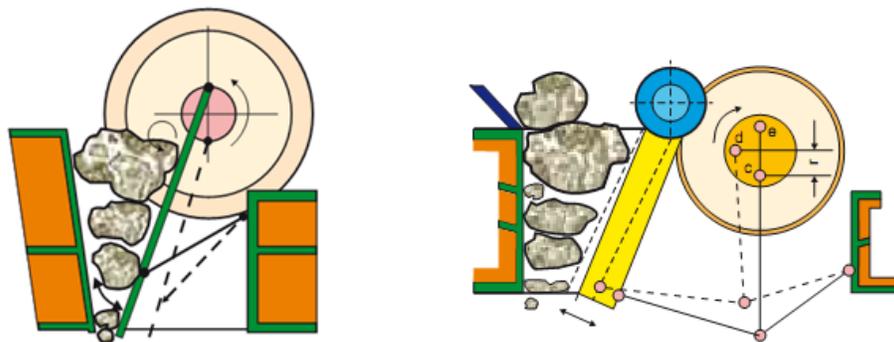
- (a) Ukuran produkta pada blake jaw heterogrn sedangkan pada dodge jaw relatif seragam.

- (b) Pada blake jaw porosnya diatas sehingga gaya yang terbesar mengenai partikel yang berukuran terkecil.
- (c) Pada dodge jaw porosnya di bawah sehingga gaya yang terbesar mengenai partikel yang terbesar, sehingga gaya mekanik pada dodge jaw lebih besar bila dibandingkan dengan *blake jaw crusher*.
- (d) Kapasitas *dodge jaw* lebih kecil dari pada *blake jaw* pada ukuran yang sama.
- (e) Pada *dodge jaw* sering terjadi penyumbatan/kemacetan.

Termasuk dalam jaw crusher juga adalah "Telsmith Jaw Crusher". Alat ini serupa dengan type blake dalam hal gaya yang terbesar ada dibagian bawah, tetapi perbedaannya ada pada gerakan yang diteruskan ke swing jaw, tidak melalui toggle dan pitman, tetapi langsung dari ecentric. Yang penting pada alat ini adalah "stationary" jaw dipasang terhadap pegas yang berat. Ini membuat "stationary" jaw dapat bergerak dari "reciprocating" jaw, jika suatu material yang tidak dapat dihancurkan jatuh kedalam crusher. Alat ini termasuk mesin yang baru, tidak dibuat dalam ukuran yang sangat besar, melainkan merupakan salah satu alat untuk praktek yang sangat memuaskan.



Gambar 7.4 Jaw Crusher



Gambar 7.5 Blake Jaw Crusher

(1) Istilah – istilah pada jaw crusher :

(a) **Setting Block** yaitu bagian dari jaw crusher untuk mengatur agar lubang ukuran sesuai dengan yang dikehendaki. Bila setting block dimajukan, maka

antara fixed jaw dengan swing jaw menjadi lebih pendek atau lebih dekat dan sebaliknya.

- (b) **Toggle** yaitu bagian dari jaw crusher yang berfungsi untuk mengubah gerakan naik turun menjadi horizontal.
- (c) **Pitman** adalah bagian dari jaw crusher yang berfungsi untuk merubah gerakan berputar dari excentrik menjadi gerakan naik turun.
- (d) **Swing Jaw** adalah bagian dari jaw crusher yang dapat bergerak.
- (e) **Fixed Jaw** adalah bagian dari jaw crusher yang diam atau tidak dapat bergerak.
- (f) **Mouth** adalah bagian mulut pada jaw crusher, yang berfungsi sebagai lubang penerimaan.
- (g) **Throat** adalah bagian paling bawah yang berfungsi sebagai lubang pengeluaran.
- (h) **Gape** adalah jarak horizontal pada mouth.
- (i) **Set** adalah jarak horizontal pada throat.
- (j) **Closed Setting** yaitu Jarak antara *fixed jaw* dengan *swing jaw* pada saat *swing jaw* ekstrim ke belakang.
- (k) **Throw** adalah selisih jarak pelemparan antara *open setting* dengan *closed setting*.
- (l) **Open Setting** adalah jarak antara *fixed jaw* dengan *swing jaw* pada saat *swing jaw* ekstrim ke belakang.
- (m) **Nip Angel** adalah sudut yang dibentuk dengan garis singgung yang dibuat melalui titik singgung antara jaw dengan batuan. Khusus untuk “*gape*” adalah jarak horizontal pada mouth yang diukur pada bagian mouth, dimana feed yang dimasukkan itu

bersinggungan dengan mouth. Jadi besarnya “gape” selalu berubah – ubah menurut besarnya feed.

