



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2013



TEKNIK PERMINYAKAN

TEKNIK EKPLORASI DASAR MINYAK BUMI DAN GAS



**TEKNIK DASAR EKSPLORASI MINYAK DAN
GAS BUMI**

SEMESTER I

**DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
TAHUN 2013**

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Didalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta.

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus dilakukan peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014
Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

TAHUN 2013.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
BAB II.....	6
SEJARAH PERKEMBANGAN	6
INDUSTRI MINYAK DAN GAS	6
BAB III.....	22
BUMI.....	22
BAB IV BATUAN.....	27
BAB V	47
TEKTONIK CEKUNGAN MIGAS	47
BAB VI	59
LIPATAN DAN PATAHAN	59
BAB VII	78
MINYAK DAN GAS BUMI	78
Minyak dan gas bumi	79
BAB VIII	94
KEBERADAAN	94
Minyak dan gas bumi	94
BAB IX.....	107

POROSITAS	107
DAN PERMEABILITAS	107
BAB X	132
MENGENAL TAHAPAN	132
EKSPLORASI MIGAS.....	132
BAB XI	165
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA.....	165
BAB XII	172
BAHAYA-BAHAYA.....	172
DITEMPAT KERJA	172
BAB XIII	199
BAHAN BERBAHAYA DAN KESELAMATAN KERJA	199
BAB XIV.....	227
KECELAKAAN AKIBAT KERJA.....	227
DAN PENCEGAHANNYA.....	227
BAB XV	236
STATISTIK KECELAKAAN	236
AKIBAT KERJA.....	236
BAB XVI.....	244
INSPEKSI KESELAMATAN KERJA	244
BAB XVII.....	253
SEJARAH PENCEGAHAN	253
KECELAKAAN AKIBAT KERJA.....	253
BAB XVIII.....	267

DASAR-DASAR KIMIA API.....	267
BAB XIX.....	278
TEKNIK PEMADAMAN KEBAKARAN.....	278
BAB XX.....	289
ALAT PEMADAM API.....	289
RINGAN (APAR).....	289
DAFTAR PUSTAKA.....	305

BAB I

PENDAHULUAN

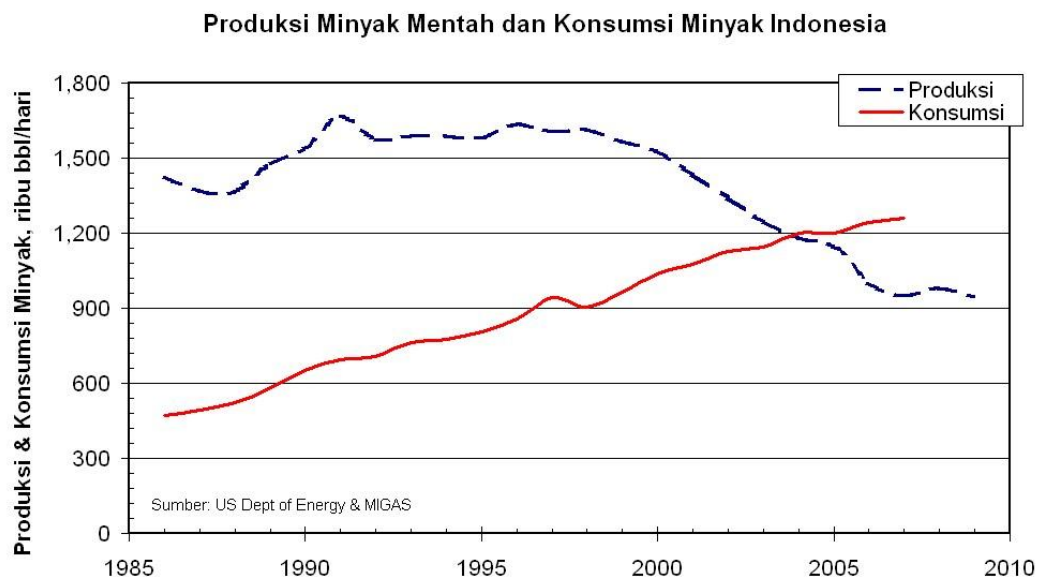


1.1 Latar Belakang eksplorasi

Arti dan kepentingan minyak dan gas bumi pada sendi-sendi kehidupan umat manusia pada abad ini tidak dapat disangsikan lagi. Disamping sebagai sumber energy utama, juga produk produk sekunder minyak bumi seperti bahan hahan petrokimia, peralatan kantor & perabot rumah tangga, karet sintesis dll. tidak dapat dipisahkan lagi dari kehidupan manusia modern.

Industri migas di Indonesia merupakan salah satu sektor yang memberi pemasukan besar dan merupakan pilar dalam perekonomian negara. Industri migas di Indonesia tidak hanya berkontribusi pada pendapatan dan pengeluaran pemerintah (APBN), tapi juga menyediakan lapangan kerja dan mendorong

pertumbuhan sektor-sektor pendukung migas seperti industri baja, industri pipa, industri perkapalan, produsen rig, oil platform/oil rigs, dsbnya. Ratusan ribu bahkan jutaan tenaga kerja bergantung pada sektor migas ini.



Tabel 1. Produksi minyak bumi dari tahun 1985

Kondisi saat ini produksi minyak bumi dari tahun ke tahun telah mengalami penurunan produksi. Produksi minyak Indonesia pernah mencapai masa jayanya tahun 1995 dengan total produksi sebesar 1,6 juta barel per hari (Tabel 1). Namun, sejak itu, produksi minyak terus menurun hingga hanya sebesar 50 persen dari produksi puncak tersebut. Pada kuartal pertama 2013, produksi minyak Indonesia hanya mencapai 830.900 bph, hampir sama dengan rata-rata produksi minyak sepanjang 2012. Penurunan produksi ini salah satunya dipengaruhi oleh cadangan minyak bumi yang kini semakin terbatas, Sementara harga minyak dunia cenderung meroket dan tak terkendali. Bila bangsa ini terus bergantung pada BBM (bahan bakar minyak), akan bisa membuat persoalan makin rumit, Belum lagi bila dikaitkan bahwa sebagian dari BBM itu masih harus ada yang

disubsidi, maka akan menjadi persoalan yang sangat berat bagi negeri ini di masa mendatang, bila tak ada alternatif di bidang energi. Semakin tinggi harga minyak di pasaran dunia, akan semakin tinggi beban subsidi yang harus ditanggung oleh negara, yang membawa konsekuensi dana yang seharusnya bisa dimanfaatkan untuk membiayai sektor produktif, tersedot hanya untuk subsidi.



Minyak dan gas bumi termasuk bahan habis pakai, sekali diambil dan dipergunakan, habislah bahan itu. Pemakaian berikutnya memerlukan bahan baru yang sama.

Dengan demikian harus selalu dicari untuk memenuhi kebutuhan berikutnya. Salah satu langkah-langkah itu adalah dengan usaha meningkatkan kegiatan penyelidikan dan pencarian minyak dan gas bumi atau yang biasa disebut dengan eksplorasi.

Dari uraian diatas jelaslah bahwa eksplorasi memang merupakan kegiatan penting dalam industri energi pada umumnya dan khususnya industri minyak dan gas bumi. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2011 Yang dimaksud eksplorasi adalah kegiatan yang bertujuan memperoleh informasi mengenai kondisi geologi untuk menemukan dan memperoleh perkiraan cadangan Minyak dan Gas Bumi di Wilayah Kerja yang ditentukan.

1.2 Filosofi Eksplorasi dan Endapan Bahan Galian

Proses eksplorasi mempunyai hubungan yang erat dengan keadaan dan perilaku suatu endapan bahan galian, yaitu proses untuk mengetahui bagaimana suatu endapan terbentuk (terakumulasi), bagaimana penyebaran dan bentuk (geometri) endapan tersebut dalam, berapa banyak bahan galian tersebut dapat diambil, serta bagaimana tingkat (nilai) keekonomian endapan tersebut. Karena sangat erat dengan pengetahuan keberadaan suatu jebakan endapan, maka pemahaman filosofi suatu jebakan endapan menjadi sangat penting. Dalam konteks ini pembahasan akan dijelaskan lebih lengkap pada bab selanjutnya.

1.3 Kondisi dan Tantangan Sektor Hulu (eksplorasi Migas)

Kondisi :

Sumber Daya Migas (oil & gas resources) masih relatif sangat besar, namun jumlah cadangan terbukti (proven reserves), yakni cadangan yang siap diproduksi masih relatif sangat kecil

- Jumlah Cadangan terbukti terus mengalami penurunan karena jumlah penemuan cadangan baru (new reserves) yang semakin

langka dan terus menurun karena investasi yang mengalami penurunan

- Cadangan terbukti minyak mentah Indonesia saat ini hanya sekitar 4.7 milyar barrels atau sekitar 0.04 % dari cadangan terbukti minyak dunia, yang mencapai 1.186 milyar barrels, dan menempati urutan ke 33 cadangan terbukti

Tantangan :

Tantangan terbesar sector hulu adalah :

Mengembalikan status Indonesia sebagai Negara pengeksport minyak bukan sebagai Net-Oil importer secara permanen.

1.4 Tolok Ukur keberhasilan sector Hulu (Eksplorasi)

Keberhasilan eksplorasi dibidang migas adalah sebagai berikut :

- Meningkatnya investasi
- Penemuan cadangan baru, terutama diprioritaskan untuk kawasan diluar ke 4 Pulau besar (Sumatra, Jawa, Kalimantan, Papua)
- Produksi meningkat

untuk mengkonversi Sumber Daya menjadi Cadangan, diperlukan dukungan SDM yang tangguh dan cukupnya investasi, dan political will tingkat nasional dan daerah karena sifat industri migas adalah resiko tinggi, teknologi tinggi dan biaya tinggi.

BAB II

SEJARAH PERKEMBANGAN INDUSTRI MINYAK DAN GAS



a. Sejarah dan Perkembangan Industri Minyak Bumi

1. Sejarah Umum dan Perkembangan Industri Minyak Bumi

Pernahkah kita membayangkan bagaimana minyak dan gas pertama kali ditemukan. Ternyata Untuk pertama kalinya orang menemukan minyak bumi dalam bentuk rembesan di permukaan bumi. Manusia pertama kali yang diperkirakan memanfaatkan minyak bumi adalah Nabi Nuh as (aspal/teer) yang hidup di daerah Mesopotamia di Iran, di Timur Tengah, atau Parsi Kuno. Pada saat itu minyak bumi

yang berupa aspal digunakan untuk melapisi perahunya agar tidak kemasukan air.

Seiring perkembangan peradaban, minyak bumi kemudian dipakai untuk perang. Abad pertama masehi, Bangsa Arab dan Persia berhasil menemukan teknologi destilasi sederhana minyak bumi. Destilasi ini menghasilkan minyak yang mudah terbakar. Minyak ini dipakai untuk tujuan militer.

Pada zaman berikutnya yaitu zaman **Harun Al-Rasyid**, telah dikenal istilah minyak bumi yang digunakan sebagai bahan bakar yang dinamakan *naphtha*. Hal ini terjadi jauh sebelum perkembangan minyak bumi modern timbul. Pada zaman Cina Kuno bahkan telah dikenal industri perusahaan minyak bumi dan menurut catatan sejarah, orang Cina bahkan telah mencoba membor minyak bumi sejak zaman sebelum masehi.



Gambar pemboran pada jaman sebelum masehi cina

Industri minyak bumi yang modern muncul di Amerika Serikat pada abad ke-19, yang segera disusul oleh beberapa negara Eropa dan bagian dunia lainnya. Sebelum ditemukan pengusahaannya secara komersial, minyak bumi telah dikenal di Amerika Serikat sebagai rembasan yang muncul dari permukaan bumi, semula sering dianggap sebagai barang aneh dan juga diperjualbelikan sebagai obat. Namun, jauh sebelum minyak bumi digunakan dalam industri, **Haquet** pada tahun 1794 telah mengemukakan teorinya bahwa minyak bumi berasal dari daging ataupun zat organik lainnya, seperti kerang atau moluska. Hal ini dikemukakan karena batuan yang mengandung minyak biasanya mengandung fosil binatang laut.



Pada tahun 1805, **Von Humboldt** dan **Gay Lussac** mengira bahwa minyak bumi berhubungan dengan aktivitas gunung api, seperti gunung venesius. Ide serupa dikemukakan pula oleh ahli geologi Perancis **Virlet d'Aoust** pada tahun 1834. Teorinya didasarkan pada gejala bahwa seringkali minyak bumi ditemukan bersamaan dengan lumpur gunung api.

Pada tahun 1842, **Sir William Logan**, direktur Jawatan Geologi Kanada menghubungkan terdapatnya rembasan minyak dengan struktur antiklin, seperti di pulau Gespe yang terdapat di sungai St. Lawrence. Pada tahun 1847 di Glasgow Inggris untuk pertama kali mengolah minyak bumi menjadi minyak lampu yang menggantikan lilin yang merupakan sumber penerangan utama pada saat itu.



Sir William Logan, 1842

Sejak saat itu, minyak menjadi bahan yang banyak dicari oleh pengusaha. Hal ini menimbulkan ide bagi **Kolonel William Drake** untuk membor minyak yang dapat diproduksi secara komersil.



Kolonel William Drake (1819-1880)

Tahun 1859 merupakan saat bersejarah yang sangat penting, yaitu saat permulaan timbulnya industri minyak. Pengeboran dilaksanakan di Titusville, negara bagian Pennsylvania, Amerika Serikat, dan minyak berhasil ditemukan serta di produksikan dari kedalaman 69 kaki. Merupakan satu-satunya cara untuk mengeksploitasi dan Pemboran dilakukan di dekat suatu rembesan atau sumber minyak bumi, dan ternyata dapat dihasilkan produksi yang lebih besar daripada yang keluar dari rembesan. Sejak saat itulah pemboran mengeksplorasi minyak bumi secara komersil.

Pada tahun 1860, **Henry D. Rogers** mengemukakan bahwa akumulasi minyak bumi terdapat pada sumbu antiklin. **B.B Andrews** mengemukakan pula terdapatnya minyak dan gas bumi sepanjang sumbu antiklin di dekat Cairo, di nagara bagian Virginia Barat. Akan tetapi diterangkannya bahwa akumulasi minyak dan gas bumi merupakan hasil retakan yang terjadi di atas sumbu antiklin yang batuanannya telah dihancurkan oleh pengangkatan dan pelipatan. **Prof. Alexander Winchell** dari Universitas Michigan pada tahun 1960 berpendapat bahwa batu pasir sendiri cukup mempunyai porositas untuk mengandung minyak tanpa adanya retakan.

Pada tahun 1861 **Sterry Hunt** menyatakan secara resmi *Teori Antiklin* dalam suatu ceramah di Montreal, Canada dan dipublikasikan dalam suatu majalah bernama "*Montreal Gazette*" pada tanggal 1 Maret 1861. **I.C White** adalah ahli geologi pertama yang berani mendemonstrasikan kebenaran *Teori Antiklin* unuk akumulasi minyak dan gas bumi, dan mendatangi suatu lapangan dan menunjukkan lokasi pada struktur tersebut dengan berhasil.

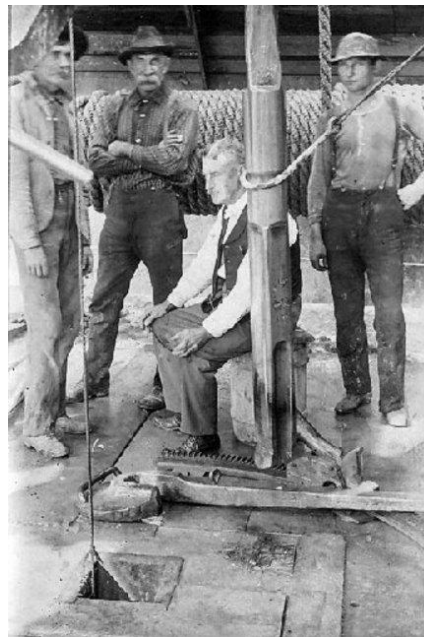


Pada tahun 1889, **E. Orton** memeberikan suatu karya lengkap mengenai geologi minyak dan gas bumi, dimana antara lain ia berkesimpulan bahwa minyak bumi berasal dari zat organik. Pada tahun 1887 dimulailah pencarian minyak bumi oleh perusahaan *Southern Pacific Oil Company*. Pada awal abad ke-20, perusahaan minyak bumi Amerika Serikat telah mempunyai bagian geologi sebagai “Exploration Departement”. Pada tahun 1917 para ahli geologi Amerika mendirikan “The American Association of Petroleum Geologist” yang mengkhususkan diri pada pencarian minyak dan gas bumi.

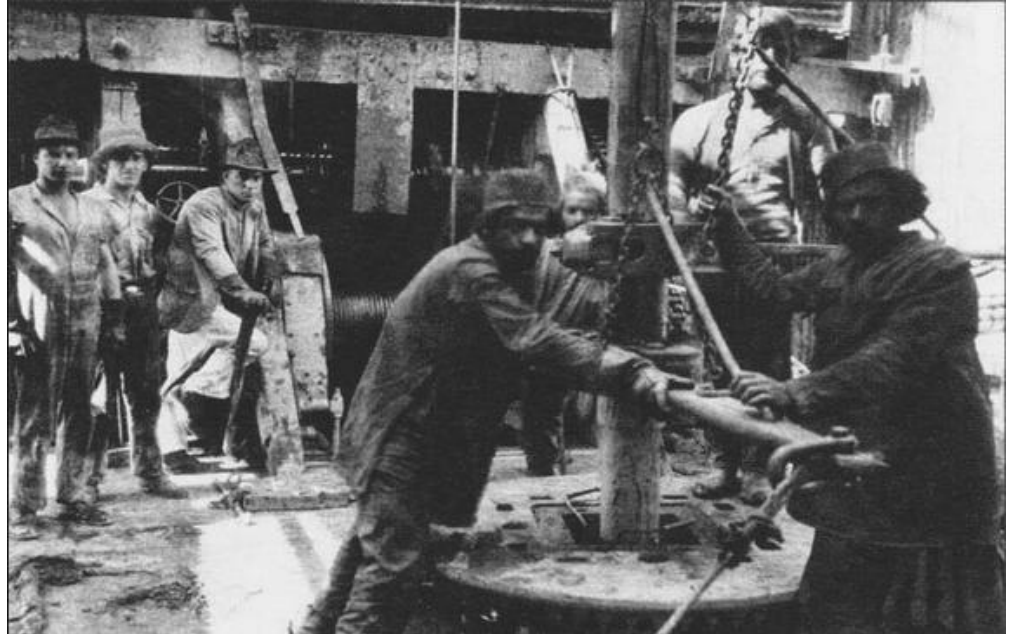
2. Perkembangan Metoda Eksplorasi Minyak Bumi

Menjelang abad ke-20, atau sekitar 50 tahun setelah penemuan sumber minyak yang pertama di Amerik Serikat, sedikit sekali bantuan teknik yang diberikan untuk penentuan lokasi pomboran. Minyak biasanya ditemukan dengan membor dekat rembasan atau indikasi permukaan, malahan kadang-kadang dilakukan pomboran secara membabi buta.

Pada tahun 1912, para ahli geologi mulai melakukan perpetaan singkapan untuk penentuan tempat pemboran yang paling baik. Penelitian ini memberikan hasil yang sangat menggembirakan dan dalam waktu beberapa tahun saja sumber minyak telah dibor sampai kedalaman yang dapat dicapai oleh alat pembor, sekitar 1000 sampai 1300 meter dengan menggunakan bor tumbuk (*cable tool*).



Pada tahun 1921, metoda pemboran putar (*rotary-drilling*) pertama kali dipergunakan di lapangan minyak Spindletop di Texas. Dengan ditemukannya baja yang lebih baik, metode pemboran cara putar diperbaiki dan awal tahun 20-an cara ini merupakan metoda utama untuk pemboran sumur yang dapat menjangkau 1500-2000 meter di bawah permukaan bumi.



Pada permulaan tahun 1920, para ahli geologi telah memulai metode eksplorasi bawah permukaan. Pemboran inti dan penggalian sumur telah digunakan untuk mencari lapisan penunjuk yang dapat dipetakan di bawah permukaan. Paleontologi terutama mikropaleontologi digunakan untuk mencari korelasi lapisan beberapa sumur. Adanya penelitian mengenai mineral berat di bawah permukaan juga membantu mencari korelasi lapisan beberapa sumur.

Perkembangan paling penting dalam pencarian minyak bumi adalah ditemukannya berbagai cara geofisika, yang oleh industri minyak Amerika mulai dipergunakan pada pertengahan tahun duapuluhan. Metoda yang pertama kali adalah metoda seismik refraksi yang dikembangkan oleh beberapa ahli Jerman pada tahun 1923 di New Mexico untuk memetakan suatu patahan (zona tersebut ditemukan dan dikembangkan di Jerman dan ternyata merupakan metoda yang sangat baik).

Pada tahun 1950 pertama kali helikopter dipergunakan untuk menunjang eksplorasi seismik di Irian Jaya. Pada tahun

1958 pertama kali dilakukan pemboran dengan menggunakan helikopter sebagai alat angkut, juga di Irian Jaya, pada pemboran sumur Wapili di pulau Salawati. Pada tahun 1960 dimulai eksplorasi seismik secara besar-besaran di lepas pantai. Dalam tahun 60-an terjadi kemajuan luar biasa dalam penggunaan cara seismik. Pita rekaman mulai digunakan untuk pencatatan. Metoda pengolahan data seismik secara elektronik juga telah mulai menggunakan komputer. Menjelang akhir tahun 60-an dikembangkan pula cara yang dinamakan penginderaan jauh (*remote sensing*).

3. Perkembangan Industri Minyak Bumi di Indonesia

a) Perkembangan Industri Minyak Sebelum Perang Kemerdekaan

Minyak bumi telah dikenal rakyat Indonesia sejak abad pertengahan, misalnya penggunaan minyak bumi oleh orang Aceh untuk memerangi armada Portugis. Industri minyak bumi modern di Indonesia dimulai pada tahun 1871 yaitu usaha pemboran pencarian minyak bumi untuk yang pertama kali di Desa Maja, Majalengka, Jawa Barat, oleh seorang pengusaha asal Belanda bernama **Jan Reerink**. Namun usaha pemboran yang dilakukan di dekat suatu rembasan akhirnya mengalami kegagalan.



Jan Reerink

Penemuan sumber minyak yang pertama di Indonesia ialah pada tahun 1883, yaitu dengan ditemukannya lapangan minyak Telaga Tiga dan Telaga Said di dekat Pangkalan Brandan di Sumatera Utara oleh seorang Belanda bernama **A.G Zeijlker**. Penemuan ini disusul oleh penemuan lain, yaitu lapangan minyak di Pangkalan Brandan dan Telaga Tunggal. Pada waktu yang bersamaan juga ditemukan lapangan minyak Ledok di Cepu, Jawa Tengah. Minyak hitam di dekat Muara Enim di Sumatera Selatan, dan Riam Kiwa di daerah Sanga-Sanga di Kalimantan. Penemuan sumber minyak Telaga Said oleh **A.G Zeijlker** merupakan modal pertama bagi berdirinya suatu perusahaan yang dewasa ini dikenal dengan nama **Shell**.

Menjelang akhir abad ke-19 terdapat 18 perusahaan asing yang beroperasi di Indonesia. Pada tahun 1902 didirikan suatu perusahaan terbatas bernama *Koninklijke Petroleum Maatschappij* yang dimodali oleh penemuan

A.G Zeijlker di Sumatera utara tersebut. Kemudian perusahaan ini bergabung dengan *Shell Transport Trading Company* dan dilebur menjadi satu perusahaan yang dinamakan *The Asiatic Petroleum Company* atau *Shell Petroleum Company*. Pada tahun 1907 didirikan *Shell Group* yang terdiri dari *Bataafsche Petroleum Maatschappij (BPM)* dan *Anglo Saxon*.