Pecahnya batuan dari jaw crusher bila daya tahan batuan lebih kecil dari pada gaya yang menekan. Nip Angle resultance gaya arahnya harus kebawah.

- (2) Gaya – gaya yang ada pada Jaw Crusher :
- (a) Gaya Tekan (aksi)
  - (b) Gaya gesek
  - (c) Gaya Gravitasi
  - (d) Gaya yang menahan (reaksi).

Arah – arah gaya tergantung dari kemiringan atau sudutnya. *Resultance* gaya yang terakhir arahnya harus kebawah, yang berarti material itu dapat dihancurkan. Tetapi jika gaya itu aeahnya keatas maka material itu hanya akan meloncat – loncat ke atas saja.

- (3) Faktor – Faktor yang mempengaruhi efisiensi *Jaw Crusher* :
- (a) Lebar dari lubang pengeluaran
  - (b) Variasi dari “Throw”
  - (c) Kecepatan
  - (d) Ukuran Feed
  - (e) Reduction Ratio (RR)
  - (f) Kapasitas dipengaruhi oleh jumlah feed/ jam dan berat jenis feed.

*Reduction ratio* adalah perbandingan antara ukuran feed dengan ukuran produk. Reductin ratio (RR) yang baik untuk primary crushing adalah 4 sampai 7. Sedangkan untuk

secondary crushing adalah 14 sampai 20 dan fine crushing (mill) 50 sampai 100.

Ada empat macam reduction ratio yaitu :

1. *Limiting reduction ratio* yaitu perbandingan antara tebal/lebar feed dengan tebal/lebar produkta.

$$\text{Rumus : } tF/tP = wF/Wp$$

Dimana tF : Tebal feed

wf: Lebar Feed

tp : tebal produk

wp: Lebar Produk

2. *Working reduction ratio* yaitu perbandingan antara tebal partikel feed (t F) yang terbesar dengan efektif set (Se) dari crusher.

$$\text{Rumus : } t F/ Se$$

3. *Apperent reduction ratio* yaitu perbandingan antara efektif gape dengan efektif gape dengan efektif set.

$$\text{Rumus : } 0,85 G/ So$$

Keterangan :

G : Gape

So : Open Setting

4. Reduction ratio 80 (R80) yaitu perbandingan antara lubang ayakan feed dengan lubang ayakan produkta pada komulatif 80 %.

#### (4) Kapasitas dari Jaw Crusher

Kapasitas Jaw Crusher dipengaruhi oleh :

- (a)Gravitasi
- (b)Kekerasan
- (c)Keliatan
- (d)Moisture content

Oleh Taggart, kapasitas Jaw Crusher dinyatakan dalam suatu rumus empiris :

$$T : 0,6 LS$$

Dimana :

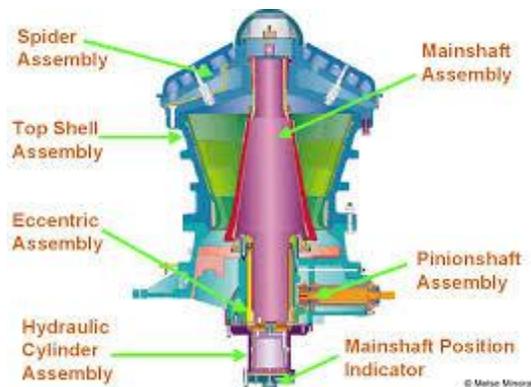
T : Kapasitas (ton/jam)

L : Panjang dari lubang penerimaan

S : Lebar dari lubang pengeluaran (set)

### b) Gyratory Crusher

Crusher type ini mempunyai kapasitas yang lebih besar jika dibandingkan dengan jaw crusher. Gerakan dari gyratory crusher ini berputar dan bergoyang sehingga proses penghancuran berjalan terus menerus tanpa selang waktu (kontinue). Berbeda dengan jaw crusher yang proses penghancurannya tidak kontinue yaitu pada waktu swing jaw bergerak kebelakang, material – material yang ada tidak mengalami penggerusan.



Gambar 7.6. Gyratory Crusher

- 1) Macam – macam gyratory crusher :
  - (a) Suspended – Spindle Gyratory CrusherPerhatikan gambar dibawah ini:



Gambar 7.7 Suspended – Spindel Gyratory Crusher

- (b) Parallel – pinch Crusher

Perbedaan utama tipe ini dengan suspended–spindel adalah terletak pada gerkan “*Crushing Head*” nya. Gerakan crushing head pada parallel – pinch menghasilkan bentuk “*cone*” yang tajam dengan puncak dlam keadaan menggantung, sehingga menghasilkan gerakan berputar yang dapat menghancurkan “*feed* ” sepanjang daerah permukaan “*crushing head*”.

- 2) Bentuk – bentuk “head” dan “concave” pada gyratory crusher :

- (a) *Straight Head and Concave*

- (b) *Curved Head and Concave*

Kedua bentuk dari head dan concave ini perbedaannya hanya pada permukaannya yaitu yang

pertama adalah rata dan yang kedua adalah melengkung.

3) Kapasitas dari *Gyratory Crusher*

Kapasitas gyratory crusher lebih besar dibandingkan dengan jaw crusher pada ukuran feed yang sama. Oleh Teggart, kapasitas gyratory crusher dapat dihitung dengan rumus :

$$T = 0,75 S_o (1 - G)$$

Dimana : T = Kapasitas ( ton/ jam)

G = Gape (inchi)

So = Open set (inchi)

Menurut Teggart, jika kapasitas ( ton/jam ) material yang dihancurkan dibagi dengan kwadrat gape (*inchi*) dan bila hasilnya lebih kecil dari 0,115 maka menggunakan "*Gyratory Crusher*". Kapasitas gyratory crusher tergantung pada :

- a. Sifat alamiah material yang dihancurkan, seperti kaliatan, kekerasan, kerapuhan.
  - b. Permukaan "*concaves*" dan *crushing head*" terhadap feed ini mempengaruhi gesekan antara material dengan bagian pemecah (*concaves* dan *head*).
  - c. Moisture Content, setting, putaran dan "*gape*".
- 4) Perbedaan – perbedaan antara gyratory dengan jaw crusher :
- (a) Pemasukan Feed, jaw crusher pemasukanya disbontinue sedangkan gyratory adalah continue.
  - (b) Gyratory alatnya lebih besar dan bagian – bagiannya tidak mudah dilepas.

- (c) Kapasitas gyratory crusher lebih besar dari pada jaw crusher, karena pemasukan feed dapat kontinue dan penghancurannya juga di berbagai tempat.
- (d) Ongkos gyratory lebih mahal, jaw lebih ringan.
- (e) Pemecahan pada jaw lebih banyak compressor / tebaran, tetapi pada gyratory gaya geseknya lebih besar walaupun ada gaya compressornya. Pada gyratory kalau berputarnya cepat produknya relatif kecil.

### **c) Secondary Crusher**

Merupakan tahap penghancuran yang merupakan kelanjutan dari primary crushing, dimana ukuran feed 6 inci kebawah dan produknya berukuran ½ inch.

Alat yang digunakan dalam secondary crushing adalah :

#### (1) Jaw Crusher (kecil)

Untuk keterangan *jaw crusher* adalah sama dengan keterangan pada *primary crusher*.

#### (2) Gyratory Crusher (kecil)

Untuk keterangan *gyratory crusher* adalah sama dengan keterangan pada *primary crusher*.

#### (3) Cone Crusher

Alat ini merupakan “ secondary crusher “ yang penggunaannya terletak pada, “Crushing Surface” terluar bekerja sedemikian rupa sehingga luas lubang pengeluaran dapat bertambah dan “*Crushing Surface*” terluar, bagian atasnya dapat diangkat, sehingga material yang tidak dapat dihancurkan dapat dikeluarkan.

(a) Macam cone Crusher :

- Symons Cone Crusher

Symon Cone Crusher ini dibagi menjadi dua type yaitu ;

- "Standard Crusher Type", yaitu untuk mereduksi feed yang berukuran kasar.

- "Short Head Crusher Type", yaitu untuk mereduksi feed berukuran halus.