Pada tahun 1912 perusahaan Amerika mulai masuk ke Indonesia dengan mendirikan perusahaan *N.V Standard Vacuum Petroleum Maatschappij* yang mempunyai cabang di Sumatera Selatan bernama *Nederlandsche Koloniale Petroleum Maatschappij (NKPM)* yang setelah peran kemerdekaan berubah menjadi P.T Stanvac Indonesia. Perusahaan ini menemukan lapangan minyak Pendopo pada tahun 1921 di Sumatera Selatan yang merupakan lapangan minyak terbesar di Indonesia pada saat itu.

Untuk mengimbangi perusahaan Amerika yang masuk pada saat itu, pemerintah Belanda mendirikan perusahaan gabungan antara pemerintah dan *Bataafsche Petroleum Maatschappij*, yaitu *Nederlandsche Indische Aardolie Maatschappij*, yang setelah perang dunia II menjadi P.T Permindo dan kemudian pada tahun 1961 menjadi P.N Pertamina.

Pada tahun 1920 masuk dua perusahaan Amerika yang baru yaitu *Standard Oil of California* dan *Texaco*, yang pada tahun 1930 membentuk *Nederlandsche Pacific Petroleum Mij (NPPM)* dan sekarang telah mejelma menjadi P.T Caltex Pasifik Indonesia. Perusahaan ini mengadakan eksplorasi secara besarbesaran pada tahun 1935 di Sumatera Tengah dan menemukan lapangan minyak

Sebangga pada tahun 1940 serta lapangan minyak Duri tahun 1941. Di daerah konsesi perusahaan ini, tentara Jepang menemukan lapangan minyak raksasa Minas pada tahun 1944 dan dibor kembali oleh Caltex pada tahun 1950.

Pada tahun 1935 untuk mengeksplorasi minyak bumi di Irian Jaya dibentuk sebuah perusahaan gabungan antara BPM, NPPM, NKPM, dan satu anak perusahaan diberi nama *Nederlandsche Nieuw Guinea Petroleum Mij (NNGPM)* dengan hak mengadakan eksplorasi minyak bumi selama 25 tahun. Pada tahun 1938 lapangan minyak klamono ditemukan, disusul dengan lapangan minyak Wasian, Mogoi, dan Sele. Namun, perusahaan ini tidak berhasil menemukan lapangan minyak yang berarti, dan pada tahun 1960 diserahkan kepada perusahaan SPCO dan kemudian diambil alih oleh Pertamina pada tahun 1965. Ini adalah perkembangan industri minyak sebelum perang kemerdekaan.

b) Sejarah Metoda Eksplorasi di Indonesia

Di Indonesia pencarian minyak dilakukan mula-mula oleh *Bataafsche Petroleum Maatschappij (BPM)* yang pada waktu itu bernama *Koninklijke*. Pada saat perusahaan ini mulai beroperasi di Indonesia disewanya dua orang ahli geologi yaitu Dr. C. Porro dan Dr. C. Schmidt yang kemudian menjadi guru besar dalam ilmu geologi di Brussel. Pada awalnya hanya dilakukan pemetaan geologi permukaan dengan mengadakan eksplorasi di sepanjang sungai untuk mencari singkapan, dan kemudian dilakukan pemboran. Para ahli geologi membuat peta geologi berdasarkan singkapan, terutama peta struktur, dan kemudian dilakukan suatu prognase dan pemboran eksplorasi. Hingga

perang dunia I eksplorasi sampai beribu meter merupakan suatu hal yang luar biasa. Pada tahun 1910 mulai dilakukan pemboran inti dan pada tahun 1918 dilakukan pemboran spiral tangan. Pemboran geologi yang lebih dalam menggunakan mesin berbahan bakar bensin.

Pada tahun 1920 metode baru mulai dimasukkan di Indonesia yaitu metode geofisika. Metode geofisika yang pertama kali digunakan adalah metode gravitasi dan metode seismik, kedua metode ini dilakukan oleh *Bataafsche Petroleum Maatschappij (BPM)* dalam eksplorasi minyak bumi. Namun, secara luas metode gravitasi digunakan di Indonesia pada tahun 1924 setelah berhasil baik di Amerika dan penggunaan metode seismik dilakukan di Indonesia sejak tahun 1937. Permulaan pemakaian log pertama kali dilakukan oleh Perusahaan Schlumberger bersamaan dengan penerapan mikropaleontologi di Indonesia.

Metode pemetaan udara dilakukan pertama kali di Indonesia pada tahun 1932, yaitu di Sumatera Selatan dan kemudian di Sumatera Utara pada tahun 1934. Pemetaan dilakukan oleh angkatan darat Hindia-Belanda dengan skala 1 : 10.000. Pada tahun itu pula dilakukan pemetaan udara secara besar-besaran di Kepala Burung, Irian Jaya. Pemetaan udara berlangsung dari tahun 1935- 1937. Pemetaan udara sangat membantu dalam interpretasi geologi daerah tersebut. Pemetaan udara berikutnya dilakukan pada tahun 1938 di Kalimantan.

c) Perkembangan Industri Minyak Setelah Perang Kemerdekaan

Pada revolusi fisik tahun 1945-1950 terjadilah pengambilalihan semua instalasi minyak oleh Republik Indonesia. Pada tahun 1945 didirikan *P.T Minyak Nasional Rakyat* yang pada tahun 1954 berubah menjadi *Perusahaan Tambang Minyak Sumatera Utara*. Pada tahun 1957 didirikan P.T Permina oleh Kolonel Ibnu

Sutuwo yang kemudian menjadi *P.N Permina* pada tahun 1960. Pada tahun 1959 *Nederlandsche Indische Aardolie Maatschappij* menjelma menjadi *P.T Permindo* yang kemudian pada tahun 1961 menjadi *P.N Pertamina*. Pada waktu itu juga di Jawa Timur dan Jawa Tengah telah berdiri *Perusahaan Tambang Minyak Republik Indonesia* yang kemudian menjelma menjadi *P.N Permigan* dan setelah tahun 1965 dilikuidasi dan diambil oleh *P.N Permina*. Pada tahun 1961 sistem konsesi perusahaan asing dihapuskan dan diganti dengan sistem kontrak karya.

Pada tahun 1964 perusahaan SPCO diserahkan kepada *P.N Permina*. Tahun 1965 merupakan sejarah baru dalam perminyakan Indonesia dengan dibelinya seluruh kekayaan *Bataafsche Petroleum Maatschappij – Shell* oleh *P.N Permina*. Pada tahun itu seluruh wilayah Indonesia merupakan daerah konsesi *P.N Permina* dan *P.N Pertamina* dan dimulainya sistem kontrak bagi hasil (*production sharing*). Perusahaan asing hanya bisa bergerak sebagai kontraktor saja dengan hasil produksi minyak dibagikan dan bukan dalam bentuk pembayaran royalti.

Sejak tahun 1967 eksplorasi besar-besaran dilakukan oleh *P.N Pertamina* dan *P.N Permina* baik di darat maupun di laut yang bekerja sama dengan kontraktor asing. Tahun 1966 *P.N Pertamina* dan *P.N Permina* digabung menjadi *P.N Pertamina* yang kemudian merupakan satu-satunya perusahaan minyak nasional. Tahun 1969 merupakan tahun yang sangat penting karena ditemukannya lapangan minyak lepas pantai (*lapangan minyak Arjuna*) di dekat Pamanukan Jawa Barat dan tidak lama kemudian ditemukan pula lapangan minyak Jatibarang oleh *Pertamina*. Pada tahun 1970 menyusul dengan ditemukannya lapangan minyak Kasim di Irian Jaya di daerah yang ditinggalkan oleh *Nederlandsche Nieuw Guinea Petroleum Mij (NNGPM)* yang kemudian ternyata merupakan

sumur dengan produksi yang paling besar, yaitu 20.000 barel/hari.

II.3 PENUTUP

II.3.1 SOAL LATIHAN

Setelah siswa memahami isi materi ini diharapkan memberikan tanggapan atau jawaban dari pertanyaan-pertanyaan berikut ini :

1. Uraikan apa yang anda pahami tentang sejarah perkembangan industry minyak dan gas bumi khususnya tentang perkembangan eksplorasi minyak bumi di Indonesia
2. Dalam pemanfaatan minyak dan gas bumi sebagai sumber energy yang sangat penting ada pokok-pokok kebijakan yang harus diperhatikan, jelaskan pokok-pokok kebijakan tersebut!
3. Uraikan apa yang anda pahami tentang sejarah perkembangan industri minyak dan gas bumi khususnya tentang perkembangan eksplorasi minyak bumi di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hardjono, A., 2007. *Teknologi Minyak Bumi*, Cetakan kedua, Yogyakarta: UGM Press.
2. Hasan, A., 1985. *Gas and Oil Separation and Process*, PT. TRIEC.
3. Koesoemadinata, R.P., 1980, *Geologi Minyak dan Gas Bumi*, Edisi kedua jilid satu, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
4. Undang-Undang No. 44 Prp. Tahun 1960 Tentang :
Pertambangan Minyak Dan Gas Bumi

BAB III BUMI



Bumi mempunyai bentuk yang bulat dan merupakan salah satu dari 8 (delapan) planet yang terdapat dalam tata surya. Bila dibandingkan dengan alam semesta yang tak terbatas luasnya, bumi hanyalah menempati bagian yang sangat kecil. Sekalipun demikian, sampai sekarang belum juga ditemukan planet lain di jagad raya ini yang mempunyai karakteristik yang mampu menunjang kehidupan seperti di bumi.

3.1 Sistem Utama Bumi

Untuk mempermudah mempelajari bumi maka bumi dapat dibagi menjadi beberapa sistem yang tiap-tiap sistem tersebut saling berinteraksi. Pembagian sistem ini didefinisikan oleh batas energi dan materinya, yaitu :

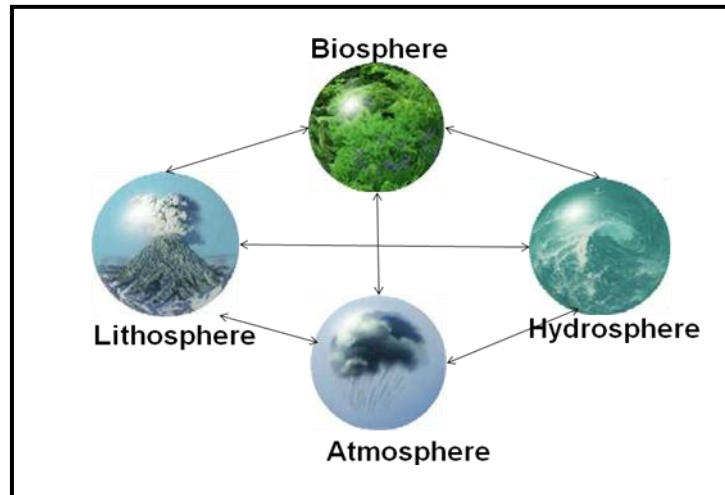
1. Hydrosphere
dimana sistem ini didefinisikan sebagai semua yang mempunyai materi air, sebagaimana diketahui bahwa hampir 71% dari permukaan bumi ini ditutupi oleh air (lautan, sungai, danau dan es).
2. Biosphere
termasuk didalamnya semua kehidupan mulai dari manusia, binatang, tumbuhan dan microorganisme.

3. Atmosphere

ini berhubungan dengan semua gas yang mengelilingi bumi, gas ini berperan penting dalam kehidupan di bumi.

4. Lithosphere

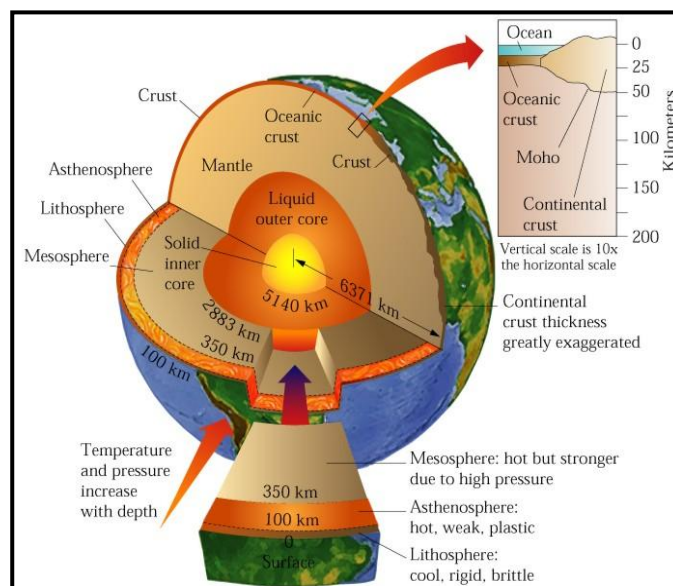
merupakan batas terluar dari bumi, meliputi semua batuan dan mineral.



Gambar 3.2 Sistem Utama Bumi

3.2 Interior Bumi

Hasil penelitian geofisika berdasarkan getaran gelombang seismik dan sebaran berat jenis batuan interior bumi dapat dipetakan.



Properties bumi dapat dibedakan menjadi 2 kelompok berdasarkan sifat fisik dan komposisi kimianya, yaitu :

Gambar 3.3 Interior Bumi

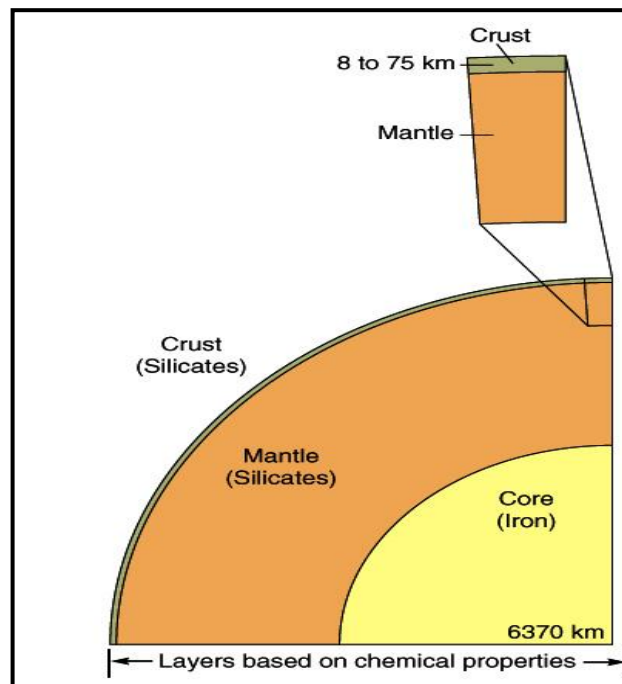
1. Berdasarkan Komposisi Kimia

a. *Crust* /Kerak Bumi

- Ketebalan maksimal 5 – 75 km
- Material solid
- Komposisi utama Silicon (Si) dan Oxygen (O)
- Dibedakan menjadi 2
 - i. *Continental* / Kerak Benua
 - Ketebalan 5 – 75 km
 - Density 2.7 gr/cm^3 (Granit)
 - ii. *Oceanic* / Kerak Samudera
 - Ketebalan 5 – 8 km
 - Density 3.0 gr/cm^3 (Basalt)

b. *Mantle* / Selubung bumi

- Perkiraan ketebalan 2900 km
- merupakan 82% dari seluruh volume bumi
- Komposisi Silicon (Si) dan Oxygen (O) dengan sedikit Besi (Fe) dan Magnesium (Mg)



Gambar 3.4 Properties Bumi berdasarkan
Komposisi Kimia

c. *Core* / Inti bumi

- Total diameter kurang dari 7000 km
- Volume 16 % dari total volume bumi
- 32% massa bumi mempunyai density 10.8 gr/cm^3
- Kaya akan kandungan besi (Fe)

2. Berdasarkan sifat fisik.

a. Lithosphere

- Ketebalan 10 – 300 km
- Solid, keras, getas pada bagian luar
- Termasuk bagian kerak bumi / *Crust* dan bagian luar dari *mantle*

b. Asthenosphere

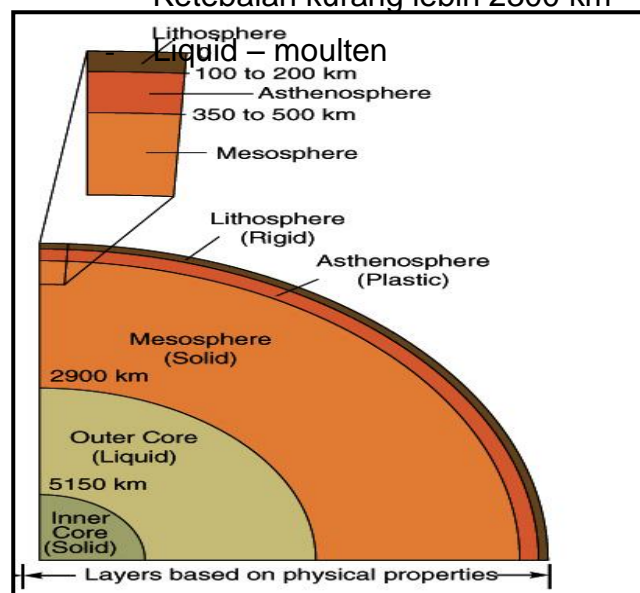
- Ketebalan 100 – 500 km
- Mempunyai temperature tinggi dengan tekanan sedang
- Termasuk *mantle* bagian luar
- Merupakan zona bubur (*moulded*) dimana kerak dapat mengapung diatasnya

c. Mesosphere

- Ketebalan 2400 – 2600 km
- Mempunyai temperature dan tekanan yang tinggi
- Termasuk bagian *mantle*

d. Core / Inti bumi

- dibedakan menjadi 2
 - Inner Core / Inti bagian dalam
 - Ketebalan kurang lebih 1200 km
 - Merupakan bagian yang solid
 - Outer Core
 - Ketebalan kurang lebih 2300 km



Gambar 2.5 Properties Bumi berdasarkan Sifat Fisik

BAB IV BATUAN

Batuan adalah substansi pembentuk kulit bumi. Batuan dapat dikelompokkan dalam tiga golongan besar, yaitu batuan beku, batuan sedimen dan batuan ubahan. Batuan beku merupakan pembentuk utama dari kulit bumi. Tetapi batuan ini sebagian besar tertutup oleh batuan sedimen, yang menghampar luas dipermukaan kulit bumi. Penyebaran batuan sedimen sangat luas, tetapi batuan ini hanya memiliki ketebalan sekitar 5000 meter. Dibawah batuan sedimen umumnya didapat batuan ubahan. Batuan ini juga tidak banyak dijumpai dipermukaan tanah, karena tertutup oleh batuan sedimen.

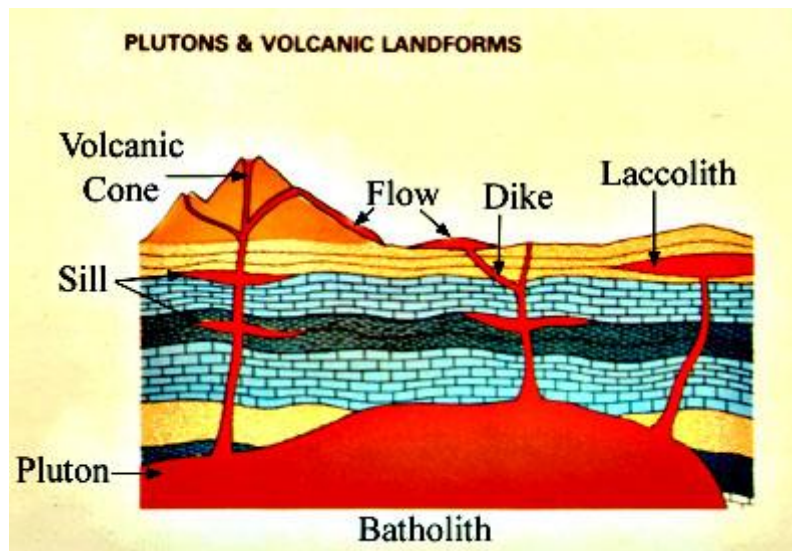
4.1 Batuan Beku

Dalam bumi terdapat senyawa silikat yang cair, kental dan sangat panas, bertemperatur tinggi antara 1.500° – 2.500° C dan bersifat mobile (dapat bergerak) serta terdapat pada kerak bumi bagian bawah, disebut magma. Magma mempunyai tenaga yang tinggi untuk keluar ke permukaan tanah, melalui bagian kulit bumi yang lemah. Selama menerobos naik keatas ia dapat membeku ditengah jalan atau dapat mencapai permukaan tanah. Magma yang telah mencapai permukaan tanah disebut sebagai lava. Magma dan lava yang membeku, membentuk batuan yang dinamakan batuan beku. Batuan beku mempunyai kekerasan yang tinggi.

Contoh-contoh batuan beku adalah

- Granit : tersebar dimana-mana terlebih dalam inti pegunungan-pegunungan lipatan seperti : Bukit Barisan di Sumatra, Kalimantan, Jawa dan sebagainya. Pada umumnya susunan mineralnya adalah kuarsa warna putih atau kelabu menyerupai gula batu dalam bulir bundar berwarna abu-abu, merah muda ataupun putih kekuning-kuningan. Mineral berwarna tua (hitam) adalah bitit dan hornblende.

- Syenit :batuan ini hampir sama dengan granit akan tetapi tidak terdapat kuarsa, warnanya lebih tua dan batuan ini jarang dijumpai.
- Diorit : tersebar luas, warna lebih tua daripada granit karena bertambahnya mineral berwarna gelap (ferro magnesium) yaitu piroksen dan ampibol. Diorit kuarsa banyak mengandung kuarsa dan plagioklas.
- Gabro : warnanya hitam karena sebagian besar terdiri dari mineral= mineral piroksen, olivine. Tidak mengandung kuarsa.
- DII



Penjelasan:

- Intrusi : Pergerakan magma di dalam bumi
- Ekstrusi : Pergerakan magma di luar
- Lakolit: Intrusi magma cembung ke atas
- Lappolit : Intrusi magma cembung ke bawah
- Sill : Intrusi magma mendatar
- Batholit : Batu beku di dapur magma
- Dike : Jalan magma ke luar bumi yang vertikal. Nama lain: Diatrema, pipa kawah, Gang

- Apovisa : Jalan magma ke luar bumi yang bercabang dari dike

4.2 Batuan Sedimen

Batuan sedimen berasal dari proses pengendapan dari aliran sungai, angin atau salju. Batuan sedimen juga dapat terjadi dari kelompok organisme yang mati pada suatu daerah tertentu, kemudian membatu ditempat yang sama. Batuan sedimen mempunyai sifat yang jauh berbeda dengan batuan beku. Batuan ini kaya akan zat organik, diendapkan berlapis-lapis dan ,punyai kekerasan yang relatif rendah dibanding batuan beku dan ubahan.

Berbagai penggolongan dan penamaan batuan sedimen telah dikemukakan oleh para ahli, baik berdasarkan genetis maupun deskriptif. Secara genetis disimpulkan dua golongan (Pettjohn, 1975 dan W.T. Huang, 1962), yaitu :

4.2.1 Batuan sedimen klastik

Batuan sedimen klastik adalah batuan sedimen yang terbentuk sebagai hasil perombakan dari batuan yang sudah ada. Batuan asal rombakan dapat berasal dari batuan beku, metamorf dan sedimen itu sendiri. Proses perombakan itu meliputi pelapukan, erosi, transportasi dan kemudian redeposisi (pengendapan kembali). Sebagai media proses tersebut adalah air, angin, es. Contoh batuan yang merupakan sedimen klastik adalah : konglomerat, breksi, batupasir, lempung dan sebagainya. Batuan ini mempunyai hamparan yang sangat luas dan sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

4.2.1.1 Pembentukan batuan sedimen

Proses pembentukan batuan sedimen klastik melalui tahapan sebagai berikut :

a) Weathering (pelapukan), adalah proses alterasi dan fragsinasi batuan dan material tanah pada dan/atau dekat permukaan bumi yang disebabkan karena proses kimia, mekanis dan biologi.

- Pelapukan secara kimiawi (dekomposisi)

Faktor yang berpengaruh : air, zat asam, oksigem, karbondioksida. Faktor lainnya yang membantu pelapukan kimiawi yaitu temperatur dan kelembaban sehingga di daerah tropis (panas) prosesnya akan lebih cepat daripada di daerah dingin. Begitu pula di daerah lembab dan di daerah kering.