- Telsmith Gyrasphere Crusher

Crushing head dari alat ini berbentuk bulat (sphere) yang terbuat dari baja dengan "cutter shell" bergerak naik turun. Dalam cone crusher, crushing head adalah rata dan perbandingan antara tinggi dengan diameternya adalah 1:3 (satu banding 3). Feed dari "cone crusher" harus dalam keadaan kering, karena jika basah akan menyebabkan "choking".

**d) Hammer mill**

"*Hammer mill*" dipakai dalam secondary crusher untuk memperkecil produk dari primary crushing, dengan ukuran *feed* yang dapat/diperbolehkan adalah 1 inch kebawah. Alat ini merupakan satu – satunya alat yang berbeda cara penghancurannya dibandingkan alat pada *secondary crushing* lainnya, karena proses penghancurannya menggunakan apa yang disebut dengan " *shearing stress*". Sedangkan pada *secondary crusher* umumnya "*compressive stress*".

#### **e) Roller Crusher**

Alat ini terdiri dari dua buah silinder baja dan masing – masing dihubungkan pada poros sendiri – sendiri. Silinder ini hanya satu saja yang berputar dan lainnya diam, tetapi karena adanya material yang masuk dan karena pengaruh silinder lainnya maka silinder ini ikut berputar pula. Putaran dari masing – masing silinder itu berlawanan arahnya, sehingga material yang ada di atas “roll” akan terjepit dan hancur.

### **C. Aktivitas Pembelajaran**

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan, diantaranya yaitu:

1. Mengamati

Mengamati dan Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.berdasarkan teori yang ada.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada

yang lebih kompleks tentang Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.

5. Mengkomunikasikan  
Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang Merumuskan bahan peledak komersial dan bahan peledak industri yang digunakan dalam dunia pertambangan.

#### **D. Latihan/Kasus/Tugas**

1. Jelaskan faktor – faktor yang mempengaruhi kecepatan pengayaan bahan galian?
2. Jelaskan metode pemisahan mineral ?
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Screening ?

#### **E. Rangkuman**

Dalam dunia pertambangan terutama tahap penentuan ekonomis, dimana pekerjaan sampling, preparasi dan perhitungan mutu atau kadar bahan galian mutlak diperlukan , buku ini membahas secara global tentang hal tersebut. Sebelum pembahasan lebih lanjut, alangkah Sampling adalah mengambil contoh bahan galian.

- a) Sample adalah contoh bahan galian.
- b) Feed (umpan) adalah material yang akan dipreparasi.
- c) Konsentrat adalah material hasil preparasi yang berkadar tinggi.
- d) *Midling* adalah material hasil preparasi yang berkadar menengah.
- e) *Tailing* adalah material sisa atau sampah hasil preparasi.
- f) *Oversize* adalah material yang tertahan pada jaringan karena diameter melebihi ukuran saringan.
- g) *Undersize* adalah material yang lolos lubang saringan karena diameter lebih kecil dari ukuran saringan.

Sampling bahan galian harus mewakili daerah operasi penelitian. Metode/ peralatan mengikuti sifat fisik bahan galian / mineralnya begitu juga perhitungan kadar mengikuti *cut of grade* bahan galian. Misalnya kadar emas dinyatakan dalam ppm atau karat, kadar besi dinyatakan dalam %, Kadar timah dinyatakan dalam kwintal / 1000 m<sup>3</sup>. Tujuan sampling yaitu mengambil contoh bahan galian yang dapat mewakili daerah operasi penelitian, untuk preparasi tujuannya mengubah bahan baku atau bahan tambang menjadi bahan yang siap diolah (menaikkan kadar bahan galian). Sedangkan perhitungan kadar sangat penting, supaya seorang eksplorasi sudah mengetahui prakiraan kadar bahan galian sehingga dapat menentukan daerah operasi apakah prospek atau tidak prospek.

## **F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Pada bagian evaluasi ini, ada 3 jenis latihan yang akan diberikan untuk mengukur kemampuan anda, yaitu:

### **a) Kognitif skill**

1. Jelaskan secara tepat dan singkat tentang faktor – faktor yang mempengaruhi kecepatan pengayaan bahan galian
2. Jelaskan secara tepat dan singkat metode pemisahan mineral

### **b) Psikomotor Skill**

1. Jelaskan tentang mengamati proses preparasi bahan galian dilapangan, sesuai dengan penjelasan yang sudah dibahas pada materi sebelumnya.

### **c) Attitude Skill**

1. Sebagai sebuah tim dalam melakukan proses pembelajaran yang membahas tentang Mengamati proses preparasi bahan galian, bagaimana cara anda menanamkan rasa ketaqwaan kepada tuhan yang maha esa, rasa tanggung jawab, kebersamaan dan kedisiplinan

## G. Kunci Jawaban

1. Faktor – faktor yang mempengaruhi kecepatan pengayaan bahan galian adalah sebagai berikut : Luas Permukaan , Kemiringan ayakan, Kandungan Air , Ukuran Tiap Lubang Ayakan, Bentuk Mineral
2. Metode yang digunakan dalam proses pemisahan mineral sangat beragam. Beberapa metode didasarkan pada sifat – sifat yang dimiliki oleh bahan galian. Berikut ini adalah beberapa metode yang biasa dilakukan :
  - a) Pemisahan dengan menggunakan tangan (*hand sorting*). Hal ini dilakukan dengan cara memisahkan mineral berdasarkan kekerasan, ukuran butir, bentuk, warna.
  - b) Berdasarkan gesekan.
  - c) Berdasarkan sifat listrik.
  - d) Berdasarkan sifat magnetik.
  - e) Berdasarkan *Specific Gravity*.
  - f) Berdasarkan berat media.
  - g) Berdasarkan sifat mengapung / tenggelam.
3. Kegiatan classifying dan screening sangat penting karena untuk memenuhi permintaan pasar. Dengan ketentuan sebagai berikut : Classifying  $\geq 20$  mesh dan Screening  $\leq 20$  mesh

## IX. PENUTUP

Dengan selesainya penulisan modul Pasca Diklat Uji Kompetensi Gururu (UKG) ini, diharapkan para guru-guru SMK Pertambangan, dapat menambah ilmu pengetahuan dan menggali lebih dalam tentang: (1) Ilmu pedagogik khususnya kaidah-kaidah pengembangan instrument pembelajaran dan mengembangkan kisi-kisi evaluasi proses dan hasil belajar; (2) Ilmu keprofesionalan dibidang pertambangan yang mencakup: klasifikasi dan jenis batuan, pengolahan bahan galian serta teknik peledakan dan juga kesehatan dan keselamatan kerja

Pada bagian akhir setiap bab dari modul ini juga dilengkapi dengan latihan-latihan, kunci jawaban dan umpan balik sesuai dengan kompetensi yang diharapkan, guna melatih para guru untuk mendalami isi modul.

Akhir kata dari penulis, semoga modul ini bermanfaat untuk mengembangkan keprofesionalan anak bangsa terutama kepada para guru SMK untuk diajarkan kepada siswa-siswa SMK.

### A. Evaluasi

#### Soal-Soal

1. Jelaskan faktor – faktor yang mempengaruhi kecepatan pengayaan bahan galian?
2. Jelaskan metode pemisahan mineral ?
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Screening ?
4. Jelaskan bahan peledak berbasis nitrogliserin?
5. Jelaskan klasifikasi bahan peledak?
6. Jelaskan tentang bahan peledak slurries ?
7. Sebutkan sumber penyebab kecelakaan ?
8. Jelaskan klasifikasi cedera ?
9. Sebutkan dan jelaskan akibat dari kecelakaan ?
10. Deskripsikan secara lengkap dari beryl?
11. Jelaskan definisi batuan sediment?
12. Deskripsikanlah secara lengkap pyrit ?