- Pelapukan secara mekanis (desintegrasi)

Faktor yang mempengaruhi yaitu pembekuan dan pencairan air, aktivitas organisma/manusia, perbedaan panas siang dan malam, dan abrasi/erosi

b) Erosi dan transportasi

Erosi sering disebut juga pengikisan. Erosi adalah proses pengikisan terhadap batuan yang dilakukan oleh air, angin, atau gletser. Air hujan bisa mengikis permukaan tanah terutama yang gundul. Tanah itu bersama air mengalir ke sungai. Air sungai juga dapat mengikis tepi atau bagian dasar sungai. Akibat pengikisan pada tepi sungai menyebabkan sungai menjadi berkelok-kelok dan melebar. Sedangkan pengikisan ke dasar sungai bisa menyebabkan sungai bertambah dalam.

Air laut juga bisa menyebabkan erosi. Apabila diperhatikan di sekitar pantai, ombak atau gelombang laut selalu menerjang tepi pantai, mengikis sedikit demi sedikit tepi pantai. Pengikisan batuan oleh air laut itu disebut abrasi. Jika air atau gelombang yang mengikis batuan itu membawa material pasir atau batu kecil, maka tenaga pengikisannya akan bertambah kuat.

Angin bisa menyebabkan terkikisnya batuan. Angin dengan hembusannya disertai dengan material yang diangkutnya di daerah gurun menabrak gunung-gunung batu, sehingga bisa berubah menjadi patung-patung alam. Pengikisan batuan oleh angin ini disebut korasi.

Gletser adalah es yang mengalir secara lambat. Gletser ini juga bisa menjadi pengikisan. Gletser dengan kemampuan mengikisnya (erosi glacial) dapat merubah palung sungai berbentuk V menjadi berbentuk U.

Media transportasi yaitu air, angin, gravitasi, dan es.

- c) Pengendapan adalah proses pengendapan butir-butir batuan di permukaan bumi sehingga membentuk lapisan sedimen. Pengendapan bisa terjadi karena reaksi kimia, mekanis (gaya tarik bumi), evaporasi, atau aktivitas organisme. Kecepatan pengendapan dipengaruhi oleh ukuran partikel, kecepatan aliran, dan densitas.
- d) Kompaksi adalah proses termampatnya butir sedimen satu dengan yang lain akibat tekanan dari berat beban di atasnya. Volume sedimen berkurang dan hubungan antar butir menjadi lebih rapat.
- e) Litifikasi adalah proses pembatuan atau sementasi lapisan material sedimen sehingga membentuk batuan sedimen
- f) Diagenesis adalah proses perubahan material sedimen yang belum terkonsolidasi menjadi batuan sedimen yang koheren

4.2.1.2 Klasifikasi batuan sedimen

Klasifikasi batuan sedimen sesuai kebutuhan dalam bidang rekayasa, planologi maupun minyak dan gas bumi, terutama yang berhubungan dengan batuan induk, migrasi dan tipe batuan reservoir. Beberapa tipe batuan sedimen sebagai berikut :

- **Breksi (Breccia)**
Komposisi atau material penyusun breksi berupa fragmen batuan dengan bentuk sangat meruncing – meruncing, ukuran umumnya kasar berkisar dari kerakal hingga berangkal, sering diantara fragmen ini dijumpai ukuran yang lebih kecil yang disebut matrik. Dari fragmen yang meruncing, dapat ditafsirkan bahwa breksi ini diendapkan dekat dengan sumbernya, sehingga tidak terpengaruh secara fisik oleh jarak transportasi, hingga mencapai cekungan sedimen. Ukuran material penyusun breksi lebih besar dari 2 mm.
- **Konglomerat (Conglomerate)**
Terbentuk dari beberapa fragmen batuan dan matrik, bentuk umumnya membulat – sangat membulat yang terikat bersama oleh material semen yang berukuran lebih halus seperti serpih atau lempung. Ukuran material penyusun konglomert ini lebih besar dari 2 mm.
- **Batu Pasir**
Merupakan hasil sementasi dari massa yang berukuran pasir, massa pasir ini umumnya adalah mineral silika, felspar atau pasir karbonat, sedang material pengikat atau semen berupa besi oksida, silika, lempung atau kalsium karbonat. Ukuran butir mineral penyusun mulai dari yang berukuran pasir halus sampai dengan pasir kasar (0,06 mm – 2,0 mm).

- **Batulanau (Siltstone)**
Tipe batuan sedimen yang terusun oleh material yang berukuran relatif halus berkisar dari 0,002 mm – 0,06 mm dengan komposisi utama adalah mineral lempung.
- **Serpih (Shale)**
Tipe batuan sedimen menunjukkan suatu lapisan yang kompak, padat dari material lempung atau lumpur (mud), ukuran butir sangat halus, lebih kecil dari 0,003 mm, menunjukkan struktur internal yang khas yaitu laminasi, dengan tebal kurang dari 1 cm

4.2.1.3 Tekstur Batuan Sedimen Klastik

Tekstur adalah hubungan antar butir dari mineral yang membentuk suatu batuan. Tekstur terdiri dari komponen ukuran besar butir (grain size), derajat kebundaran (roundness), derajat pemilahan (sorting), kemas (fabric), fragmen, matrik, dan semen.

a. Ukuran Besar Butir

Ukuran besar butir (partikel, butir, fragmen), adalah faktor pembeda yang utama pada batuan sedimen klastik. Ukuran yang dimaksud adalah diameter dari butir-butir batuan.

<u>Boulder</u>	≥ 256 mm
Cobble	64 – 256 mm
<u>Pebble</u>	4 – 64 mm
Granule	2 – 4 mm
<u>Sand</u>	1/16 – 2 mm
Silt	1/256 – 1/16 mm
Clay	$\leq 1/256$ mm

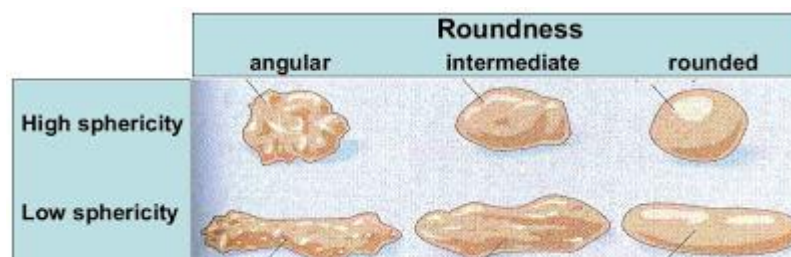
Tabel 1

b. Derajat Kebundaran

Derajat kebundaran berbeda dengan derajat kebulatan. Derajat kebundaran (roundness) adalah derajat kebundaran bagian pinggir dari fragmen. Derajat kebulatan (sphericity) adalah derajat kemiripan bentuk fragmen dengan bentuk bola.

Kebundaran dapat dilihat dari bentuk batuan yang terdapat dari batuan tersebut. Untuk mudahnya dipakai perbandingan sebagai berikut :

- Wellrounded (membundar baik)
- Rounded (membundar)
- Subrounded (membundar tanggung)
- Subangular (menyudut tanggung)
- Angular (menyudut)

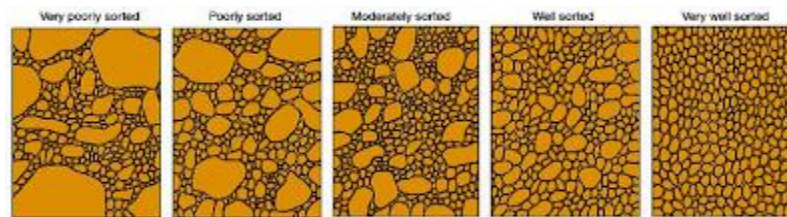


Roundness vs Sphericity

c. Pemilahan

Adalah keseragaman dari ukuran besar butir penyusun batuan sedimen, artinya bila semakin seragam ukurannya dan besar butirnya maka pemilahan semakin baik. Ada 3 macam pemilahan yaitu :

- a. Very well sorted : terpilah sangat baik
- b. Well sorted : terpilah baik
- c. Medium sorted : terpilah sedang
- d. Poor sorted : terpilah buruk



Copyright 1995 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

Pemilahan

e. **Kemas**

Kemas menunjukkan hubungan kerapatan antara butiran penyusun dalam batuan sedimen

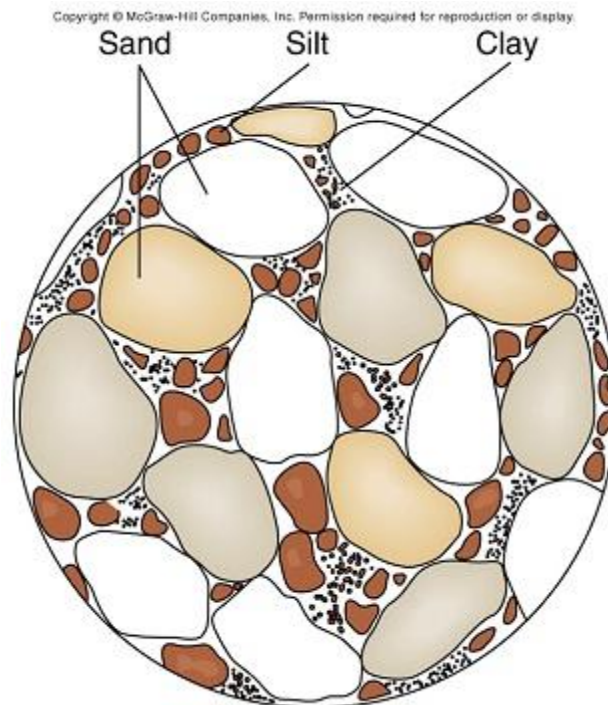


Kemas Terbuka dan Kemas Tertutup

f. **Fragmen, matrik, dan semen**

- Fragmen

- **Matrix**
Adalah semacam butir (klastik), tetapi sangat halus sehingga aspek geometri tak begitu penting, terdapat di antara butiran sebagai massa dasar.
- **Semen**
Adalah bukan butir, tapi material pengisi rongga antar butir, biasanya dalam bentuk amorf atau kristalin. Semen yang umumnya ditemukan pada batuan sedimen adalah kalsit, hematit, dan silika.



Sand = Fragmen; Silt = Matrik; Clay = Semen

g. **Porositas**

Adalah perbandingan seluruh permukaan pori dengan volume dari batuan.

h. **Permeabilitas**

Permeabilitas sukar ditentukan tetapi dapat dikira – kira melalui porositas. Salah satu metoda pendekatan untuk mengetahui permeabilitas adalah dengan menempatkan setetes air pada sekeping yang kering dan mengamati kecepatan air merembes. Istilah yang biasa dipergunakan adalah :

- Fair : 1 – 10 md
- Good : 10 – 100 md
- Very good : 100 – 1000 md

i. Kemas (fabric)

Di dalam batuan sedimen klastik dikenal 2 macam kemas, yaitu :

- kemas terbuka : Butiran tidak saling bersentuhan.
- kemas tertutup : Butiran saling bersentuhan. (Danang Endarto, 2005)

j. Struktur Batuan Sedimen

Struktur sedimen merupakan suatu kelainan dari perlapisan normal batuan sedimen yang diakibatkan oleh proses pengendapan dan energi pembentuknya. Pembentukannya dapat terjadi pada waktu pengendapan maupun segera setelah proses pengendapan. (Pettijohn & Potter, 1964 ; Koesomadinata , 1981). Dengan kata lain, struktur sedimen adalah kenampakan batuan sedimen dalam dimensi yang lebih besar.

a) Struktur sedimen berdasarkan asalnya

Berdasarkan asalnya struktur sedimen yang terbentuk dapat dikelompokkan menjadi 3 macam:

- Struktur sedimen primer
Terbentuk karena proses sedimentasi dengan demikian dapat merefleksikan mekanisasi pengendapannya.
- Struktur sedimen sekunder

Terbentuk sesudah sedimentasi, sebelum atau pada waktu diagenesa. Juga merefleksikan keadaan lingkungan pengendapannya.

- Struktur organik

Terbentuk oleh keadaan organisme seperti molusca, cacing atau bintang lainnya.

Struktur batuan sedimen tidak banyak yang dapat dilihat dari contoh – contoh batuan di laboratorium. Macam – macam struktur batuan sedimen yang penting antara lain adalah struktur perlapisan dimana struktur ini merupakan sifat utama dari batuan sedimen klastik yang menghasilkan bidang – bidang sejajar sebagai hasil dari proses pengendapan.

Faktor – faktor yang mempengaruhi kenampakan adanya struktur perlapisan adalah :

- a) Adanya perbedaan warna mineral.
- b) Adanya perbedaan ukuran besar butir.
- c) Adanya perbedaan warna komposisi mineral.
- d) Adanya perbedaan macam batuan.
- e) Adanya perbedaan struktur sedimen.
- f) Adanya perbedaan kekompakan.

4.2.1.4 Genesa Struktur – struktur Batuan Sedimen

- a. Massif

Batuan massif bila tidak menunjukkan struktur dalam atau ketebalan lebih dari 120 cm.

- b. Graded Bedding

Lapisan yang dicirikan oleh perubahan yang gradual dari ukuran butir penyusunnya bila bagian bawah kasar dan keatas semakin halus disebut normal grading.

c. Laminasi

Perlappingan dan struktur sedimen yang mempunyai ketebalan kurang dari 1 cm terbentuk bila pola pengendapannya dengan energi yang konstan. biasanya terbentuk dari suspensi tanpa energi mekanis.

d. Cross bedding

Secara umum bentuk fisik cross lamination, yang membedakan hanyalah ketebalannya, yaitu lebih dari 5 cm untuk cross bedding.

e. Load cast

Adalah struktur sedimen yang terbentuk akibat tubuh sedimen yang mengalami pembebanan oleh material sedimen lain di atasnya.

f. Flute cast

Adalah struktur sedimen yang berupa celah dan terputus – putus serta berbentuk kantong, dengan ukuran 2 – 10 cm, struktur ini terbentuk pada batuan dasar akibat pengaruh aliran turbulen dari air merupakan gerusan dari media transportasi yang membawa material kemudian material – material tersebut mengisinya yang biasanya berupa pasir.

g. Mud cracks

adalah struktur sedimen yang berupa retakan – retakan pada tubuh sedimen bagian permukaan, biasanya pada tubuh campur yang berkembang sifat kohesinya. Hal ini akibat perubahan suhu dan pengerutan.

L. Rain print

Adalah suatu lubang lingkaran atau elips kecil yang terbentuk di atas lumpur yang masih basah oleh air hujan yang kemudian setelah lumpur itu kering di atasnya terendapkan lapisan batupasir.

4.2.2 Batuan Sedimen Non Klastik

Batuan sedimen non-klastik adalah batuan sedimen yang terbentuk sebagai hasil penguapan suatu larutan, atau pengendapan material di tempat itu juga (insitu). Proses pembentukan batuan sedimen kelompok ini dapat secara kimiawi, biologi /organik, dan kombinasi di antara keduanya (biokimia).

Secara kimia, endapan terbentuk sebagai hasil reaksi kimia, misalnya $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$. Secara organik adalah pembentukan sedimen oleh aktivitas binatang atau tumbuh-tumbuhan, sebagai contoh pembentukan rumah binatang laut (karang), terkumpulnya cangkang binatang (fosil), atau terkuburnya kayu-kayuan sebagai akibat penurunan daratan menjadi laut.

Yang termasuk dalam kelompok sedimen non klastik kimiawi adalah sedimen evaporit (evaporites), karbonat (carbonates), batugamping dan dolomit (limestones and dolostone), serta batuan bersilika (siliceous rocks), rijang (chert).

a. Batuan sedimen evaporit

Batuan evaporit atau sedimen evaporit terbentuk sebagai hasil proses penguapan (evaporation) air laut. Proses penguapan air laut menjadi uap mengakibatkan tertinggalnya bahan kimia yang pada akhirnya akan menghablur apabila hampir semua kandungan air menjadi uap. Proses pembentukan garam

dilakukan dengan cara ini. Proses penguapan ini memerlukan sinar matahari yang cukup lama.

Beberapa batuan sedimen non klastik kimiawi jenis evaporit yang utama :

a) Batuan Gypsum

Batuan ini terdapat secara kristalin kasar sampai halus granular. Batu gip dapat pula masif, dan sering terdapat sebagai kristal – kristal yang kasar tetapi yang demikian biasanya terdapat sebagai urat atau kristal nodul dalam lumpur atau pasir. Batuan ini memperlihatkan struktur pseudo porphyritic dengan kristal selenit sebagai fenokrisnya.

b) Batuan Anhidrit

Batuan ini lebih banyak terdapat daripada gip, juga berlapis tetapi kadang – kadang masif, tebal dan meluas. Struktur sedimennya memperlihatkan laminasi yang keriput, pada umumnya granular halus, tetapi di bawah mikroskop kristal kasar, tetapi juga serabut dengan massa kristalin kasar. Kenampakan porfiritik disebabkan penyebaran kristal gip diantaranya.

c) Halit (batugaram)

Batuan ini terdapat secara masif dan secara kristalin kasar, kadang – kadang berlaminasi. Sering berinterlaminasi (beberapa cm) dengan sisipam tipis (seperti kertas) oleh anhidrit atau dolomit. Juga garam hitam sering berinterklasi dengan garam putih berbentuk kristal kubus. Halit sering menjadi terobosan – terobosan yang membentuk saltdome (kubah garam). Hal ini disebabkan berat jenis yang lebih rendah dibandingkan batuan sekeliling dan sifat mudah mengalir pada temperatur dan tekanan rendah.

3. Batuan Karbonat

Batuan karbonat adalah batuan sedimen dengan komposisi yang dominan (> 50 %) terdiri dari mineral – mineral atau garam – garam karbonat, yang dalam prakteknya secara umum meliputi batugamping dan dolomit.

Proses pembentukannya dapat terjadi secara insitu berasal dari larutan yang mengalami proses kimia maupun biokimia dimana organisme turut berperan, dapat terjadi dari butiran rombakan yang mengalami transportasi secara mekanik dan diendapkan di tempat lain.

Seluruh proses tersebut berlangsung pada lingkungan air laut, jadi praktis bebas dari detritus asal darat.

a. Tekstur Batuan Karbonat

Dewasa ini tekstur batuan karbonat lebih dipentingkan pada susunan mineralogi. Tekstur ini berhubungan dengan sifat reservoir dalam bentuk minyak dan juga dari segi sedimentasi.

1) Besar Butir

Sering ukuran tersendiri, tetapi hal ini tidak dianjurkan. Lebih baik dipergunakan skala Wentworth seperti dianjurkan oleh Leighton dan Pendexter (1962).

Mulai 0,0625 mm ke bawah maka tipe butir dan juga penelitian di bawah mikroskop menjadi mikrit (micrite) atau berupa lumpur (mud) atau berbutir halus (aphanitik). Secara makroskopis kurang dari 1 mm, tipe butir sudah sukar ditentukan sehingga istilah grain atau klas dapat dipakai.

2) Bentuk Butir

Bentuk butir juga penting dalam mempelajari gamping terutama dalam memperlihatkan energi di lingkungan pengendapan.

Dalam bioklast, derajat dari abrasi dan peristilahan seperti pada detritus dipergunakan untuk fragmen-fragmen pada umumnya. Bioklast dapat dibedakan menjadi cangkang – cangkang yang utuh atau fragmen kerangka yang utuh atau bekas pecahan jelas dan yang kedua yang telah terabrasi atau bundar. Non fragmen, istilah kebulatan seperti diartikan oleh abrasi atau transport yang jauh. Dan bentuk-bentuk yang lebih cocok ialah spherulal dan ovoid. Di antara kerangka atau butir sering diisi oleh matriks atau semen.

3) Semen

Biasanya terdiri dari hablur-hablur kalsit yang jelas atau disebut juga spari kalsit (spray calcite) atau spar. Semen dapat di amati di bawah mikroskop dan semen ini terjadi pada waktu diagenesa pengisian rongga-rongga oleh larutan yang mengendapkan kalsit sebagai hablur yang jelas. Kadang-kadang sukar untuk membedakannya dengan kalsit sebagai hasil rekristalisasi yang biasanya lebih halus dan disebut mikrospar.

4) Matrik

Matrik adalah butir-butir karbonat yang mengisi rongga-rongga dan terbentuk pada waktu sedimentasi. Biasanya halus sekali dari bentuk-bentuk kristal tidak dapat diidentifikasi, hampir opak di bawah mikroskop.

Hasil dari matrik ini dapat berupa :

- a) Pengendapan langsung sebagai jarum (aragonit) secara kimiawi / biokimiawi, yang kemudian berubah menjadi kalsit.
- b) Merupakan hasil abrasi, gamping yang telah dibentuk misalnya koral, alga dan sebagainya dierosi dan abrasi kembali oleh pukulan-pukulan gelombang dan merupakan tepung kalsit. Tepung kalsit ini membentuk lumpur apu, dan diendapkan terutama di daerah-daerah yang tenang.

b. Struktur Batuan Karbonat

Pemeriaannya hampir sama dengan pemerian batuan sedimen klastik.

5. Penamaan Klasifikasi

Penamaan batuan sedimen klastik ditentukan terutama oleh ukuran butir dan bentuk butir serta tekstur. Selain itu juga dibantu dengan komposisi kimia dan struktur. Ukuran butir dalam batuan sedimen klastik bisa seragam bisa tidak seragam.

Penamaan batuan sedimen non klastik lebih ditentukan oleh komposisi mineralnya atau kimianya.

a. Batuan Sedimen Klastik

Penamaan batuan sedimen klastik lebih ditekankan pada ukuran dan bentuk butir, dengan perincian sebagai berikut :

1) Untuk butiran yang sama atau lebih kecil dari pasir

Batupasir : butiran yang berukuran pasir

Batulempung : butiran yang berukuran lebih halus dari pasir

Serpih : batulempung yang menunjukkan struktur fasilitas (sifat belah)

2) Untuk butiran yang lebih besar dari pasir dan melibatkan bentuk butir

Konglomerat : jika butirannya berbentuk membulat

Breksi : jika butirannya berbentuk runcing

3) Untuk butiran dan komposisi

Batupasir Kuarsa : batupasir yang banyak mengandung kuarsa.

Batulempung Gampingan : batulempung yang mengandung mineral-mineral karbonat.

4) Ukuran butir dan struktur

“Shale” (serpilh) : batulempung, berlaminasi

5) Batugamping klastik

Kalsirudit : bila berukuran butir > pasir

Kalkaresit : bila butiran berukuran pasir

Kalsilutit : bila butiran berukuran lempung

b. Batuan Sedimen Non Klastik

Penamaan batuan sedimen non klastik sangat tergantung oleh jenis mineral penyusunnya, misalnya :

1) Batuan Sedimen Non Klastik Kimiawi

Batugips : jika tersusun oleh mineral gypsum

Rijang : jika tersusun oleh mineral kalsedon

Batubara : jika tersusun oleh mineral karbon

2) Batuan Sedimen Non Klastik Biologis / Organik

Contoh penamaan berdasarkan komposisi :

Batugamping Kristalin : bila tersusun oleh kristal-kristal kalsit

Batugamping koral : bila tersusun oleh koral

Langkah-langkah penentuan nama batuan sedimen:

- a) Amati contoh batuan baik-baik
- b) Tentukan teksturnya : klastik atau non klastik. Bila klastik tentukan ukuran butirnya (bila tidak seragam tentukan ukuran fragmen dan matrik), bila non klastik tentukan macam teksturnya.
- c) Tentukan strukturnya
- d) Tentukan komposisinya, untuk mengetahui kandungan karbonat, batuan ditetesi HCl, bila bereaksi berarti mengandung karbonat.
- e) Tentukan nama batuan berdasarkan kenampakan yang dominan. Misal, bila yang tampak dominan adalah ukuran butirnya maka penamaan berdasarkan ukuran butirnya.

(Danang Endarto, 2005)

4.3 Batuan Ubahan

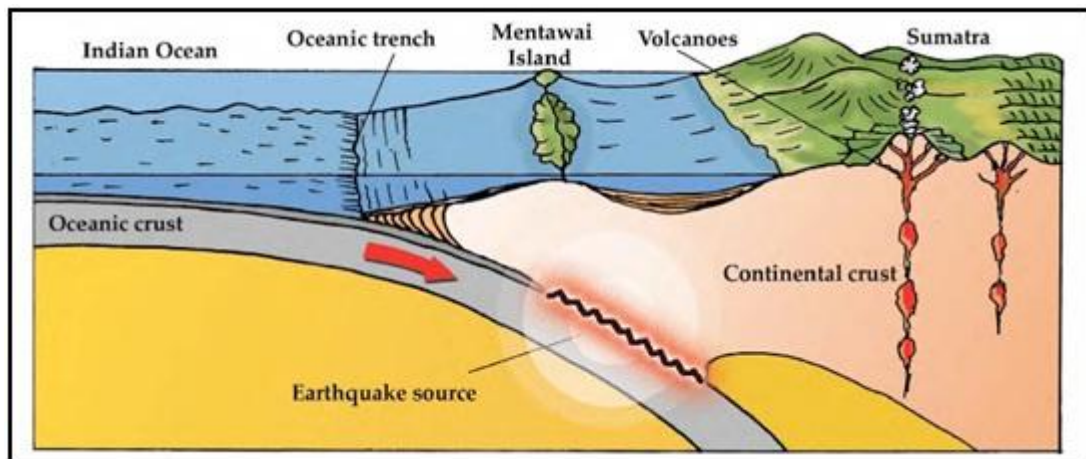
Batuan ubahan berasal dari batuan yang telah ada sebelumnya, yang mengalami perubahan mineralisasi oleh proses pemanasan dan penekanan. Akibat panas dan tekanan, mineral lama mencair dan kemudian berubah menjadi mineral baru yang lebih sesuai dengan kondisi yang ada. Pemanasan dapat terjadi karena ada intrusi batuan beku atau oleh panas gradien geothermal. Sementara tekanan dapat berasal dari tekanan overburden dari batuan yang ada isnya.

batuan ubahan mempunyai kekerasan yang besar dibanding dengan batuan sedimen, tetapi lebih lunak bila dibanding dengan batuan beku. Contoh-contoh batuan ubahan :

- Sabak (Slate)
Batuan ubahan berbulir halus dengan bidang sekistosa berkembang baik, warnanya hitam, terbentuk secara metamorfosa regional dari serpih batu lempung.
- Sekis
sekis berarti belahan atau foliasi. Berukuran butir menengah kasar, terjadi penjajaran atau perlembaran mineral-mineral. warnanya bermacam-macam tergantung mineral pembentuknya.
- Marmer
Dibentuk oleh metamorfosa kontak atau regional dari batu gamping, berbutir halus-kasar.
- Kwarsit
Batuan ubahan yang terdiri dari mineral kuarsa lebih besar 80% dan butirannya saling berkaitan yang disebabkan oleh pengaruh temperatur dan tekanan yang intensif.

BAB V

TEKTONIK CEKUNGAN MIGAS



a. Pengertian

Tektonik adalah tenaga dari dalam bumi (gaya endogen) yang mengakibatkan terjadinya perubahan dan pergeseran letak batuan, baik secara vertical maupun horizontal. Akibat perubahan dan pergeseran letak batuan menyebabkan lapisan batuan terlipat dan tersesarkan. gaya endogen merupakan unsur pembentuk struktur, dimana cekungan termasuk di dalamnya. Pemahaman tektonik atau endogen sekarang berkembang menjadi tektonik lempeng (plate tectonics), yang salah satu unsurnya adalah pembentukan cekungan migas.

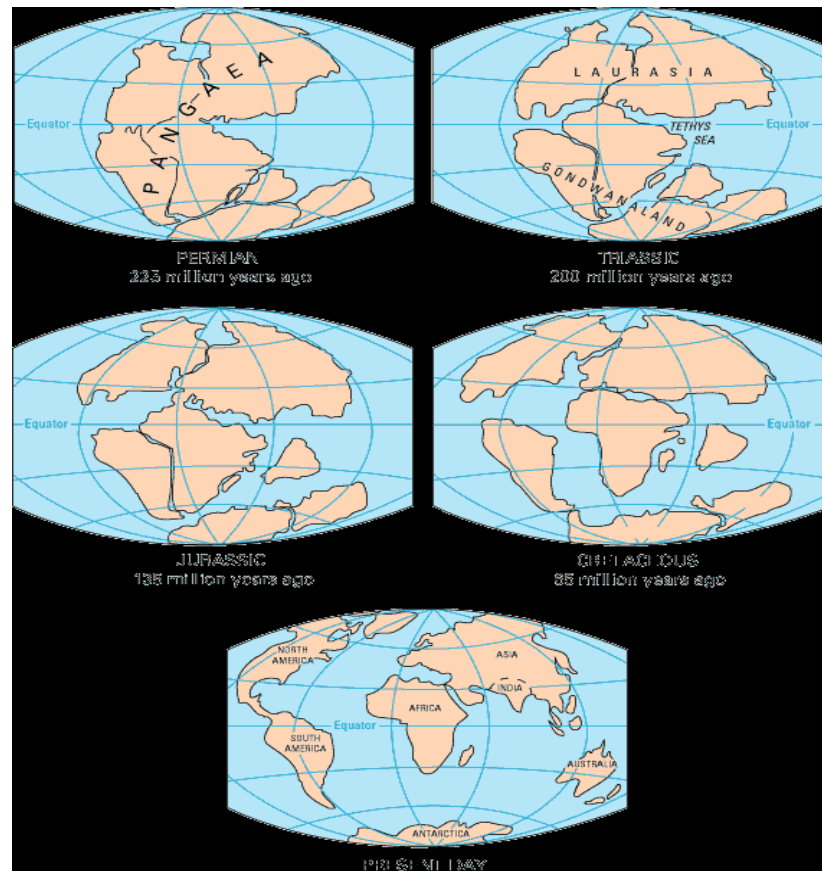
Cekungan diterjemahkan dari bahasa Inggris basin adalah topografi yang cekung (legok) yang terbentuk secara alamiah akibat proses tektonik. Jadi yang dimaksud dengan cekungan sedimen adalah bagian yang rendah dari kerak bumi akibat proses tektonik, yang

dapat berperan sebagai akumulasi atau terakumulasinya lapisan sedimen yang relatif tebal dari sekitarnya. Sebagai ilustrasi cekungan sedimentasi, seperti sebuah baskom tempat untuk menampung air. Mulai dari Upstream sampai downstream aliran air ada yang membawa material hasil erosi dari luar maupun dari dalam atau dari kikisan pada dinding sungai. Yang kemudian terdeposit pada suatu wadah berupa danau ataupun laut. Sejalan dengan aktivitas organisme dan mikroorganisme yang ikut terkubur bersamaan dengan pengendapan dalam suatu wadah yaitu yang di sebut dengan cekungan sedimen.

Di dalam proses pembentukan minyak dan gas cekungan sedimen memegang peranan sangat penting bagi terdapatnya minyak dan gas bumi. Namun tidak semua cekungan sedimen mempunyai potensi yang sama bagi akumulasi minyak dan gas bumi. Masih banyak lagi faktor yang menentukan untuk terdapatnya minyak dan gas pada suatu cekungan. Oleh karena itu, proses pembentukan cekungan, pengetahuan mengenai jenis-jenis cekungan sedimen, sejarah perkembangan dan peranannya bagi akumulasi minyak dan gas bumi sangat penting diketahui.

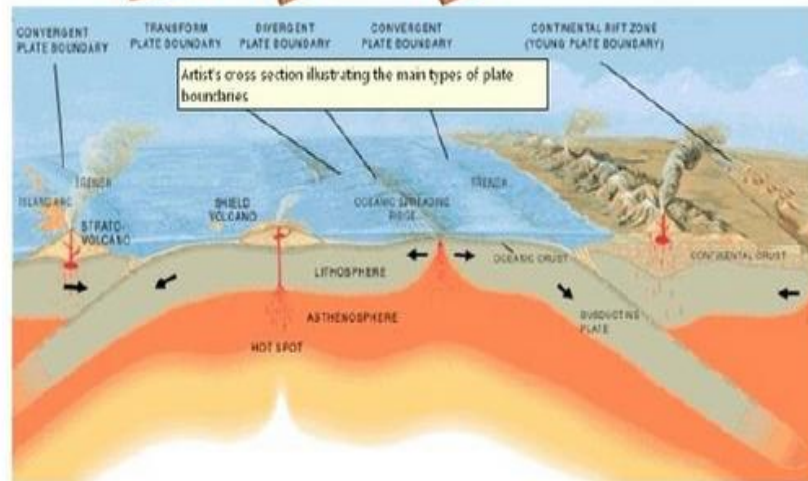
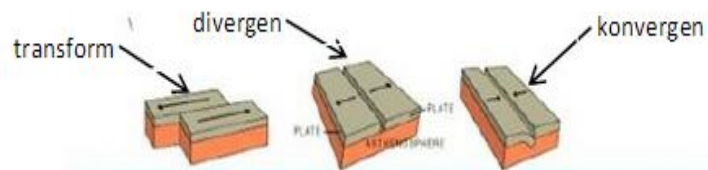
b. Proses Pembentukan Cekungan

Pada awalnya sesuai dengan teori tektonik lempeng, dulu semua daratan di bumi ini bergabung menjadi satu daratan yang luas yg disebut pangea. Berdasarkan teori tektonik lempeng, bumi tidaklah diam namun bagian bumi yang dinamakan lempeng dapat bergerak satu sama lain sehingga pada saat ini daratan yang ada dimuka bumi ini terpisah-pisah.



Sesuai dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, diketahui bahwa arus konveksi yang ada di mantel bumi lah yang menyebabkan lempeng-lempeng dapat bergerak satu sama lain. Pergerakan antar lempengpun dibagi menjadi 3 gerakan yaitu : konvergen, divergen dan transform.

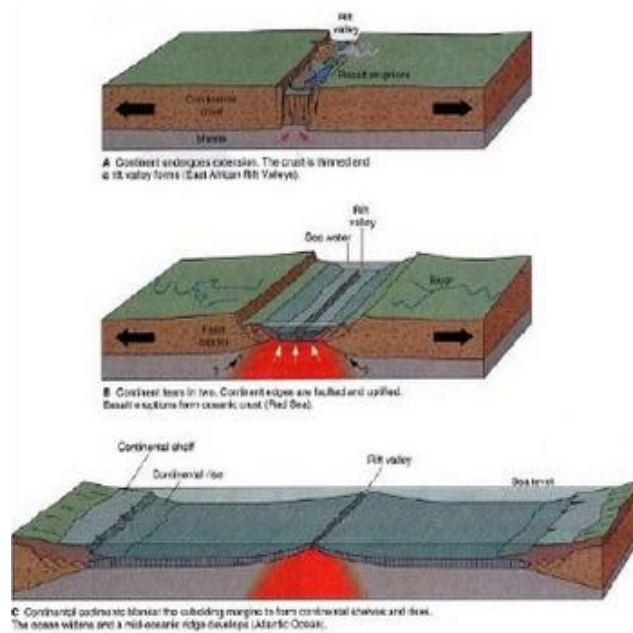
Gerakan konvergen adalah gerak antar lempeng dimana masing-masing lempeng saling mendekat satu sama lain hingga hingga saling menabrak. Gerakan divergen adalah gerak antar lempeng dimana masing-masing lempeng saling menjauh satu sama lain. Sedangkan gerakan transform adalah gerakan antar satu lempeng dengan lempeng lainnya bersinggungan. Dari ketiga macam jenis gerakan utama ini, proses pembentukan cekungan berkaitan erat dengan tiga gerakan ini, terutama gerakan divergen.



Sumber : USGS 2001

Langkah-langkah pembentukan cekungan samudra secara sederhana adalah sebagai berikut :

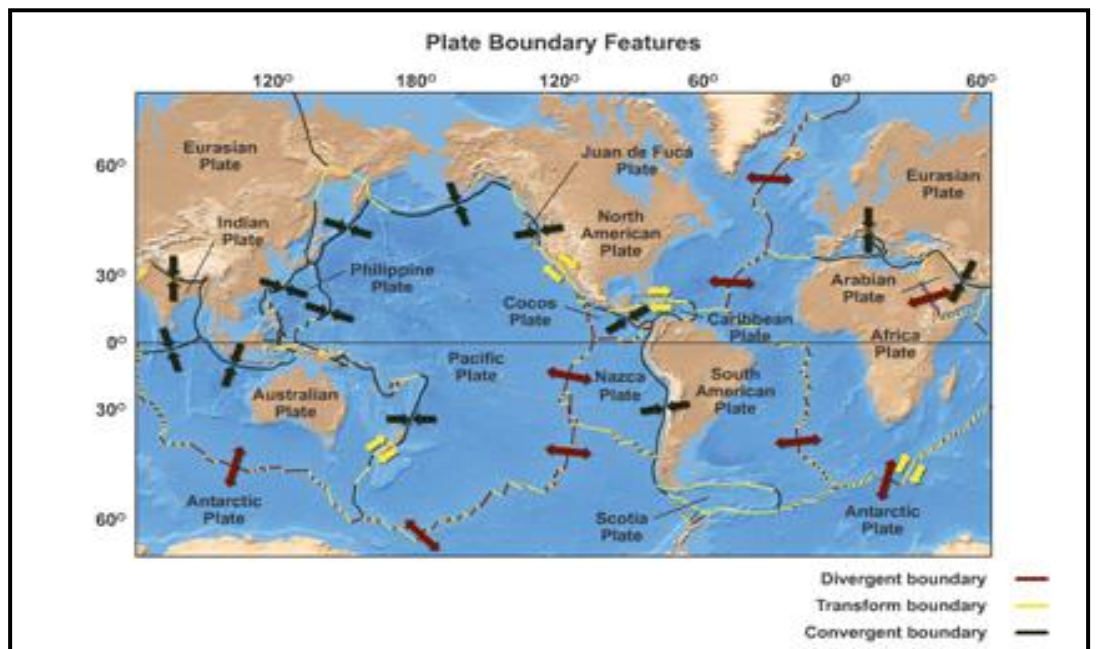
- Proses penarikan
- Penipisan kerak kontinen
- Terbentul lembah / rift
- Terpisahnya kontinen
- Pergeseran pada tepi
- Pengangkatan
- Erupsi lava basaltic
- Sedimen pada tepi kontinen



c. Konsep Tektonik Lempeng

Konsep tektonik lempeng merupakan perkembangan konsep pembaharuan konsep pemekaran lantai samudera atau pengapungan benua (continental drift), gabungan dari kedua teori ini menyebutkan bahwa kerak bumi atau lithosfer dibagi menjadi 2 (dua) bagian besar, yaitu :

1. Kerak Benua, yang didominasi oleh lapisan Silisium dan Aluminium (SiAl) atau magma granitis dengan Berat Jenis ± 2.7 dengan ketebalan 25 – 40 km.
2. Kerak Samudera, yang didominasi oleh Silisium Magnesium (SiMa) atau magma basaltis dengan Berat jenis ± 3.5 dengan ketebalan lebih kurang 5 – 10 km.



Gambar . Lempeng Tektonik dan jenis batas antar lempeng

Antara lempeng samudera yang satu dengan yang lain akan bergerak saling menjauh sehingga terjadi gaya tarikan (*tension*), pembentukan kerak baru, terjadinya punggung tengah samudera dan terjadinya pemekaran lantai samudera. Sedangkan antara lempeng benua dan lempeng samudera akan saling bertumbukan,

sehingga akan terjadi gaya tekanan (*compression*), terjadi kegiatan vulkanisme, pembentukan pegunungan, pembentukan cekungan, terjadi proses tektonik (perlipatan dan patahan) dan terjadi pembentukan palung samudera. Kecepatan pergerakan lempeng ini antara 1 – 10 cm pertahun. Terjadinya perubahan kecepatan yang tiba-tiba dari pergerakan lempeng samudera yang bertumbukan dengan lempeng benua, diduga merupakan penyebab terjadinya gempa tektonik yang besar dan terjadinya tsunami. Kasus gempa tektonik dan tsunami di Aceh serta gempa tektonik di Yogyakarta dan Jawa Tengah merupakan dampak dari kegiatan tumbukan lempeng Samudera Hindia dan Lempeng Benua Eurasia.

Adapun batas antar lempeng dapat berupa :

- Palung laut dalam, dimana dua lempeng saling bertumbukan. Pada jalur ini dua lempeng saling bertumbukan. Satu lempeng akan menyusup dibawah lempeng lainnya. Tumbukan seperti ini dapat berlangsung bila salah satu lempeng merupakan kerak samodra, sedang lempeng yang lain merupakan kerak kontinen. Jalur penyusupan mempunyai sudut tertentu, disebut sebagai subduction zone. Daerah tumbukan lempeng semacam ini akan membentuk arc trench system atau pola palung-busur. Disamping subduction zone, sona tumbukan lempeng dapat merupakan obduction zone. Pada tumbukan ini, dua lempeng saling membubung. Tumbukan lempeng semacam ini dapat terjadi bila keduanya merupakan lempeng kontinen.

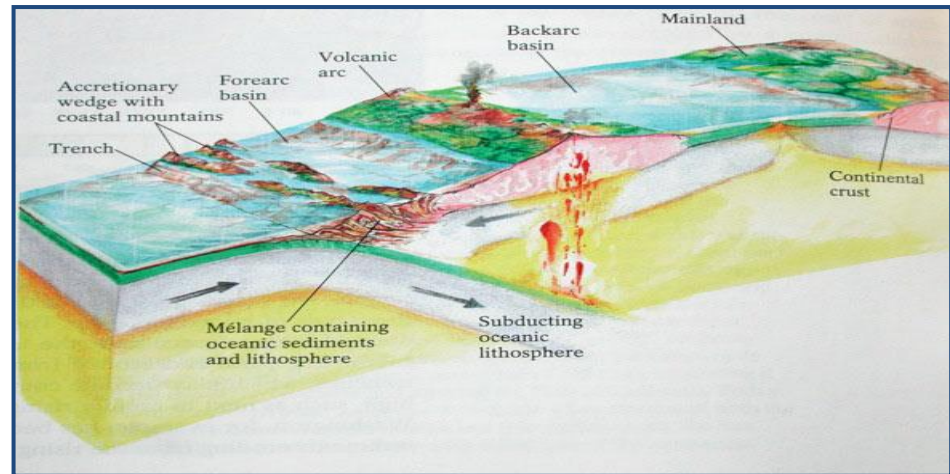
- Punggungan tengah samodra, dimana dua lempeng saling memisahkan diri, disertai dengan pembentukan kerak baru. Batuan beku yang terbentuk selama pemisahan akan menentu sifat kemagnetan yang permanen. Bumi secara berkala berubah sifat kemagnetannya dan positif ke negatif dan sebaliknya. Perubahan **kemagnetan** tersebut memberikan pengaruh pada sifat magnet kerak samodra, pada kedua sis, punggung tengah samodra. Disamping punggung tengah samodra lempeng yang saling memisahkan diri juga dapat berawal dari tengah kontinen. Bila daerah pemekaran berawal dari tengah kontinen, maka akan terbentuk serangkaian struktur amblesan dan graben. Pada perkembangan berikutnya akan terbentuk suatu cekungan laut baru.
- Sesar-sesar transform, yaitu sesar mendatar yang terdapat dilantai samodra, dimana dua lempeng saling berpapasan.

d. Sistem palung-busur.

Sistem palung busur mempunyai unsure-unsur fisiografi, yang terdiri dari : palung laut dalam, outer arc, fore arc basin, volcanic arc dan back arc basin, Tiap elemen fisiografi mempunyai ciri-ciri tertentu.

1) Palung Laut Dalam. (*Trench/subduction zone*)

Palung laut dalam merupakan tempat penyusupan dari kerak samodra ke bawah kerak kontinen. jalur penyusupan mempunyai sudut kemiringan tertentu, disebut sebagai subduction zone. Subduction zone dicirikan oleh batuan campuran aduk yang disebut melange. Melange dibentuk oleh lava basaltis berstruktur bantal, endapan argilit, rijang, endapan turbidit, batuan ofiolit dan batuan metamorf yang terdiri dari skis hijau dan sekis biru.



Gerak penyusupan akan menyebabkan terjadinya penumpukan bahan secara terus menerus, yang terdiri dari kerak samudra beserta sedimen-sedimen yang diendapkan di atasnya, pada jalur subduction. Penambahan tersebut berlangsung dengan cara gerak-gerak pensesaran sehingga terbentuk sesar-sesar naik.

1. Non Volcanic Outer Arc (*submarine ridge* (selatan Jawa) atau kepulauan (barat Sumatera)

Busur luar non vulkanik, sebetulnya merupakan bagian dari melange. Secara structural jalur tersebut terdiri dari keratan - keratan yang berupa batuan sedimen dan batuan dasar yang teranjakan melalui sesar-sesar naik. Bidang-bidang sesar miring ke arah darat. Batuan dasar terdiri dari melange yang disisipi oleh batuan ofiolit. Akibat penumpukan, melange tua akan terletak di atas yang muda, yang dibatasi oleh bidang sesar.

2) Cekungan Muka Busur (*Fore Arc*)

Cekungan muka busur disebut juga sebagai outer arc basin. Diantara cekungan muka busur dan palung laut dalam, dapat dibatasi oleh busur luar non vulkanik, atau tidak. Batuannya terdiri dari endapan paparan dan endapan turbidit. Material endapan berasal dari busur magmatik dan juga berasal dan jalur melange. Ketebalan sedimen didalam cekungan dapat mencapai 3000-5000 meter.

3) Jalur gunung berapi (*Volcanic Arc, magmatic arc*)

Busur dalam yang bersifat vulkanik, merupakan deretan dari gunung-gunung berapi, yang terletak diatas jalur Benioff. Susunan batuan yang terbentuk pada jalur vulkanik, tergantung dari kerak bumi yang diterobos. Apabila kerak yang diterobos merupakan kerak benua, maka batuan vulkanik yang dihasilkan, merupakan batuan beku intermediate sampai asam. Ciri busur magmatik, secara umum dapat diberikan sebagai berikut:

- Batuan vulkanik kalk-alkali yang sebagian besar merupakan batuan piroklastik.
- Batuan sedimen yang sebagian besar merupakan sedimen volkano klastis.
- Batuan granitis yang merupakan intrusi. Batolit merupakan bentuk-bentuk batuan beku yang menempali bagian atas dari kerak busur magmatik.

2. Cekungan Belakang Busur (*Back Arc*)

Cekungan belakang busur mempunyai batuan yang mirip dengan cekungan muka busur. Batuan berasal dari endapan vulkanik dan endapan kontinen yang berada dibelakangnya. Cekungan belakang busur dapat mencapai ketebalan yang

sangat besar. Contoh cekungan belakang besar : cekungan Sumatra Utara, cekungan Sumatra Tengah, cekungan Sumatra Selatan, Cekungan Jawa Barat Utara, cekungan Jawa Timur Utara dan lain-lain.

Cekungan belakang busur mempunyai ketebalan yang sangat besar. Batuan sedimen ditempat ini akan mengalami proses peregangan dan kompresi, sehingga batuan terlipat, membentuk pegunungan lipatan.