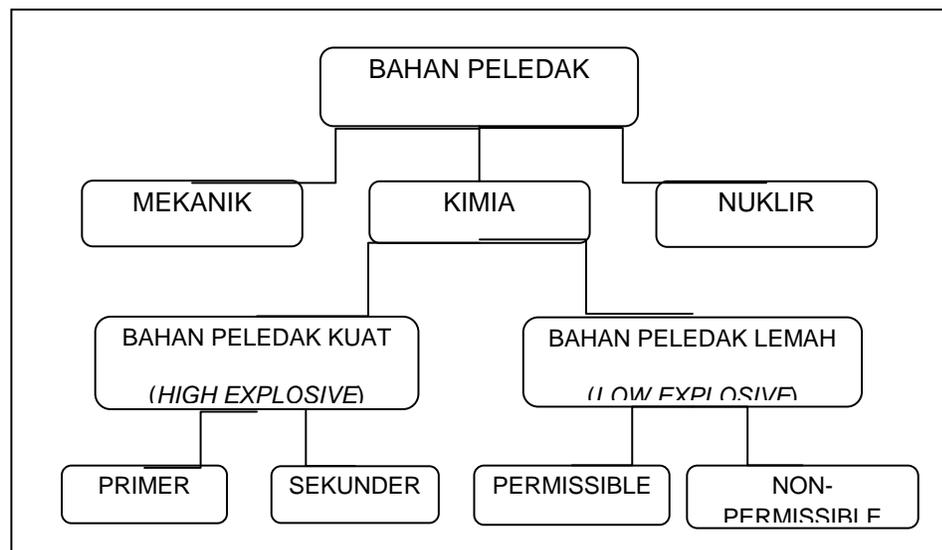
13. Jelaskan tentang jenis-jenis batuan ?
14. Jelaskan mekanisme proses metamorfisme kontak?
15. Jelaskan definisi batuan sedimen dan proses terjadinya batuan sedimen?

### **Kunci Jawaban**

1. Faktor – faktor yang mempengaruhi kecepatan pengayaan bahan galian adalah sebagai berikut : Luas Permukaan , Kemiringan ayakan, Kandungan Air , Ukuran Tiap Lubang Ayakan, Bentuk Mineral
2. Metode yang digunakan dalam proses pemisahan mineral sangat beragam. Beberapa metode didasarkan pada sifat – sifat yang dimiliki oleh bahan galian. Berikut ini adalah beberapa metode yang biasa dilakukan :
  - a) Pemisahan dengan menggunakan tangan (*hand sorting*). Hal ini dilakukan dengan cara memisahkan mineral berdasarkan kekerasan, ukuran butir, bentuk, warna.
  - b) Berdasarkan gesekan.
  - c) Berdasarkan sifat listrik.
  - d) Berdasarkan sifat magnetik.
  - e) Berdasarkan *Spesific Gravity*.
  - f) Berdasarkan berat media.
  - g) Berdasarkan sifat mengapung / tenggelam.
3. Kegiatan classifying dan screening sangat penting karena untuk memenuhi permintaan pasar. Dengan ketentuan sebagai berikut : Classifying  $\geq 20$  mesh dan Screening  $\leq 20$  mesh
4. Kandungan utama dari bahan peledak ini adalah nitrogliserin, nitoglikol, nitrocotton dan material selulosa. Kadang-kadang ditambah juga ammonium atau sodium nitrat. Nitrogliserin merupakan zat kimia berbentuk cair yang tidak stabil dan mudah meledak, sehingga pengangkutannya sangat beresiko tinggi. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan keselamatan dalam pengangkutan maupun pengemasan adalah dengan mencampur nitrogliserin dengan bahan yang mudah menyerap cairan, diantaranya adalah serbuk gergaji. Serbuk gergaji sekarang sudah tidak dipakai lagi karena terlalu

mudah terbakar dan daya serapnya kurang. Alfred Nobel yang pertama kali menemukan *kiieselguhr* sebagai penyerap nitrogliserin yang baik dan hasil campurannya itu dinamakan bahan peledak dinamit. Saat itu kandungan *kiieselguhr* dan NG divariasikan untuk memberikan energi yang diinginkan dan keamanan dalam pengangkutannya. Bahan peledak ini mempunyai sifat plastis yang konsisten (seperti lempung atau dodol), berkekuatan (*strength*) yang tinggi, densitas tinggi, dan ketahanan terhadap air sangat baik, sehingga dapat digunakan langsung pada lubang ledak yang berair. Bahan dikemas (dibungkus) oleh kertas mengandung *polyethylene* untuk mencegah penyerapan air dari udara bebas