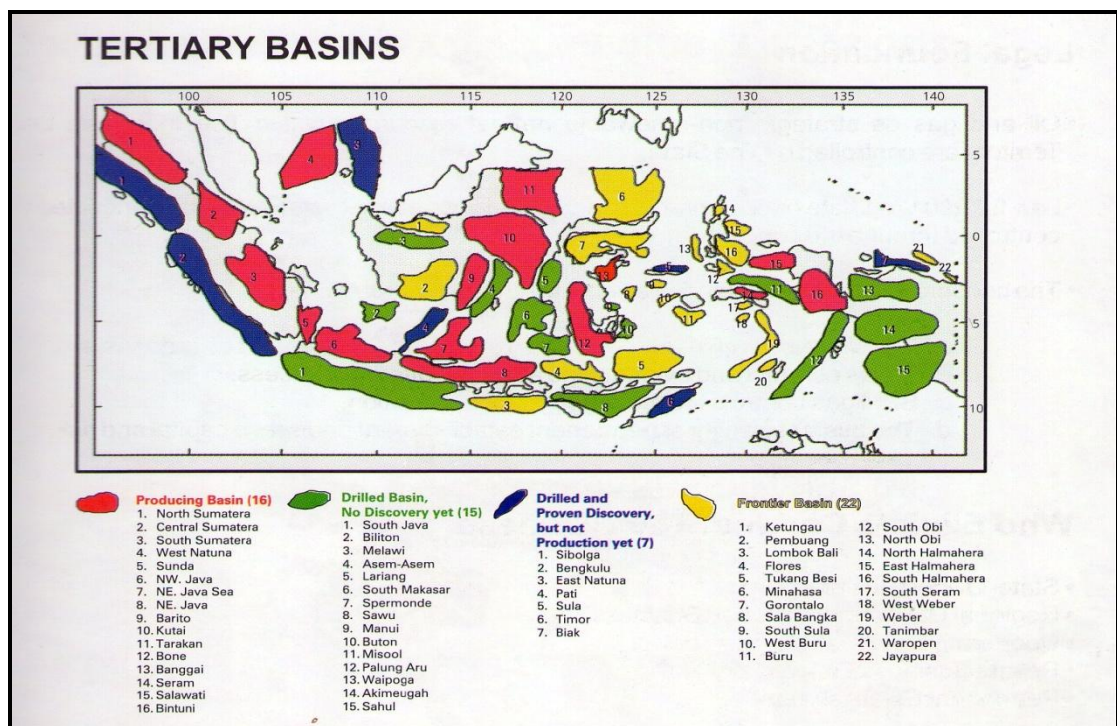
Berdasarkan konsep tektonik lempeng inilah posisi cekungan sedimen di Indonesia yang kaya akan potensi migas dapat ditentukan dan kegiatan eksplorasi migas dapat diprioritaskan.

Klasifikasi Cekungan Migas di Indonesia

Di Indonesia terdapat 60 cekungan migas dengan berbagai status, yaitu :

1. Cekungan berproduksi sebanyak 16 Cekungan (26,67 %), yaitu :
Cekungan North Sumatera, Central Sumatera, South Sumatera, West Natuna, Sunda, NW Java, NE Java Sea, NE Java, Barito, Kutai, Tarakan, Bone, Banggai, Seram, Salawati, Bintuni.
2. Cekungan sudah di lakukan pemboran tetapi belum ditemukan adanya indikasi migas sebanyak 15 Cekungan (25 %), yaitu :
Cekungan South Java, Beliton, Melawai, Asam-asam, Lariang, South Makasar, Spermonde, Sawu, Manui, Buton, Misool, Palung Aru, Waipoga, Akimeugah, Sahul.
3. Cekungan sudah dibor dan ditemukan indikasi adanya migas sebanyak 7 Cekungan (11,67%), yaitu :
Cekungan Sibolga, Bengkulu, East Natuna, Pati, Sula, Timor, Biak.

4. Cekungan Frontier atau belum dilakukan eksplorasi sebanyak 22 cekungan (36,67 %), yaitu : Cekungan Ketunggau, Pambuang, Lombok Bali, Flores, Tukang Besi, Minahasa, Gorontalo, Sala Bangka, South Sula, West Buru, Buru, South Obi, North Obi, North Halmahera, East Halmahera, South Halmahera, South Seram, West Weber, Weber, Tanimbar, Waraopen, Jayapura.



Gambar Cekungan Tersier di Indonesia dan Potensi Migas

BAB VI

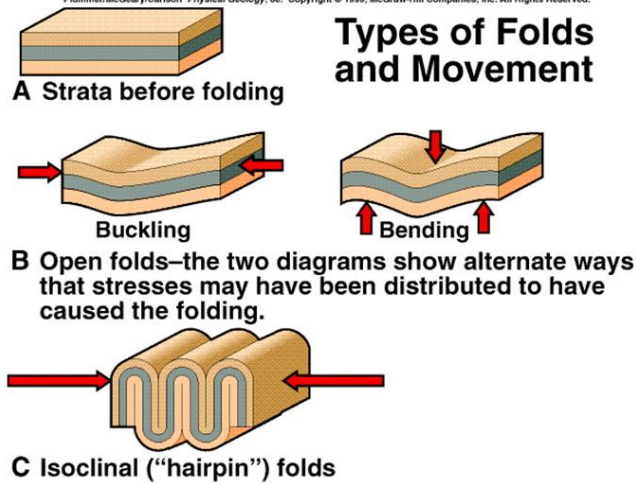
LIPATAN DAN PATAHAN

a) Lipatan



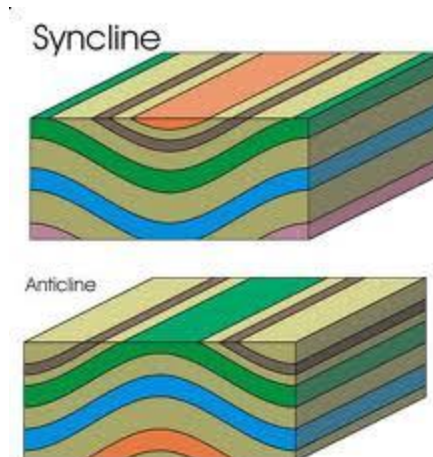
Lipatan adalah merupakan suatu ubahan bentuk yang terjadi karena gaya kompresif. Mekanisme gaya penyebab perubahan bentuk ada dua macam; Yaitu:

- Buckling atau melipat, yang disebabkan oleh gaya tekan yang arahnya sejajar dengan permukaan lempeng.
- Bending atau pelengkungan yang disebabkan oleh gaya tekan yang arahnya tegak lurus bidang lempeng. Untuk mempelajari lipatan perlu diketahui unsur-unsurnya, klasifikasi, analisa dan genesanya.



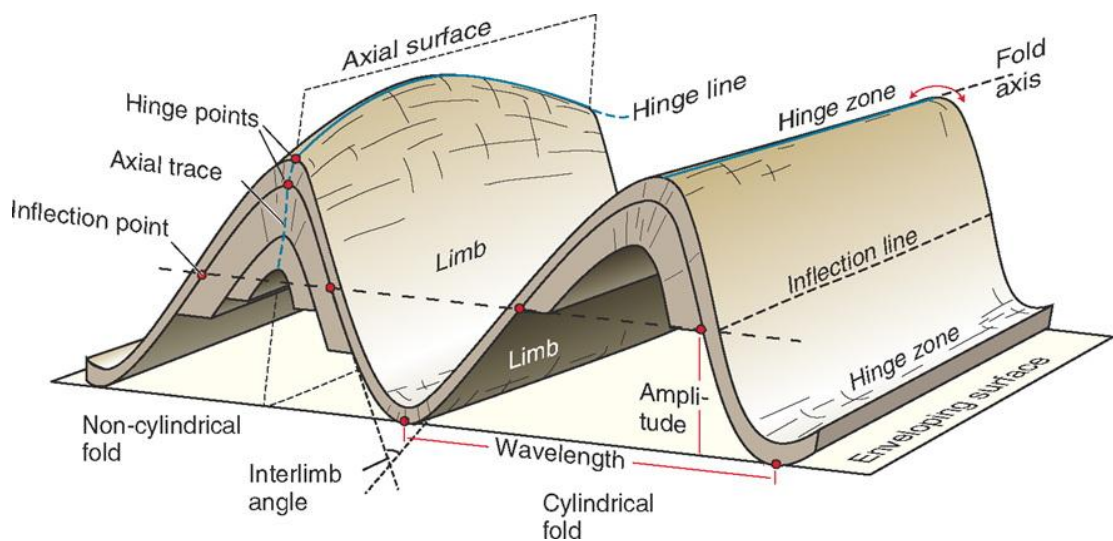
1) Unsur-Unsur Lipatan.

- Antiklin adalah unsur struktur lipatan yang mempunyai bentuk cembung keatas (Gb)
- Sinklin adalah unsur struktur lipatan yang mempunyai bentuk cekung kearah atas.



- Plunge, sudut yang terbentuk oleh poros dengan horizontal pada bidang vertikal.
- Core, bagian dari suatu lipatan yang letaknya disekitar sumbu lipatan.
- Crest, daerah tertinggi dari suatu lipatan biasanya selalu dijumpai pada antiklin

- Limb (sayap), bagian dari lipatan yang terletak Downtip (sayap yang dimulai dari lengkungan maksimum antiklin sampai hinge sinklin), atau Updip (sayap yang dimulai dari lengkungan maksimum sinklin sampai hinge antiklin). Sayap lipatan dapat berupa bidang datar (planar), melengkung (curve), atau bergelombang (wave).
- Fore Limb, sayap yang curam pada lipatan yang simetri.
- Back Limb, sayap yang landai.
- Hinge Point, titik yang merupakan kelengkungan maksimum pada suatu perlipatan.
- Hinge Line, garis yang menghubungkan Hinge Point pada suatu perlipatan yang sama.
- Hinge Zone, daerah sekitar Hinge Point.
- Inflection point, merupakan titik balik dari suatu lengkungan pada sayap lipatan atau pertengahan antara dua perlengkungan maksimum
- Trough, daerah terendah pada suatu lipatan, selalu dijumpai pada sinklin.
- Axial Line, garis khayal yang menghubungkan titik-titik dari lengkungan maksimum pada tiap permukaan lapisan dari suatu struktur lapisan.
- Axial Plane, bidang sumbu lipatan yang membagi sudut sama besar antara sayap-sayap lipatannya.
- Half - Wavelength, jarak antara dua titik inflection (inflection points).

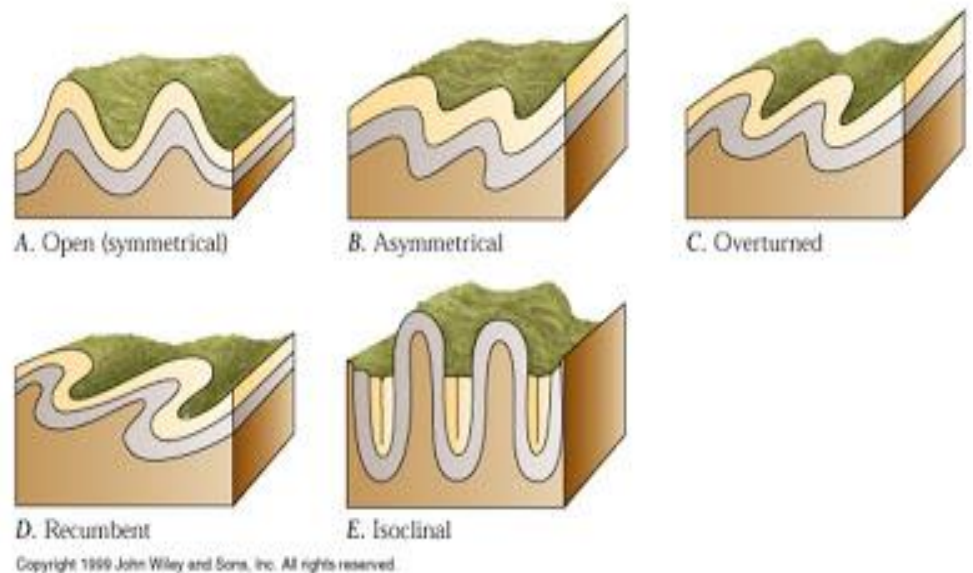


2) Klasifikasi Lipatan

Untuk menamakan lipatan harus sesuai dengan klasifikasi yang ada. Ada berbagai macam klasifikasi yang menggunakan dasar yang berbeda, diantaranya klasifikasi lipatan berdasar kemiringan sayapnya. Berdasar pada kemiringan sayapnya lipatan dapat dibagi menjadi : lipatan simetri, asimetri, monoklinal, isoklinal dan rebah.

- Lipatan simetri adalah lipatan yang memiliki dua sayap dengan kemiringan sama besar.
- Lipatan asimetri adalah lipatan yang mempunyai sayap, dengan kemiringan yang tidak sama besar.
- Lipatan monoklinal adalah lipatan yang mempunyai kemiringan pada satu sayap saja.
- Lipatan rebah adalah lipatan isoklinal dengan kemiringan yang relatif horizontal.

- Lipatan isoklinal adalah lipatan yang kedua sayapnya miring searah.



3) Lipatan regional.

Ada dua lipatan regional, yang mempunyai penamaan tersendiri, yaitu: sinklinorium, dan antiklinorium.

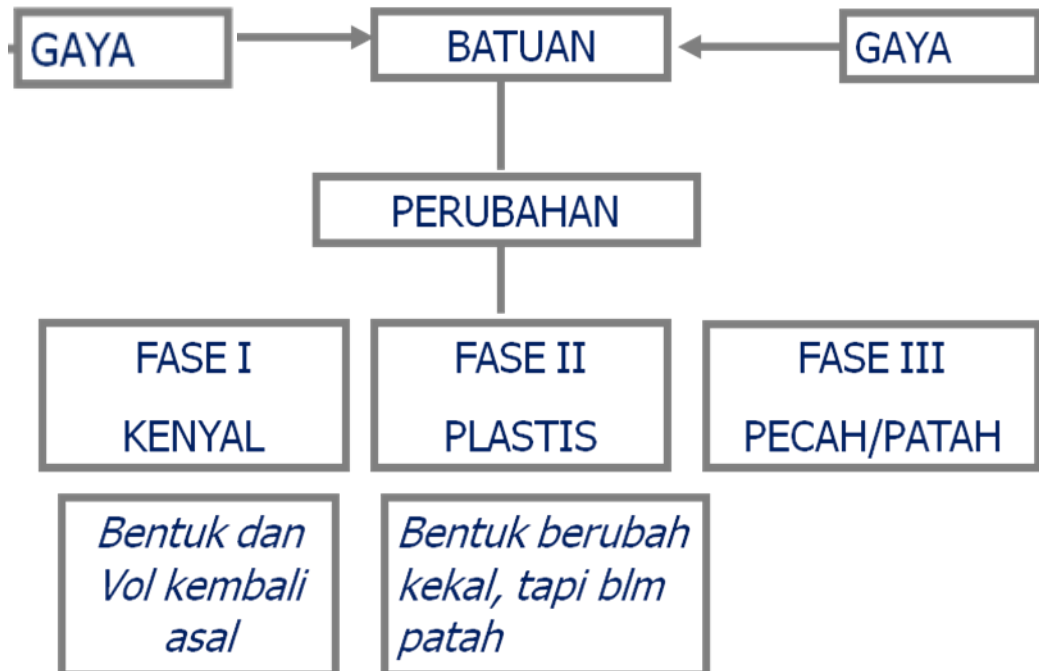
- Antiklinorium adalah antiklin besar yang terdiri dari banyak antiklin dan sinklin yang kecil-kecil.
- Sinklinorium adalah sinklin besar yang dibangun oleh sinklin dan antiklin yang berukuran kecil.

4) Terjadinya Lipatan

Lipatan dapat terbentuk dan berbagai macam gaya antara lain tekanan kompresif yang horizontal, tekanan vertical, proses pelengseran, proses pergeseran dan diferensiasi beban.

- **Gaya kompresi**

Gaya kompresi yang berarah horizontal terhadap masa batuan, akan menyebabkan batuan akan mengalami perubahan. menjadi terlipat Bila tekanan sama besar maka lipatan yang terbentuk akan bersifat simetri. Tetapi bila tekanan tidak sama besar lipatan yang terbentuk akan bersifat asimetri. Lipatan akan condong kearah tekanan yang lebih kecil.





- **Tekanan vertical**

Tekanan vertical dapat terjadi karena adanya intrusi garam, serpih, atau batuan beku. Adanya tekanan intrusi, akan terbentuk lipatan yang berupa kubah arche

- **Gaya Sekunder.**

Gaya sekunder dapat menyebabkan terjadinya lipatan. Diantara gaya sekunder yang sering terjadi adalah gaya penyebab sesar geser. Lipatan akan terbentuk dengan arah yang miring terhadap arah sesar. Lipatan tersebut disebut lipatan en-echelon.

- **Gaya Lengser**

Pelengseran dapat terjadi saat batuan sedimen terangkat dari posisi datar ke posisi miring. Batuan yang lunak yang terletak diantara dua lapisan tegar akan mengalami pelengseran, membentuk lipatan intraformation.

- **Diferensiasi Tekanan.**

Dasar dari sedimentasi sering tidak rata. Sebagai akibatnya batuan terlipat keatas karena dasar tempat pengendapan mempunyai relief yang lebih tinggi dibanding tempat sekitarnya

b) Sesar



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Gerak tektonik dapat menyebabkan adanya pergeseran lapisan batuan. Lapisan batuan terputus dan kemudian bergeser. Sesar dapat didefinisikan sebagai batuan yang retak dan telah mengalami dislokasi. Sesar dapat diberikan nama sesuai dengan klasifikasi yang ada. Pada pembahasan berikut akan diberikan mengenai elemen-elemen sesar dan klasifikasinya. Berdasarkan pada tipe rekahannya, sesar dapat dibedakan atas sesar translasi dan sesar rotasi. Sesar translasi adalah sesar yang pergeserannya sepanjang garis lurus. Jenis sesar kedua adalah sesar rotasi, yaitu sesar yang pergeserannya mengalami perputaran.

1) Unsur-Unsur Sesar.

Ada berapa unsur sesar yang perlu diketahui terdiri dari bidang sesar, hade, throw, hanging wall, foot wall, separation dan slip (Gb. 5.3)

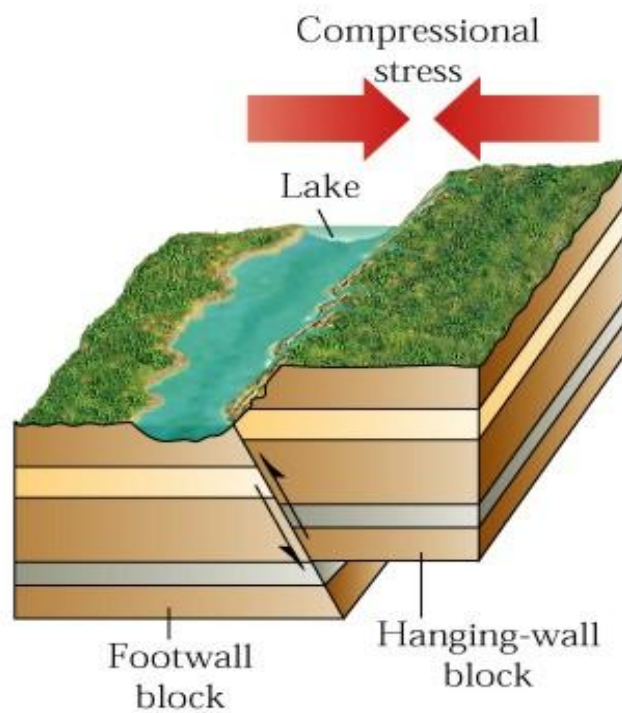
- Bidang sesar adalah bidang yang terletak sepanjang rekahan pergeseran. Pada bidang tersebut akan terlihat adanya gores garis. Bidang tersebut akan diukur jurus dan kemiringannya, untuk mengetahui arah penyebaran dari sesar.
- Gores garis dalam gurat-gurat pada bidang sesar sebagai bekas dari arah geseran sesar.
- Hade adalah sudut antara garis vertical dengan bidang sesar dan merupakan penyiku dari sudut bidang sesar.
- Throw adalah komponen vertical dari slip/separation, diukur pada bidang vertical yang tegak lurus jurus sesar.
- Heave adalah komponen horizontal dari slip/separation, diukur pada bidang vertical yang tegak lurus jurus sesar.
- Hanging wall adalah masa batuan yang berada diatas bidang sesar.
- Foot wall adalah masa batuan yang berada dibawah bidang sesar.
- Separation adalah jarak tegak lurus antara dua bidang yang tergeser dan diukur pada bidang sesar
- Slip adalah pergerakan relatif dari sesar.

2) Klasifikasi Sesar

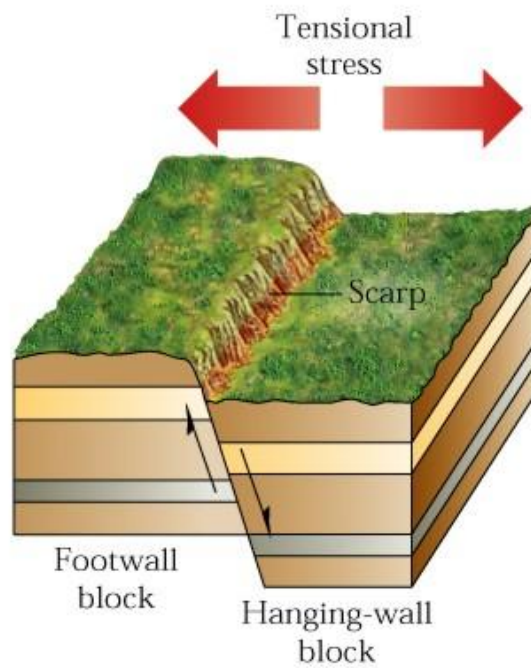
Sesar dapat diklasifikasikan menurut berbagai cara, antara lain oleh Anderson (1951), Billing (1977) dan Hill (1959). Anderson membuat klasifikasi sesar berdasar pada orientasi

dari pola tegasan utama. Dengan klasifikasi tersebut sesar dapat dibagi menjadi tiga (Gb.5.4), yaitu:

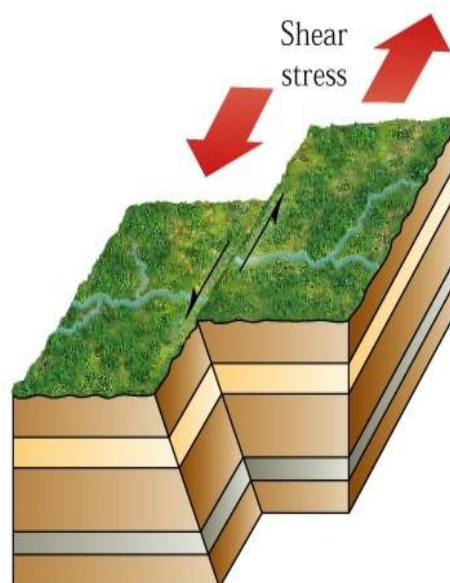
- Thrust fault adalah sesar yang terjadi oleh suatu gaya yang mempunyai tegasan maksimum dan menengah horizontal.



- Normal fault adalah sesar yang terjadi oleh suatu gaya yang memiliki tegasan utama vertical.



- Wrench fault adalah sesar yang terjadi oleh suatu gaya yang mempunyai tegangan maksimum dan minimum adalah horizontal.



Dalam penjelasan sesar, digunakan istilah hanging wall dan foot wall sebagai penunjuk bagian blok badan sesar.

Hanging wall merupakan bagian tubuh batuan yang relatif berada di atas bidang sesar. Foot wall merupakan bagian batuan yang relatif berada di bawah bidang sesar.

Menurut Billing istilah thrust fault dipakai bila dip sesar lebih kecil dari 45° , tetapi bila sudut bidang sesar lebih besar dari 45° , disebut sebagai reverse fault. Bila dip sesar relatif landai digunakan nama overthrust fault. Selanjutnya sesar normal yang mempunyai sudut kemiringan yang landai disebut detachment fault atau sesar normal listrik

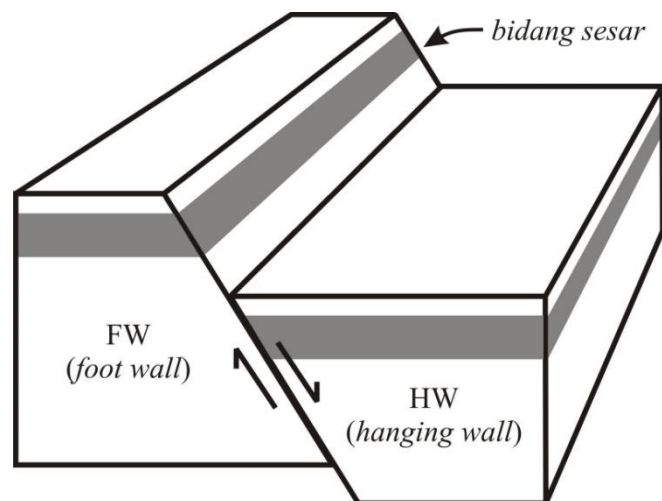
3) Ciri-ciri sesar di lapangan

Untuk dapat mengenal sesar di lapangan, tidak mudah. Demikian juga untuk menetapkan jenis sesar, sering sangat sulit. Ciri sesar dapat diberikan sebagai berikut:

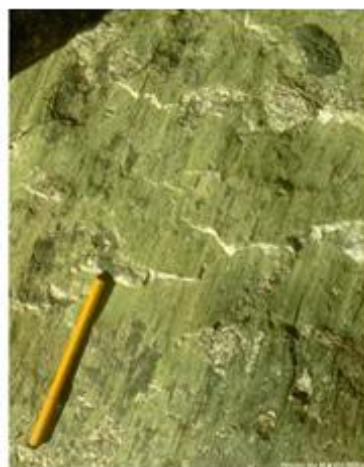
- terdapat bidang sesar yang bisa dikenali.
- ditemukan breksi sesar.
- Adanya pelurusan mata air.
- Terlihat adanya pergeseran bukit
- Hasil pengukuran jurus dan kemiringan batuan yang sangat acak.
- Terdapat perubahan urutan litologi yang tidak wajar
- Terdapat gawir topografi, yang bisa disebabkan oleh adanya sesar.