#### 5. Klasifikasi bahan peledak



6. Istilah *slurries* dan *watergel* adalah sama artinya, yaitu campuran oksidator, bahan bakar, dan pemeka (*sensitizer*) di dalam media air yang dikentalkan memakai *gums*, semacam perekat, sehingga campuran tersebut berbentuk jeli atau *slurries* yang mempunyai ketahanan terhadap air sempurna. Sebagai oksidator bisa dipakai sodium nitrat atau ammonium nitrat, bahan

bakarnya adalah solar atau minyak diesel, dan pemekanya bisa berupa bahan peledak atau bukan bahan peledak yang diaduk dalam 15% media air. Agen peledakan *slurry* yang mengandung bahan pemeka yang **bukan** jenis bahan peledak, misalnya solar, sulfur, atau alumunium, tidak peka terhadap detonator (*non-cap sensitive*). Sedangkan *slurry* yang mengandung bahan pemeka dari **jenis** bahan peledak, seperti TNT, maka akan peka terhadap terhadap detonator (*cap sensitive*). Oleh sebab itu jenis *slurry* yang disebutkan terakhir bukanlah merupakan agen peledakan, tetapi benar-benar sebagai bahan peledak *slurry* (*slurry explosive*) dan peka terhadap detonator. *Slurry* pada umumnya dikenal karena bahan bakar pemekanya, seperti *aluminized slurry*, TNT *slurry*, atau *smokeless powder slurry*.

7. Sumber penyebab kecelakaan manusia, peralatan, material dan lingkungan
8. Klasifikasi Cidera adalah
  - a. Cedera ringan :

Apabila si korban tidak cacat dan dapat bekerja kembali sampai dengan 3 (tiga) minggu setelah terjadinya kecelakaan.
  - b. Cedera Berat :

Apabila si korban cacat dan tidak dapat bekerja kembali lebih dari 3 (tiga) minggu setelah terjadinya kecelakaan.
  - c. Mati :

Apabila si korban meninggal dunia akibat dari kecelakaan tersebut.
9. Sebagaimana kita ketahui bahwa kecelakaan mengakibatkan kerugian yaitu :
  - Kerugian dan penderitaan si korban
  - Kerugian dan penderitaan keluarga si korban
  - Kerugian tenaga kerja
  - Kerugian waktu kerja yang hilang
  - Kerugian kerusakan peralatan
  - Kerugian karena kesediaan peralatan berkurang
  - Kerugian ongkos perbaikan peralatan dari ongkos pengobatan korban
  - Kerugian material
  - Kerugian karena kerusakan lingkungan kerja

- Kerugian terhambatnya produksi
- Kerugian biaya/ongkos

#### 10. BERYL

- Rumus kimia  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$
- System kristal : heksagonal
- Bentuk kristal : heksagonal sederhana
- Struktur : beryl
- Tidak terpecah
- Bersifat rapuh, kekerasan = 7.5-8, berat jenis = 2.8
- Kilau seperti kaca, transparan
- Warna : biru kehijauan, hijau, biru, kuning, putih

11. Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk sebagai hasil pemadatan endapan yang berupa bahan lepas

#### 12. PYRITE

- Rumus kimia  $\text{FeS}_2$
- System kristal : isometric
- Bentuk kristal : kubus, kadang-kadang pyritohedra, octahedral
- Biasa ditemukan dalam kumpulan besar
- Bersifat keras, kekerasan = 6-6.5, berat jenis = 5.0
- Kilau : buram seperti logam/metal
- Warna : kuning, hijau-kehitaman, coklat-kehitaman

13. Batuan beku, batuan sediment dan batuan metamorf

14. Metamorfisme kontak terjadi ketika magma bersentuhan dengan batuan samping yang relatif dingin. Kontak metamorfisme dapat jelas terlihat apabila terjadi pada lingkungan pada atau dekat dengan permukaan, dimana perbedaan temperatur antara magma dengan batuan samping sangat besar. Tetapi kontak metamorfisme juga terjadi pada tempat yang dalam, sehingga batumannya hampir sama dengan batuan hasil ubahan metamorfisme regional.