Bidang sesar.

Bidang sesar biasanya merupakan bidang dengan permukaan yang sangat halus dan mempunyai pola yang memotong bidang perlapisan batuan. Pada bidang sesar terdapat gores garis sebagai akibat adanya pergeseran batuan di kedua belah bidang sesar. Bila bidang sesar diraba searah dengan gores garis akan terasa ada perbedaan kehalusan rabaan. Bidang sesar mempunyai rabaan halus pada arah pergeseran hanging wall. Pada arah yang sebaliknya, rabaan tangan akan terasa kasar



Gambar . bidang sesar



Gambar . gores garis pada bidang sesar

Breksi Sesar.

Breksi sesar adalah breksi yang terjadi karena adanya batuan yang tersesarkan. Batuan yang hancur menjadi fragmen, kemudian akan tersemen kembali oleh matrik batuan yang sama. Fragmen batuan sering mempunyai pola penyebaran sumbu panjang searah dengan arah pergeseran.



Pada kondisi tertentu batuan hancur menjadi tepung dan berkembang sebagai batuan ubahan, dinamakan milonit.

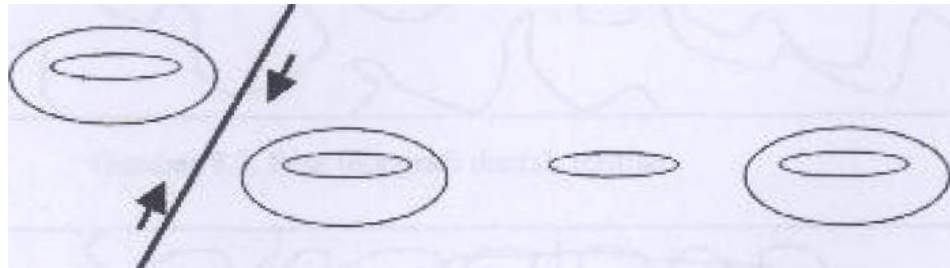
Pelurusan Mata Air.

Zona sesar merupakan zona yang lemah dan sering mempunyai pori. Bidang sesar dapat berhubungan dengan lapisan pembawa air atau lapisan hidrokarbon. Kondisi demikian sering menyebabkan keluarnya rembesan air atau rembesan minyak di daerah zona sesar. Rembesan air selanjutnya berkembang menjadi mata air yang mempunyai penyebaran sesuai arah sesar.

Pergeseran Bukit.

Pergeseran bukit dapat disebabkan oleh adanya sesar, terutama sesar geser. Bila kedua bukit yang bergeser ternyata

mempunyai litologi yang sama, maka dapat ditafsirkan bahwa pergeseran tersebut terjadi karena sesar.



Bukit yang terpotong oleh sesar juga sering memperlihatkan gawir yang curam. Namun demikian banyak juga gawir yang terbentuk oleh adanya kontak antara batuan keras dan batuan lunak.

Kontak Litologi

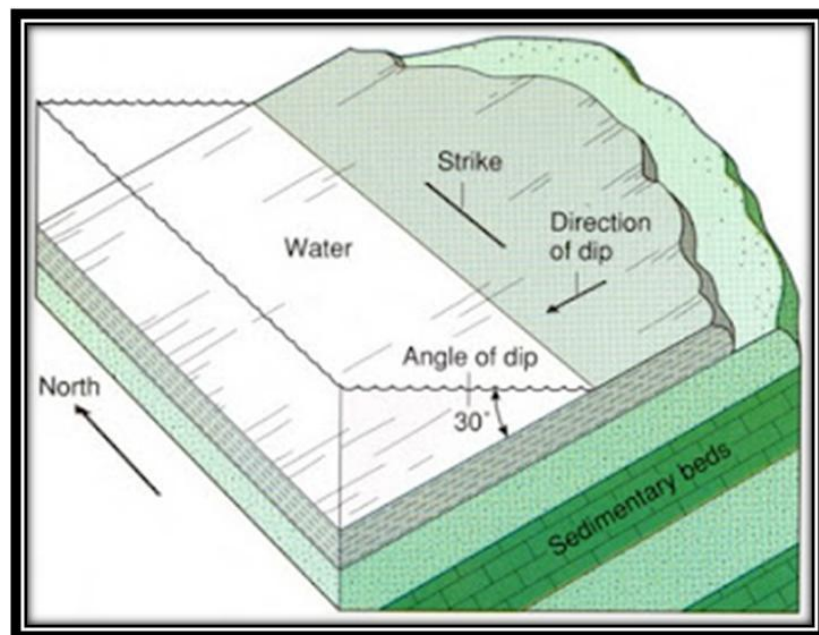
Sesar dapat mengakibatkan terjadinya perubahan litologi. Perubahan tersebut terjadi karena adanya pergeseran atau karena formasi batuan yang turun. Adanya perubahan litologi yang mendadak dapat dicungai oleh karena adanya sesar. Pada daerah sekitar zona sesar lapisan batuan mempunyai arah jurus yang acak. Lapisan batuan menjadi tidak teratur, sebagai akibat gerakan pensesaran.



Pengukuran Data Sesar.

Untuk membuat analisa suatu sesar, perlu dilakukan pengukuran data, meliputi:

- Jurus (strike) dan kemiringan (dip) bidang sesar. Cara pengukuran bidang sesar sama dengan cara pengukuran perlapisan batuan.
- Rake dari sesar, yaitu sudut antara gores garis dan garis datar pada bidang sesar.
- Bearing, yaitu jurus dari bidang vertical yang melewati gores garis.



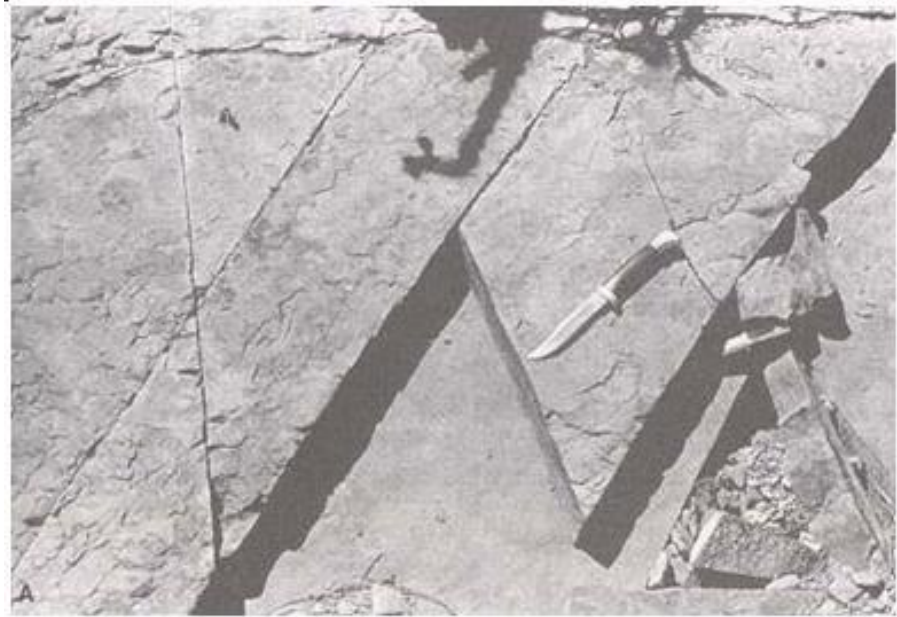
c) Kekar



Kekar adalah retakan yang belum mengalami dislokasi. Kekar dapat dibagi menjadi dua; yaitu kekar gerus dan kekar tarikan. Kekar gerus terjadi akibat adanya tegasan terhadap masa batuan. Kekar semacam ini membentuk sudut lancip dengan arah tegasan terbesar. Sebaliknya kekar tarikan mempunyai arah tegak lurus terhadap tegasan paling kecil.

- Shear Joint (kekar gerus).

Shear joint merupakan retakan batuan yang terjadi akibat adanya tekanan terhadap masa batuan tersebut. Shear joint pada umumnya membentuk retakan batuan yang relatif merupakan bidang rata dan dengan kemiringan tertentu. Shear joint mempunyai arah yang serong terhadap arah tegasan terbesar. Shear joint terbentuk secara berpasangan. Arah tegasan terbesar merupakan bisektrik dari sudut lancip yang dibangun oleh pasangan shear joint tersebut. Sebaliknya, tegasan terkecil merupakan bisektrik dari sudut tumpul antara pasangan shear joint.



Gambar. Shear Joint/kekar Gerus yang berbentuk pola saling berpotongan membentuk sudut lancip dengan arah gaya utama.

- Tension Joint (kekar tarik)

Tension joint terjadi akibat adanya gaya tarikan terhadap masa batuan. Tension joint membentuk rekahan yang tidak rata. Pada rekahan biasanya terisi oleh mineral sekunder; antara lain pengisian oleh mineral kalsit atau kuarsa. Tension joint mempunyai arah yang tegak lurus terhadap tegasan terkecil.



Gambar. Tension Joint retakan atau rekahan yang berpola sejajar dengan arah gaya utama, umumnya bentuk rekahan bersifat terbuka

Kekar pada Lipatan.

Lipatan secara umum mempunyai sumbu yang tegak lurus terhadap tegasan terbesar. Sumbu lipatan mempunyai arah yang sejajar dengan arah tegasan terkecil. Pada lipatan akan terbentuk shear joint berpasangan. Bisektrik dari shear joint mempunyai arah yang tegak lurus terhadap sumbu lipatan. Sebaliknya tension joint mempunyai arah tegak lurus sumbu lipatan (Gb. 5.5).

Kekar pada Sesar

Sesar geser akan selalu disertai oleh pembentukan shear joint dan tension joint serta lipatan. Tension joint sering disebut sebagai gash fracture. Hubungan antara gaya utama dan gaya penyerta pada sesar geser dapat dilihat sebagai gambar diatas.

BAB VII

MINYAK DAN GAS BUMI

a. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan Belajar 1

a. Tujuan Pembelajaran

Sebagai sasaran umum ialah agar siswa mengetahui dan memiliki pemahaman minyak bumi. Adapun sasaran khususnya ialah :

- 1) Agar siswa bisa mengetahui teori terbentuknya minyak bumi
- 2) Agar siswa mempunyai gambaran minyak bumi di bawah permukaan
- 3) Agar siswa bisa mengetahui cara terbentuknya minyak bumi
- 4) Agar siswa bisa mengetahui factor-faktor yang mempengaruhi terakumulasinya minyak dan gas bumi

b. Materi

Minyak dan gas bumi

c. Pendahuluan

Teori keberadaan minyak Bumi ada dua buah, yaitu teori organik dan teori anorganik. Teori organik sekarang ini banyak dianut oleh para ahli geologi, dimana minyak Bumi dipercayai dihasilkan oleh sisa-sisa organisma yang sudah mati berjuta-juta tahun yang lalu. Sedangkan teori anorganik kebanyakan berkembang di [Eropa Timur](#) dan [Rusia](#) di mana para ahli mempercayai bahwa minyak Bumi dapat dihasilkan bukan dari bahan organik. Prinsip geologi minyak Bumi yang sekarang umum dipakai adalah teori organik sehingga minyak Bumi sering disebut bahan bakar [fosil](#). Bila teori anorganik terbukti, maka akan muncul lagi sumber-sumber minyak Bumi yang selama ini belum dieksplorasi.

Berikut ini akan dijelaskan mengenai dua teori utama mengenai berbagai keberatan serta kesulitan yang timbul, serta beberapa masalah yang masih belum terpecahkan dalam teori anorganik maupun teori organik. Ternyata masih banyak persoalan yang timbul, juga dalam teori organik yang diterima masyarakat luas

d. Teori anorganik

Beberapa teori anorganik yang ada meliputi :

- Teori alkali panas dengan CO_2
- Teori karbida panas dengan air
- Teori emanasi vulkanik
- Hipotesa kimia
- Hipotesa asal kosmik

a) Teori Alkali Panas Dengan CO₂ (Berthelot, 1866)

Berthelot adalah ahli kimia Perancis. Ia memulai dengan suatu anggapan bahwa di dalam bumi terdapat logam alkali dalam keadaan bebas dan tentunya pada temperatur yang tinggi. Jika karbondioksida yang datang dari udara bersentuhan dengan alkali panas ini, maka asetilen dapat terbentuk seperti pada persamaan berikut: Variasi lain dari teori ini adalah adanya besi yang panas dalam kerak bumi, yang karena aksi karbondioksida dan hidrogensulfida menghasilkan juga reaksi yang serupa. Air yang mengandung asam karbonat biasanya datang dari laut yang masuk ke dalam kerak bumi melalui rekahan-rekahan.

b) Teori Karbida Panas Dengan Air (Mendeleyeff, 1877)

Mendeleyeff seorang kimiawan asal Uni Soviet abad 19, beranggapan bahwa didalam kerak bumi terdapat karbida besi. Air yang masuk ke dalam kerak bumi membentuk hidrokarbon yang menjadikan minyakbumi. Di dalam teori ini didasarkan suatu pengetahuan umum bahwa kalsiumkarbida ditambah air akan membentuk gas asetilen yaitu salah satu gas hidrokarbon.

c) Teori Emanasi Vulkanik

Asal vulkanik minyakbumi, mula-mula sekali ditemukan oleh Von Humboldt pada tahun 1805, kemudian dikembangkan oleh sarjana lainnya seperti Virlet d'Aoust (1934), silvestri dan terutama dikemukakan oleh Coste (1903). Teori ini mula-mula didasarkan atas pengamatan yang mengirakan bahwa gunungapi lumpur merupakan gunungapi dalam arti sebenarnya yaitu terdapatnya minyakbumi di dalam batuan vulkanik atau dekat batuan beku. Selain itu juga didasarkan atas

adanya gas metan (CH_4) di dalam emanasi gunungapi lainnya. Hal ini diperkuat dengan ditemukannya minyak cair dan parafin yang padat di dalam rongga-rongga lava basalta di Gunung Etna. Rusia berhasil membuktikan kalau minyak bumi ternyata bukan dari fosil dan dapat diperbaharui karena berasal dari lapisan magma di kedalaman lebih dari 30,000 kaki dan tidak ditemukan lapisan organik.

d) **Hipotesa Kimia**

Pada tahun 1964 di Amerika Serikat, Marx mengemukakan teori *baterai*, yang menyatakan bahwa di bawah kerak bumi terdapat suatu kombinasi antara air, grafit dan sulfida besi yang bertindak sebagai suatu baterai yang besar, dengan grafit bertindak sebagai penyaluran aliran listrik. Sebagai akibat reaksi ini, air terurai dan menghasilkan hidrogen yang bereaksi dengan grafit untuk membentuk hidrokarbon.

Proceedings of the National Academy of Sciences, studi tersebut menjelaskan bagaimana peneliti menggabungkan tiga materi abiotik (tak hidup) -- air (H_2O), batu kapur (CaCO_3), dan besi oksida (FeO) -- dan menghancurkan campuran tersebut bersama-sama dengan tekanan yang sama dengan di bawah permukaan bumi. Proses ini menghasilkan metana (CH_4), komponen paling besar dalam gas alam

e) **Hipotesa Asal Kosmik**

Teori ini terutama didasarkan atas spekulasi bahwa di dalam atmosfer planet terdapat hidrokarbon, terutama metan. Planet tersebut adalah Venus, Mars, juga Saturnus dan Uranus

dengan seluruh satelitnya. Teori asal kosmik juga diperkuat dengan ditemukannya hidrokarbon di dalam meteorit.

f) **Teori Asal Anorganik Dari Sebagian Para Ahli Geologi Uni Soviet**

Porfir'ev (1974) mengemukakan minyak bumi berasal daripada magma, dan bahwa magma mengandung hidrogen ataupun karbon, sebagaimana terbukti dengan adanya grafit dan intan di dalam batuan ultra-basa. Memang menurut hematnya terjadinya minyak bumi berlangsung dalam bagian atas selubung di bawah kerak bumi yang dinamakan astenosfer.

Teori anorganik sudah tidak banyak dianut orang, karena kebenarannya sulit dipertahankan. Misalnya teori alkali panas dengan CO₂. Menurut Barthelot (1866) mengemukakan bahwa di dalam minyak bumi terdapat logam alkali, yang dalam keadaan bebas dengan temperatur tinggi akan bersentuhan dengan CO₂ membentuk asitilena. Kemudian teori karbida panas dengan air, menurut Mandelejev (1877) mengemukakan bahwa minyak bumi terbentuk akibat adanya pengaruh kerja uap pada karbida-karbida logam dalam bumi. Yang lebih ekstrim lagi adalah pernyataan beberapa ahli yang mengemukakan bahwa minyak bumi mulai terbentuk sejak zaman prasejarah, jauh sebelum bumi terbentuk dan bersamaan dengan proses terbentuknya bumi. Pernyataan tersebut berdasarkan fakta ditemukannya material hidrokarbon dalam beberapa batuan meteor dan di atmosfer beberapa planet lain.

e. Teori organik

Teori organik saat ini merupakan teori yang diakui oleh banyak orang. Macqiuir (Perancis, 1758) merupakan orang yang pertama kali mengemukakan pendapat bahwa minyak bumi berasal dari

tumbuh-tumbuhan. Kemudian M.W. Lamanosow (Rusia, 1763) juga mengemukakan hal yang sama. Pendapat di atas juga didukung oleh sarjana lainnya seperti, New Beery (1859), Engler (1909), Bruk (1936), Bearl (1938) dan Hofer. Mereka menyatakan bahwa: “minyak dan gas bumi berasal dari organisme laut yang telah mati berjuta-juta tahun yang lalu dan membentuk sebuah lapisan dalam perut bumi.”

Teori mengenai cara terdapatnya minyak bumi harus didasarkan atas dua macam bukti, yaitu:

- Berdasarkan atas percobaan laboratorium, yaitu bahwa proses organik ataupun anorganik dapat mengimitasikan proses aslinya dalam alam. Dengan kata lain, proses kimianya harus betul dan terbukti di dalam laboratorium.
- Didasarkan atas berbagai pemikiran geologi atas berbagai data mengenai tempat terdapatnya minyak bumi, dalam keadaan yang bagaimana, serta faktor geologi mana yang terlibat. Semua data ini didapatkan dari hasil explorasi di dunia. Jadi, tanpa kekecualian harus dapat menerangkan cara terdapatnya minyak bumi secara geologi di seluruh dunia.

Bukti-bukti dasar bahwa minyak bumi berasal dari zat organik yaitu:

- Minyak bumi mempunyai daya dapat memutar bidang optik atau bidang polarisasi.
- Minyak bumi mengandung porfirin, suatu zat yang kompleks yang terdiri dari hidrokarbon dengan unsur vanadium, nikel dsb. Porfirin adalah suatu zat yang sangat menyerupai hemoglobin yang terdapat dalam darah dan zat klorofil dalam daun-daunan.
- Susunan hidrokarbon yang terdiri dari unsur H dan C

sangat mirip dengan zat organik yang terdiri dari H, C dan O.

- Hidrokarbon terdapat di dalam sedimen resin. Hal ini berhubungan dengan asosiasi minyak bumi dengan sedimen, sedangkan diketahui pula bahwa zat organik banyak terdapat didalam lapisan sedimen.
- Secara praktis lapisan minyak didapatkan setelah kambrium sampai pleistosen.

Beberapa syarat terbentuknya Minyak Bumi antara lain :

- Adanya supply zat organik yang banyak sekali
- Proses sedimentasi harus cepat, supaya pengawetan terhadap zat organik yang telah mati
- Kondisi lingkungan harus reduksi, sehingga kehadiran O_2 praktis tidak ada. Kondisi ini sering disebut cekungan yang Euxinic)
- Banyak bahan-bahan endapan yang bersifat klastis halus

Sifat-sifat Fisik dan Kimia Minyak Bumi/Hidrokarbon meliputi :

- Dapat bersifat padat, cair atau gas
- Warnanya hijau, hitam hingga agak terang (tergantung berat jenisnya, kalau berat jenis tinggi, warna hijau kehitaman, kalau berat jenis rendah warna coklat kehitaman)
- Baunya bias sedap tetapi bisa tidak. (Dipengaruhi molekul aromatik dan senyawa nitrogen/belerang)
- Mempunyai sifat fluoresensi.
- Mempunyai berat jenis tertentu
- Titik didih yang berbeda-beda
- Mempunyai sifat viskositas tertentu

Minyak dan gas bumi merupakan senyawa hidrokarbon (H dan C), karena unsur-unsur H dan C tersebut dominan, unsur lain relatif sedikit.

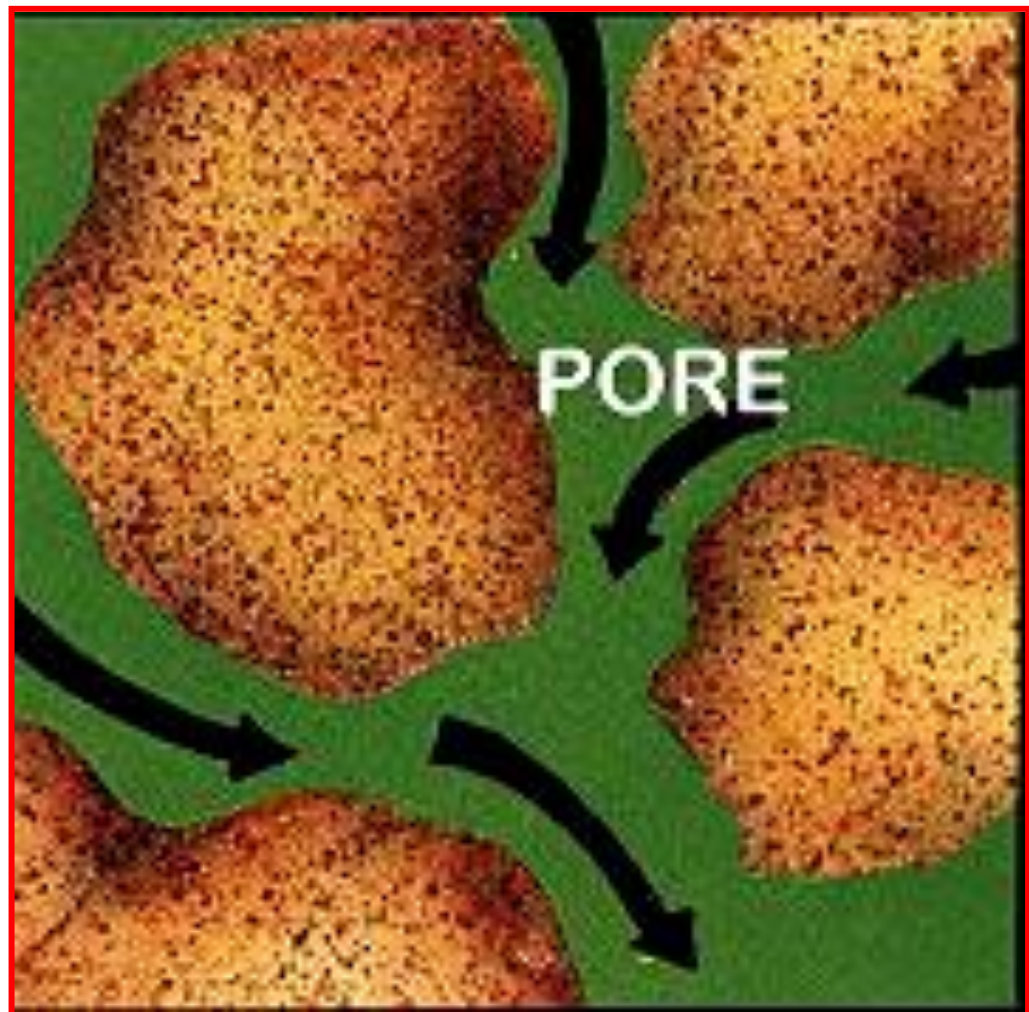
Minyak bumi terdiri atas 80 - 85% unsur C, 20 - 15% unsur H, dan kurang dari 5% unsur-unsur N,S, O, dan P.