Pada metamorfisme kontak, akan terbentuk zona disekitar magma yang disebut aureole. Tubuh batuan beku intrusif yang kecil seperti sill dan dike

membentuk aureole hanya beberapa sentimeter, sedangkan tubuh batuan beku yang besar seperti batolit dan lakolit membentuk aureole yang tebalnya sampai beberapa kilometer. Dekat dengan tubuh magma mineral temperatur tinggi seperti garnet akan terbentuk, semakin jauh dari tubuh magma akan terbentuk mineral dengan tingkat yang lebih rendah seperti klorit. Selain ukuran tubuh batuan beku, komposisi mineral batuan samping dan jumlah air sangat berpengaruh terhadap ketebalan aureole yang terbentuk. Pada batuan yang mudah bereaksi seperti batugamping, zona ubahannya bisa mencapai 10 kilometer atau lebih dari tubuh batuan beku

15. Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk sebagai hasil pemadatan endapan yang berupa bahan lepas. Menurut ( Pettijohn, 1975 ) batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk dari akumulasi material hasil perombakan batuan yang sudah ada sebelumnya atau hasil aktivitas kimia maupun organisme, yang di endapkan lapis demi lapis pada permukaan bumi yang kemudian mengalami pembatuan. Menurut Tucker (1991), 70 % batuan di permukaan bumi berupa batuan sedimen. Tetapi batuan itu hanya 2 % dari volume seluruh kerak bumi. Ini berarti batuan sedimen tersebar sangat luas di permukaan bumi, tetapi ketebalannya relatif tipis.

Berdasarkan tempat endapannya, batuan ini dibedakan menjadi:

- a). Batuan Sedimen Marine (laut) dimana saat siklus berlangsung di endapkan dilaut
- b). Batuan Sedimen Fluvial (sungai) dimana saat siklus berlangsung di endapkan disungai
- c). Batuan Sedimen Teistik (darat) dimana saat siklus berlangsung di endapkan didarat

d). Batuan Sedimen Limnik (rawa) dimana saat siklus berlangsung di endapkan dirawa

## B. GLOSARIUM

**Powder factor:** adalah suatu bilangan untuk menyatakan jumlah material yang akan diledakkan atau dibongkar oleh sejumlah tertentu jumlah bahan peledak. Nilai *powder factor* dapat dinyatakan dalam satuan ton/kg atau kg/ton. *Powder factor* harus diperhitungkan agar dapat diketahui tingkat efektif suatu pekerjaan peledakan serta efisiensi penggunaan bahan peledak.

**Hydrocyclone:** merupakan gabungan dari dua kata yaitu *hydro* dan *cyclone*. *Hydro* dapat diartikan air ataupun cairan. Sedangkan *cyclone* dapat diartikan sebagai pusaran. Sehingga *hydrocyclone* diartikan sebagai suatu alat yang dapat memisahkan material ataupun partikel dari suatu komposisi campuran baik berbentuk padatan dengan cairan ataupun cairan dengan cairan.

**Magnetik Separator:** adalah alat yang digunakan untuk memisahkan material kering maupun basah dengan menggunakan prinsip gaya magnet dan gaya gravitasi. Berdasarkan sifat gaya magnetnya, dalam keadaan dry material, diusahakan ukuran materialnya tidak terlalu halus, hal ini dikarenakan jika material terlalu halus akan menghambat proses kerja dan mengganggu kesehatan akibat banyaknya debu yang ada. logam dapat dibagi menjadi tiga jenis. Pertama, feromagnetik yaitu logam/material yang ditarik dengan kuat oleh magnet. Kedua, paramagnetik yaitu logam/material yang ditarik lemah oleh magnet. Yang terakhir, diamagnetik yaitu logam/material yang tidak ditarik sama sekali oleh magnet. Faktor-faktor yang mempengaruhi *magnetic separator* bekerja adalah sifat magnet, derajat liberasi serta laju alir.

### C. DAFTAR PUSTAKA

Kemmis, S. And McTaggart, r., 1998. *The Action Research Planner*. Deakin University.

Kursus Juru Ledak (KJL), 2004, *Perlengkapan Peledakan*, Modul 2, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral R.I, Badan Pendidikan dan Pelatihan Energi dan Sumberdaya Mineral, Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.

Miles. M.B & Huberman. A.M., 1984. *Qualitative Data Analysis. A Sourcebook of New Methods*. Beverly Hills: Sage Pub.

Noor, D, 2012, *Pengantar Geologi*, BAB 9, Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan. Bogor.

Raka J.T., Kardiawarman dan Tisno, H., 1998. *Konsep Dasar Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta: Proyek Pengembangan Guru Sekolah Menengah Deplikbud.

Sudarsono, Fx., 2005. *Aplikasi Penelitian Tindakan Kelas*. Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.