Berdasar atas sifat persenyawaan antara unsur-unsur H dan C dapat dibagi atas :

- Kelompok HC yang jenuh ("Saturated HC)
- Kelompok HC yang tak jenuh ("Unsaturated HC")

f. Minyak bumi dalam kerak bumi

Minyak bumi dalam kerak bumi biasanya didapati dalam lapisan berpori. Dari segi jumlah maka bisa ditemukan sebagai jejak-jejak (minor occurrences) dan juga ditemukan sebagai suatu akumulasi. Sebenarnya minyak bumi atau hidrokarbon didapatkan pada berbagai macam formasi atau lapisan sebagai tanda-tanda minyak atau hidrokarbon dalam jumlah sedikit (minor showing). Tanda itu biasanya ditemukannya minyak bersama-sama dengan air terutama air asin. Terkadang juga minyak bumi ditemukan didalam lapisan yang bukan reservoir misalnya pada lapisan serpih atau batuan lainnya.



Gambar pori batuan tempat minyak dan gas bumi

Tanda-tanda minyak yang dalam jumlah sedikit biasanya didapat pada saat melakukan pemboran, dan ini mengandung arti penting bahwa lapisan tempat terdapatnya tanda-tanda itu paling tidak pernah mengandung minyak. Atau ada kemungkinan besar lubang bor yang menembus lapisan yang mengandung minyak sedikit itu terdapat didekat atau pinggirannya suatu akumulasi minyak yang penting.

Adanya tanda-tanda minyak yang sedikit atau bisa menunjukkan adanya akumulasi yang komersil bisa diteliti lebih lanjut dari lumpur

pemboran dan dari serbuk pemboran. Suatu lapisan reservoir yang mengandung minyak dapat disebut komersil jika dari lapisan tersebut minyak dapat diproduksi secara menguntungkan. Hal ini ditentukan oleh berbagai factor ekonomi dan geologi.

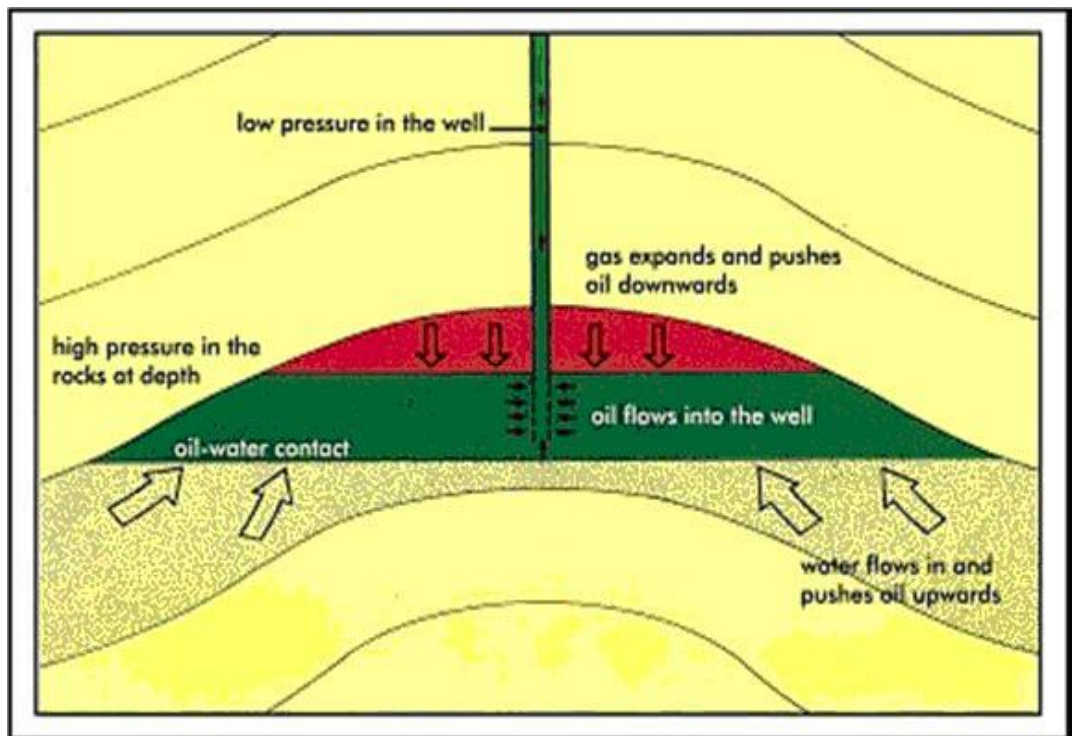
g. *Terbentuknya minyak dan gas bumi*

Minyak bumi terbentuk dari penguraian senyawa-senyawa organik dari jasad mikroorganisme jutaan tahun yang lalu di dasar laut atau di darat. Sisa-sisa tumbuhan dan hewan tersebut tertimbun oleh endapan pasir, lumpur, dan zat-zat lain selama jutaan tahun dan mendapat tekanan serta panas bumi secara alami. Bersamaan dengan proses tersebut, bakteri pengurai merombak senyawa-senyawa kompleks dalam jasad organik menjadi senyawa-senyawa hidrokarbon. Proses penguraian ini berlangsung sangat lambat sehingga untuk membentuk minyak bumi dibutuhkan waktu yang sangat lama. Itulah sebabnya minyak bumi termasuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, sehingga dibutuhkan kebijaksanaan dalam eksplorasi dan pemakaiannya.

Hasil peruraian yang berbentuk cair akan menjadi minyak bumi dan yang berwujud gas menjadi gas alam. Untuk mendapatkan minyak bumi ini dapat dilakukan dengan pengeboran. Beberapa bagian jasad renik mengandung minyak dan lilin. Minyak dan lilin ini dapat bertahan lama di dalam perut bumi. Bagian-bagian tersebut akan membentuk bintik-bintik, warnanya pun berubah menjadi cokelat tua. Bintik-bintik itu akan tersimpan di dalam lumpur dan mengeras karena terkena tekanan bumi. Lumpur tersebut berubah menjadi batuan dan terkubur semakin dalam di dalam perut bumi. Tekanan dan panas bumi secara alami akan mengenai batuan lumpur sehingga mengakibatkan batuan lumpur menjadi panas dan

bintin-bintik di dalam batuan mulai mengeluarkan minyak kental yang pekat. Semakin dalam batuan terkabur di perut bumi, minyak yang dihasilkan akan semakin banyak. Pada saat batuan lumpur mendidih, minyak yang dikeluarkan berupa minyak cair yang bersifat encer, dan saat suhunya sangat tinggi akan dihasilkan gas alam. Gas alam ini sebagian besar berupa metana.

Sementara itu, saat lempeng kulit bumi bergerak, minyak yang terbentuk di berbagai tempat akan bergerak. Minyak bumi yang terbentuk akan terkumpul dalam pori-pori batu pasir atau batu kapur. Oleh karena adanya gaya kapiler dan tekanan di perut bumi lebih besar dibandingkan dengan tekanan di permukaan bumi, minyak bumi akan bergerak ke atas. Apabila gerak ke atas minyak bumi ini terhalang oleh batuan yang kedap cairan atau batuan tidak berpori, minyak akan terperangkap dalam batuan tersebut. Oleh karena itu, minyak bumi juga disebut petroleum. Petroleum berasal dari bahasa Latin, petrus artinya batu dan oleum yang artinya minyak.

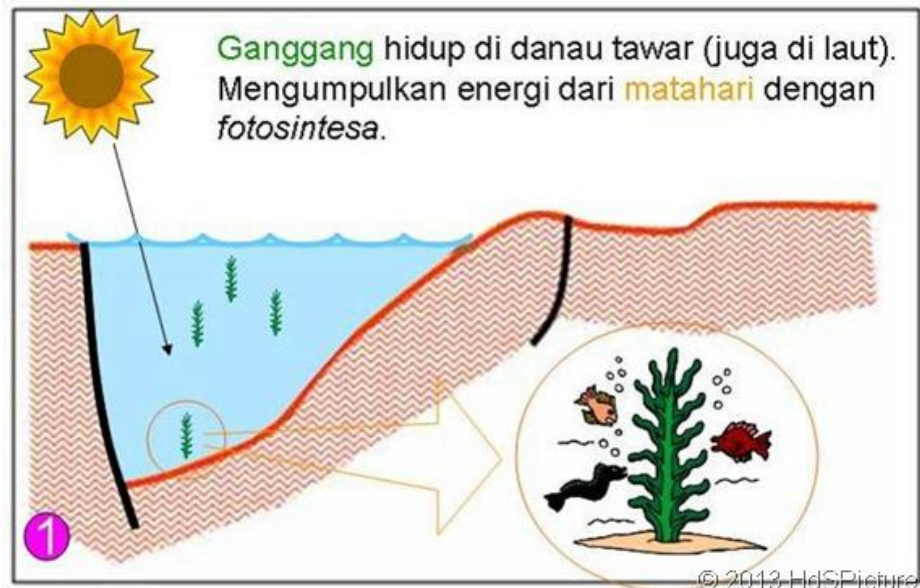


Gambar minyak dan gas bumi terperangkap di antiklin

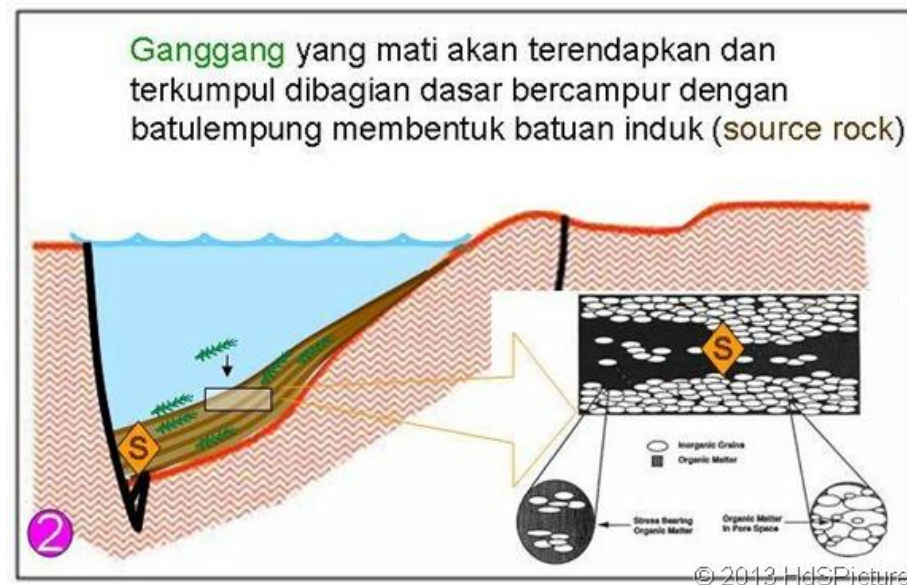
Daerah di dalam lapisan tanah yang kedap air tempat terkumpulnya minyak bumi disebut cekungan atau antiklinal. Lapisan paling bawah dari cekungan ini berupa air tawar atau air asin, sedangkan lapisan di atasnya berupa minyak bumi bercampur gas alam. Gas alam berada di lapisan atas minyak bumi karena massa jenisnya lebih ringan daripada massa jenis minyak bumi. Apabila akumulasi minyak bumi di suatu cekungan cukup banyak dan secara komersial menguntungkan, minyak bumi tersebut diambil dengan cara pengeboran. Minyak bumi diambil dari sumur minyak yang ada di pertambangan-pertambangan minyak. Lokasi-lokasi sumur-sumur minyak diperoleh setelah melalui proses studi geologi analisis sedimen karakter dan struktur sumber.

Berikut adalah langkah-langkah proses pembentukan minyak bumi beserta gambar ilustrasi:

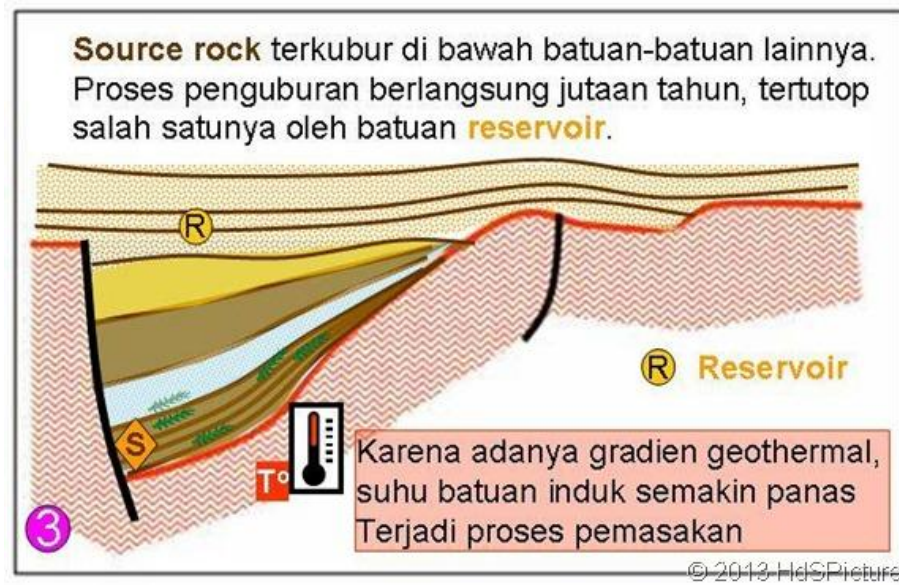
1. Ganggang hidup di danau tawar (juga di laut). Mengumpulkan energi dari matahari dengan fotosintesis.



2. Setelah ganggang-ganggang ini mati, maka akan terendapkan di dasar cekungan sedimen dan membentuk batuan induk (source rock). Batuan induk adalah batuan yang mengandung karbon (High Total Organic Carbon). Batuan ini bisa batuan hasil pengendapan di danau, di delta, maupun di dasar laut. Proses pembentukan karbon dari ganggang menjadi batuan induk ini sangat spesifik. Itulah sebabnya tidak semua cekungan sedimen akan mengandung minyak atau gas bumi. Jika karbon ini teroksidasi maka akan terurai dan bahkan menjadi rantai karbon yang tidak mungkin dimasak.

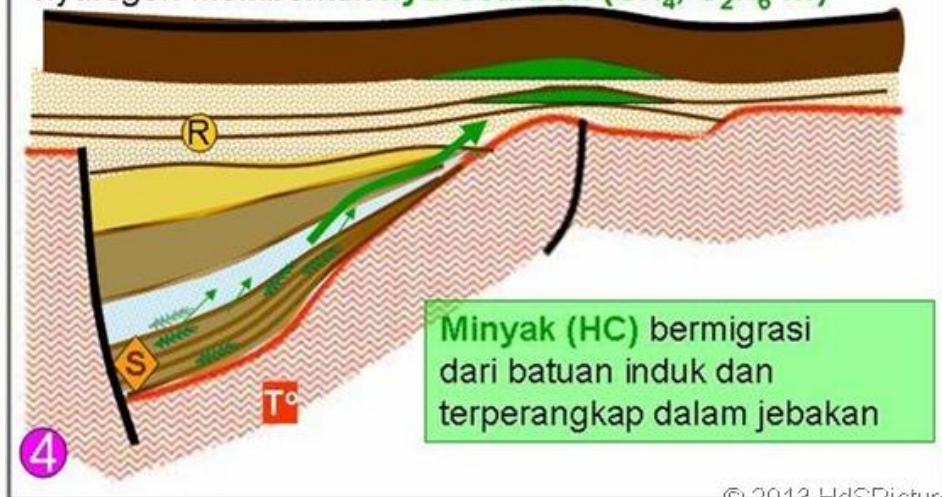


3. Batuan induk akan terkubur di bawah batuan-batuan lainnya yang berlangsung selama jutaan tahun. Proses pengendapan ini berlangsung terus menerus. Salah satu batuan yang menimbun batuan induk adalah batuan reservoir atau batuan sarang. Batuan sarang adalah batu pasir, batu gamping, atau batuan vulkanik yang tertimbun dan terdapat ruang berpori-pori di dalamnya. Jika daerah ini terus tenggelam dan terus ditumpuki oleh batuan-batuan lain di atasnya, maka batuan yang mengandung karbon ini akan terpanaskan. Semakin kedalam atau masuk ambles ke bumi, maka suhunya akan bertambah. Minyak terbentuk pada suhu antara 50 sampai 180 derajat Celsius. Tetapi puncak atau kematangan terbagus akan tercapai bila suhunya mencapai 100 derajat Celsius. Ketika suhu terus bertambah karena cekungan itu semakin turun dalam yang juga diikuti penambahan batuan penimbun, maka suhu tinggi ini akan memasak karbon yang ada menjadi gas



4. Karbon terkena panas dan bereaksi dengan hidrogen membentuk hidrokarbon. Minyak yang dihasilkan oleh batuan induk yang telah matang ini berupa minyak mentah. Walaupun berupa cairan, ciri fisik minyak bumi mentah berbeda dengan air. Salah satunya yang terpenting adalah berat jenis dan kekentalan. Kekentalan minyak bumi mentah lebih tinggi dari air, namun berat jenis minyak bumi mentah lebih kecil dari air. Minyak bumi yang memiliki berat jenis lebih rendah dari air cenderung akan pergi ke atas. Ketika minyak tertahan oleh sebuah bentuk batuan yang menyerupai mangkok terbalik, maka minyak ini akan tertangkap dan siap ditambang.

Source rock (karbon) terkena panas dan berreaksi dengan hydrogen membentuk **hydrocarbon** (CH_4 , C_2H_6 ...)



© 2013 HdSPicture

BAB VIII

KEBERADAAN

Minyak dan gas bumi



Akumulasi minyak dan gas bumi

Prospek keberadaan migas disuatu tempat sangat ditentukan oleh kondisi geologi daerah dimana pada daerah tersebut harus memenuhi ***Petroleum system*** yang ada. Minyak dan gasbumi bisa terdapat di suatu daerah, terutama sekali didasarkan pada adanya beberapa parameter yang menjadi persyaratan mutlak terperangkapnya atau terjebaknya minyak dan gasbumi , yaitu :

1. Batuan induk yang cukup matang (*Source Rocks*)

Batuan induk merupakan batuan asal dimana minyak bumi (senyawa HC) terbentuk. Secara umum batuan induk merupakan batuan klastik halus (serpih), berwarna gelap, kandungan zat organik melimpah yang merupakan fosil akibat proses pengendapan dilaut (marin).

Berdasar perkembangan teknologi pada saat ini semua batuan halus (serpih, napal dan sebagainya) terutama asal marin, dapat bertindak sebagai batuan induk. Terutama jika berasosiasi dengan batuan reservoir.

Proses awal pembentukan minyak dan gas bumi, terjadi karena pengonggokan / sedimentasi zat organik terutama plankton pada dasar cekungan dan kemudian tertimbun oleh sedimen halus dalam kondisi reduksi sehingga terawetkan. Biasanya batuan induk berwarna gelap, bertekstur halus misalnya lempung dan serpih. Kemudian karena gradien panas bumi dan pembebanan, temperatur dan tekanan, zat organik berubah menjadi minyak dan gas bumi selanjutnya diperas keluar bermigrasi ke batuan reservoir

Penentuan batuan induk didasarkan pada hasil test laboratorium standar yaitu :

- TOC (*Total Organic Carbon*), yaitu total karbon organik. TOC adalah persentase berat karbon organik dalam suatu contoh batuan, yang berhubungan langsung dengan besarnya kerogen yaitu 1,2 – 1,6 kali TOC.

Beberapa perkiraan nilai TOC minimum untuk batuan induk :

- 0,4 – 1,4 % (Ronov, 1958)
- 1,5 % (Schroyer dan Zarella, 1963)

- 0,5 % (Welte, 1965)
 - EOM (Extractable Organic Matter), yaitu zat organik yang dapat di ekstraksikan. Yang dimaksud adalah hidrokarbon atau non hidrokarbon yang dapat dilarutkan (dalam CS₂ misalnya) atau bitumina. Sifat sifat dari EOM menunjukkan sifat batuan induk. Umumnya ekstrak dari batuan induk susunan utama dari minyak mentah (Erdman, 1961)
 - CPI (Carbon Preference Index) yaitu indeks preferensi karbon; adalah perbandingan antara volume anggota n – parafin yang bernomor ganjil terhadap yang bernomor genap dari kisaran C₂₁ – C₃₇. Angka ini sangat tinggi untuk organisme yang masih hidup dan untuk hidrokarbon resen, untuk batuan sedimen tua angka ini hampir mendekati 1 dan untuk kebanyakan minyak mentah nilai CPI harus kurang dari 1,15
 - CIR (Carbon Isotope Ratio) yaitu perbandingan isotop karbon C₁₃ / C₁₂. Kisaran nilai CIR untuk minyak bumi adalah 1 % (0,0109 – 0,0110)
 - LOM (*Level Of Thermal Maturity*) yaitu tingkat pematangan thermal. Tingkat pematangan minyak dan gas bumi adalah berkisar antara 75^o – 165^o C. Untuk mencapai temperatur tersebut, batuan induk harus terkubur cukup dalam di kerak bumi
2. Ada jalan migrasi yang baik (*Migrations*)
Migrasi adalah proses pergerakan minyak dan gas bumi. Migrasi dibagi menjadi 2 (dua) macam :

a) Migrasi Primer

Adalah berpindahnya minyak dan gas bumi dari batuan induk masuk ke dalam batuan reservoir lapisan penyalur (*carrier beds*).

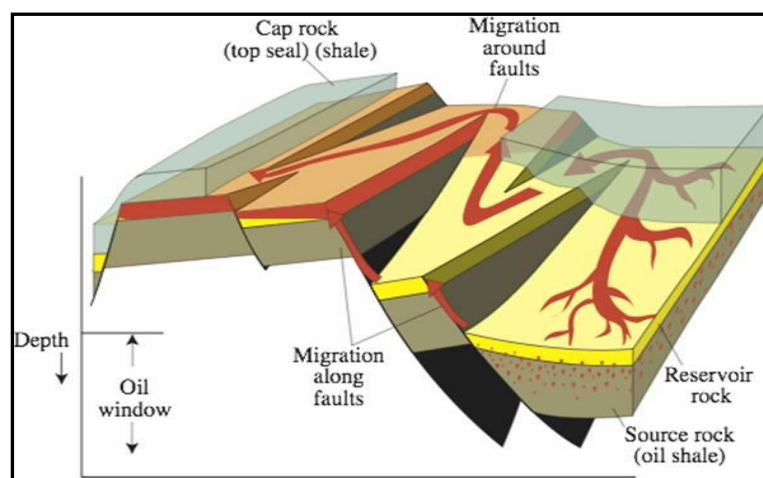
b) Migrasi Sekunder

Pergerakan minyak dalam lapisan reservoir itu sendiri menuju ke tempat akumulasi.

Minyak dan gas bumi yang sudah terbentuk didalam batuan induk, kemudian bermigrasi melalui zona permiabel. Zona sesar sangat jelas dan mudah diobservasi melalui survey lapangan maupun interpretasi dari penampang seismik. Rembesan minyak dan gas bumi merupakan indikasi adanya patahan sebagai zona migrasi minyak dan gas bumi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi migrasi :

- Kompaksi
- Daya kapiler
- Tekanan hidrostatik
- Sementasi
- Pelarutan oleh gas



Gambar . Migrasi Minyak Bumi

3. Batuan reservoir (*Reservoir Rocks*)

Batuan reservoir merupakan batuan yang mempunyai kemampuan menampung dan menyimpan cairan/gas hidrokarbon, mempunyai rongga-rongga yang saling berhubungan.

. Adapun unsur-unsur suatu reservoir minyak bumi adalah :

- Batuan reservoir, sebagai wadah yang diisi dan dijenuhi oleh minyak dan gas bumi. Biasanya batuan ini berpori dan berongga.
- Lapisan Penutup (*cap rock*), yaitu suatu lapisan yang tidak permeabel atau lulus minyak.
- Perangkap reservoir (*reservoir trap*), adalah suatu unsur pembentuk reservoir yang bentuknya sedemikian rupa sehingga lapisan beserta penutupnya merupakan bentuk konkav kebawah dan menyebabkan minyak dan gas bumi berada di bagian atas reservoir. Bentuk perangkap ini sangat ditentukan oleh cara terdapatnya minyak bumi, yaitu selalu berasosiasi dengan air dimana air memiliki berat jenis jauh lebih tinggi.

Syarat-syarat agar batuan bisa bertindak sebagai batuan reservoir adalah ;

- a. Bentuk sedemikian rupa sehingga merupakan perangkap.
- b. Mempunyai lapisan penutup. Terdiri atas lapisan yang tidak permeabel/tidak lulus air.
- c. Mempunyai rongga-rongga dalam batuan, serta jenuh dengan minyak bumi.

Jenis batuan penting yang dapat berfungsi sebagai reservoir adalah batu pasir dan gamping.

Termasuk dalam batu pasir : kwarsa, greywake, arkose

Termasuk dalam batugamping : terumbu (reef), gamping klastik, dolostone, gamping halus.

Beberapa factor geologi yang menentukan ekonomis tidaknya suatu reservoir antara lain :

- ✓ Tebal lapisan reservoir
- ✓ Tutupan (closure)
- ✓ Penyebaran baruan reservoir
- ✓ Porositas dan permeabilitas efektif

a) Pengertian Batuan Reservoir

Pada hakikatnya setiap batuan dapat bertindak sebagai batuan reservoir asal mempunyai kemampuan untuk menyimpan dan melepaskan minyak bumi. Dalam hal ini batuan reservoir harus memiliki porositas yang memberikan kemampuan untuk menyimpan; juga kelulusan atau permeabilitas, yaitu kemampuan untuk melepaskan minyak bumi itu. Jadi secara singkat, dapat disebutkan bahwa reservoir harus berongga – rongga dan berpori-pori yang berhubungan.

Perbedaan antara porositas dan permeabilitas ialah porositas menentukan jumlah cairan yang terdapat sedangkan permeabilitas menentukan jumlahnya yang dapat diproduksi. Suatu batuan reservoir dapat juga bertindak sebagai lapisan penyalur aliran minyak dan gas bumi ke tempat minyak bumi tersebut keluar batuan induk ke tempat berakumulasinya

dalam suatu perangkat. Bagian suatu perangkat yang mengandung minyak atau gas disebut reservoir.

Air-Minyak-Gas Di dalam Reservoir

Air yang terdapat di dalam reservoir sering disebut dengan air formasi. Pada kenyataan dapat dikatakan bahwa semua reservoir pasti mengandung air. Peranan air ini penting karena menentukan akumulasi minyak. Tetapi air dan minyak tidak dapat bercampur karena merupakan cairan yang berbeda fasa.

Sifat daya apung minyak menyebabkan minyak mencari tempat yang lebih tinggi, yang dikepeng oleh air. Air formasi mengandung macam-macam garam, seperti NaCl. Secara genesa, air formasi merupakan air laut yang ikut terperangkap saat sedimentasi.

Gas bumi dapat larut dalam air formasi atau minyak, daya larut gas tergantung pada tekanannya. Penelitian menunjukkan bahwa makin besar tekanan makin besar daya larutnya sampai tercapai titik jenuh, Jika gas tersebut telah melewati daya larutnya, maka akan terbentuk tepi gas bebas yang akan menempati posisi paling atas diantara ketiga fasa ini. Secara sederhana dapat digambarkan :

- Air dengan berat jenis tertinggi pada posisi paling bawah
- Gas dengan berat jenis terendah posisi paling tinggi
- Minyak pada posisi di antaranya

Akibat daya apung yang berbeda tersebut menyebabkan adanya susunan tertentu pada batuan reservoir. Tekanan reservoir merupakan tekanan air-minyak-gas pada rongga reservoir. Tekanan ini penting sekali dalam eksploitasi suatu sumur minyak sering juga disebut dengan tekanan formasi

4. Adanya perangkap (*Traps*)

Migrasi sekunder minyak dan gas bumi telah membawanya ke zona yang mempunyai tekanan dan temperatur yang lebih kecil daripada lingkungan batuan induk. Di tempat ini minyak dan gas bumi sudah tidak dapat berpindah tempat lagi, kondisi dimana minyak dan gas bumi sudah tidak dapat bergerak lagi dan terakumulasi di suatu tempat inilah disebut minyak bumi telah terperangkap.

Ada 2 (dua) faktor utama penyebab terjadinya perangkap, yakni :

1. Penghalang litologi akibat adanya perbedaan porositas dan permeabilitas batuan.
2. Penghalang struktur

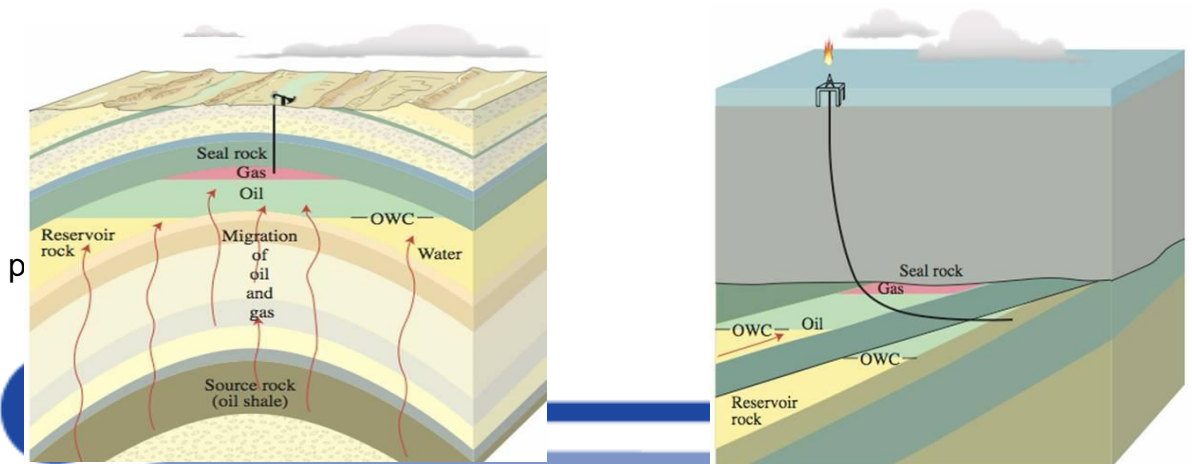
Ada 3 macam jenis perangkap yaitu :

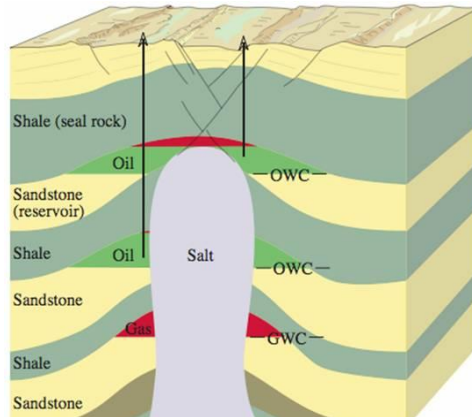
- ✓ Perangkap struktural
- ✓ Perangkap stratigrafi
- ✓ Perangkap kombinasi

Perangkap Struktural :

Terdiri atas :

- perangkap lipatan
- perangkap patahan



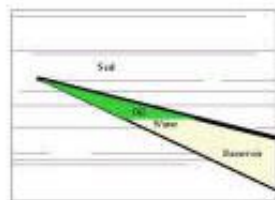


Gambar perangkat salt dome (kubah garam)

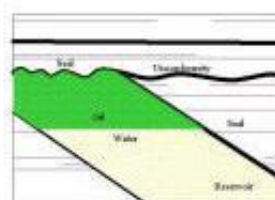
Perangkat lipatan merupakan perangkat utama, paling penting.

Perangkat Stratigrafi :

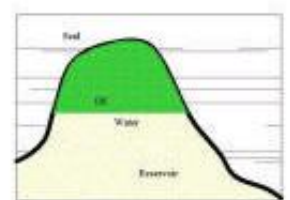
Perangkat stratigrafi adalah perangkat yang terbentuk karena berbagai variasi litologi secara lateral suatu lapisan reservoir.



Pinchout

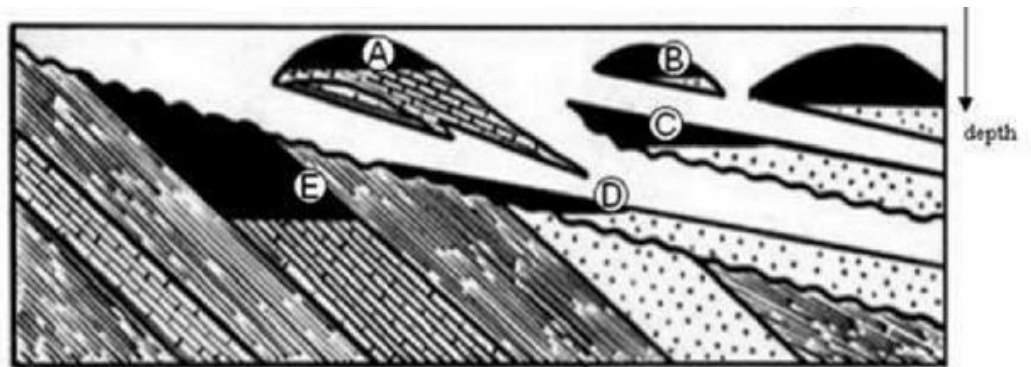


Unconformity



Reef

Gambar contoh perangkat stratigrafi



Contoh jebakan stratigrafi:

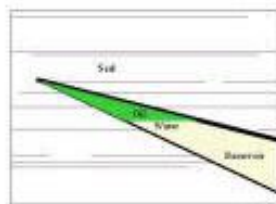
A menunjukkan *reef*, B menunjukkan *barrier-bar sand*, C menunjukkan *channel sand*, D menunjukkan *onlap sand pinchout trap*, E menunjukkan *truncation trap*.

(www.petroleumseismology.com)

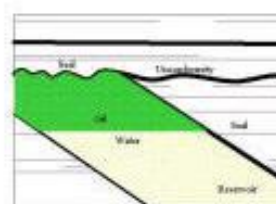
Jenis perangkap stratigrafi dipengaruhi oleh variasi perlapisan secara vertikal dan lateral, perubahan facies batuan dan ketidakselarasan dan variasi lateral dalam litologi pada suatu lapisan reservoir dalam perpindahan minyak bumi. Prinsip dalam perangkap stratigrafi adalah minyak dan gas bumi terperangkap dalam perjalanan ke atas kemudian terhalang dari segala arah terutama dari bagian atas dan pinggir, hal ini dikarenakan batuan reservoir telah menghilang atau berubah fasies menjadi batu lain sehingga merupakan penghalang permeabilitas (Koesoemadinata, 1980). Dan jebakan stratigrafi tidak berasosiasi dengan ketidakselarasan seperti Channels, Barrier Bar, dan Reef, namun berasosiasi dengan ketidakselarasan seperti Onlap Pinchouts, dan Truncations.

Pada perangkap stratigrafi ini, berasal dari lapisan reservoir tersebut, atau ketika terjadi perubahan permeabilitas pada lapisan reservoir itu sendiri pada salah satu tipe perangkap stratigrafi, pada horizontal, lapisan impermeabel memotong lapisan yang bengkok pada batuan yang memiliki kandungan minyak. Terkadang terpotong pada lapisan yang tidak dapat ditembus, atau Pinches, pada formasi yang memiliki kandungan minyak. Pada perangkap stratigrafi yang lain

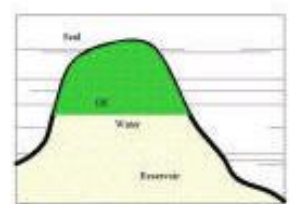
berupa Lens-shaped. Pada perangkat ini, lapisan yang tidak dapat ditembus ini mengelilingi batuan yang memiliki kandungan hidrokarbon. Pada tipe yang lain, terjadi perubahan permeabilitas dan porositas pada reservoir itu sendiri. Pada reservoir yang telah mencapai puncaknya yang tidak sarang dan impermeabel, yang dimana pada bagian bawahnya sarang dan permeabel serta terdapat hidrokarbon. Pada bagian yang lain menerangkan bahwa minyak bumi terperangkap pada reservoir itu sendiri yang Cut Off up-dip, dan mencegah migrasi lanjutan, sehingga tidak adanya pengatur struktur yang dibutuhkan. Variasi ukuran dan bentuk perangkat yang demikian mahabesar, untuk memperpanjang pantulan lingkungan pembatas pada batuan reservoir terendapkan.



Pinchout



Unconformity



Reef

Perangkap kombinasi Struktur dan Stratigrafi

Kemudian perangkat yang selanjutnya adalah perangkat kombinasi antara struktural dan stratigrafi. Dimana pada perangkat jenis ini merupakan faktor bersama dalam membatasi Bergeraknya atau menjebak minyak bumi. Dan, pada jenis perangkat ini, terdapat lebih dari satu jenis perangkat yang membentuk reservoir. Sebagai contohnya antiklin patahan, terbentuk ketika patahan memotong tegak lurus pada antiklin. Dan, pada perangkat ini kedua perangkatnya tidak saling mengendalikan perangkat itu sendiri.

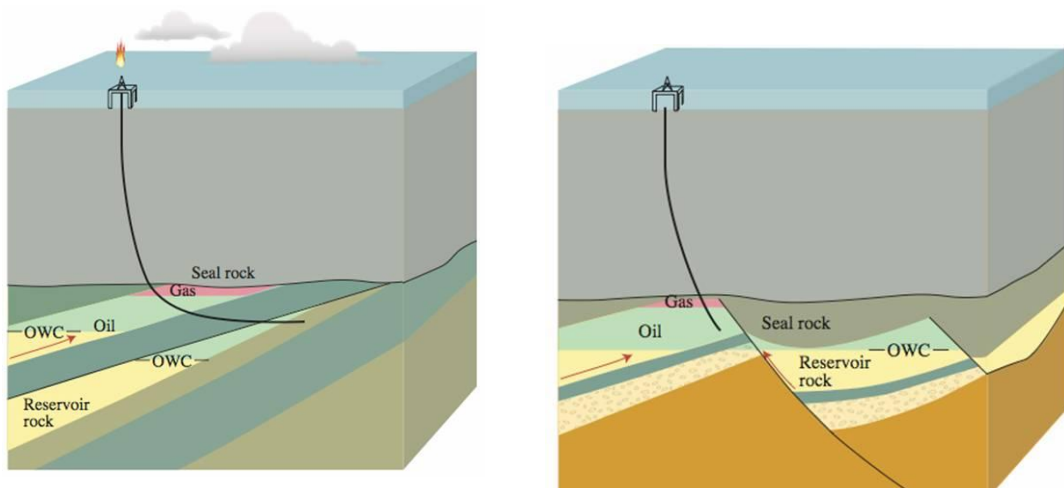
Termasuk dalam perangkat kategori ini :

- a. Kombinasi lipatan – patahan
- b. Kombinasi patahan – pembajian

Perangkap kombinasi Struktur dan Stratigrafi

Termasuk dalam perangkat kategori ini :

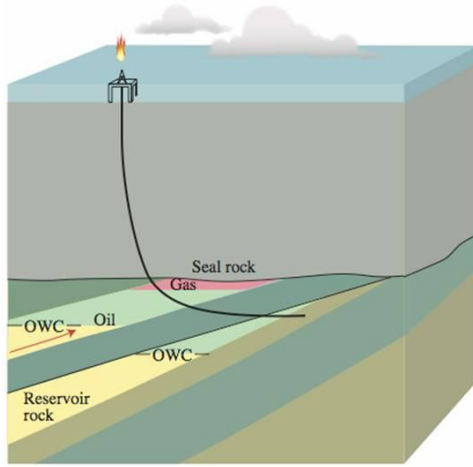
- c. Kombinasi lipatan – patahan
- d. Kombinasi patahan – pembajian



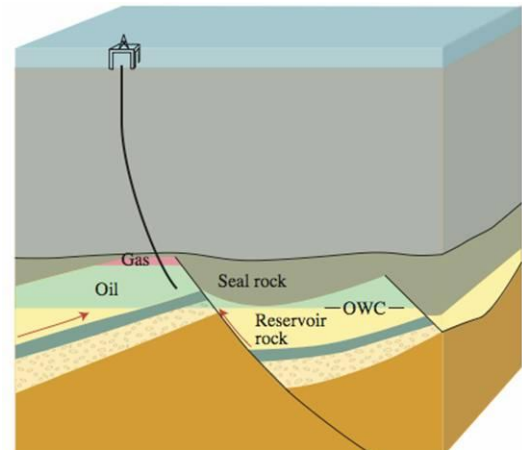
5. Ada batuan penutup (*Cap Rocks*)

Batuan penutup pada suatu reservoir, adalah lapisan batuan yang karena sifat fisiknya dapat bertindak sebagai penghalang yang tidak dapat ditembus oleh fluida (impermeabel), sehingga fluida yang sudah terperangkap tidak dapat lari kemana-mana.

b. Stratigraphic Trap



a. Combination Trap



BAB IX

POROSITAS

DAN PERMEABILITAS

Porositas

Porositas medium adalah perbandingan volum rongga-rongga pori suatu terhadap volum total seluruh batuan. Perbandingan ini biasanya dinyatakan dalam persen dan disebut porositas.

Porositas biasanya berkisar antara 5 sampai 40 %. Porositas 5 % biasanya disebut porositas tipis (marginal porosity) dan umumnya bersifat nonkomersial. Secara teoritis porositas tidak bisa lebih dari 47,6 %, yang berlaku untuk porositas jenis intergranuler.

Besarnya porositas itu ditentukan dengan berbagai cara, yaitu :

- Di Laboratorium, dengan porosimeter yang didasarkan pada hukum Boyle : gas digunakan sebagai pengganti cairan untuk menentukan volum pori tersebut.
- Dari Log Listrik, log sonik dan log radioaktivitas.
- Dari log kecepatan pemboran.
- Dari pemeriksaan dan perkiraan secara mikroskopi.
- Dari hilangnya inti pemboran.

Skala Visuil Pemberian Porositas

Di lapangan bisa kita dapatkan perkiraan secara visuil dengan menggunakan peraga visuil. Penentuan ini bersifat semi kuantitatif dan dipergunakan suatu skala sebagai berikut :

0 – 5 %, dapat diabaikan (negligible)

0 – 10 %, buruk (poor)

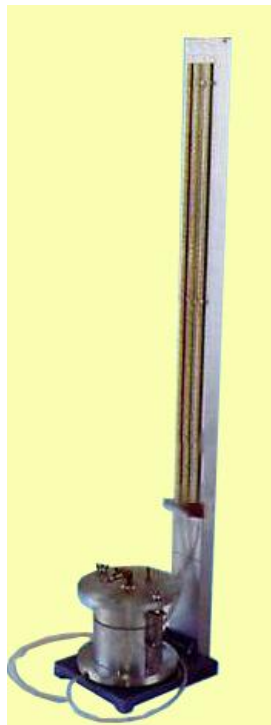
- 10 – 15 %, cukup (fair)
- 20 –20 % baik (good)
- 20 –25 %, sangat baik (very good)
- >25, istimewa (exelent).Permeabilitas

Permeabilitas

Permeabilitas adalah suatu sifat batuan reservoir untuk dapat meluluskan cairan melalui pori-pori yang berhubungan, tanpa merusak partikel pembentuk atau kerangka batuan tersebut.

Cara penentuan permeabilitas adalah :

- Dengan Permeameter, suatu alat pengukur yang menggunakan gas.



Gambar Alat permeameter

- Dengan penaksiran kehilangan sirkulasi dalam pemboran.

- Dari kecepatan pemboran.
- Berdasarkan test produksi terhadap penurunan tekanan dasar lubang.

Secara perkiraan dilapangan dapat juga dilakukan pemerian semikuantitatif sebagai berikut :

- Ketat (tight), kurang dari 5 md (milidarcy).
- Cukup (fair), antara 5 – 10 md.
- Baik (good) antara 10 sampai 100 md
- Baik sekali (very good) antara 100 sampai 1000 md

Hakekat Rongga Pori

Dilihat dari segi asal terjadinya, rongga – rongga pori dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu :

- Pori Primer (rongga primer), atau disebut juga antar-butir (inter granular)
- Pori Sekunder atau pori yang **dibentuk kemudian**

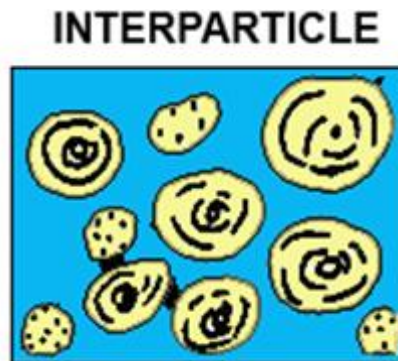
Pori sekunder disebut juga pori terinduksikan, yang berarti porositasnya dibentuk oleh beberapa gejala dari luar, seperti **gejala tektonik dan pelarutan**. Pada umumnya porositas sekunder mengubah bentuk hubungan antara pori-pori dan dengan demikian juga mempengaruhi permeabilitas.

Porositas primer dibentuk pada waktu batuan diendapkan, jadi sangat tergantung pada faktor sedimentasi. Batuan yang telah mempunyai porositas primer dapat juga kemudian dimodifikasikan oleh porositas sekunder, misalnya saja perubahan bentuk, dan sebagainya. Pada umumnya porositas antar butiran atau primer merupakan sifat porositas batuan pasir atau klastik, sedangkan jenis yang kedua terutama merupakan

sifat batuan karbonat. Dalam batuan karbonat pori-pori primer itu tidak saja bersifat intergranuler tetapi dapat juga terjadi karena berbagai macam jenis proses intergranuler lainnya. Suatu klasifikasi pori-pori primer menurut Choquette dan Pray (1970) memberikan pembagian jenis porositas yang lebih menyeluruh yang terbagi dalam 15 jenis utama, serta memberikan pula pembagian faktor genesis serta ukuran-ukurannya. Jenis porositas tersebut khususnya berlaku untuk batuan karbonat, dan hanya sebagian kecil saja berlaku untuk batuan pasir. Jenis porositas itu antara lain :

A. *Antar-partikel.*

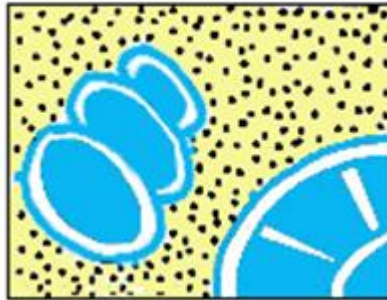
Pori-pori terdapat di antara partikel atau intergranular; berlaku terutama untuk batupasir dan juga untuk batuan karbonat



B. *Intra-partikel*

Pori-pori terdapat di dalam butirannya sendiri. Sebagai contoh ialah suatu fosil yang di dalamnya terdapat lubang-lubang, dan sebagainya.

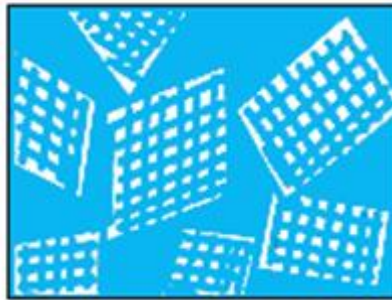
INTRAPARTICLE



C. Antar-kristal

Pori-pori terdapat antara kristal-kristal

INTER-CRYSTALLINE



D. Cetakan (*moldic*).

Suatu rongga terjadi karena terdapatnya suatu fosil dalam lumpur karbonat. Hilangnya fosil oleh pelarutan, meninggalkan rongga yang tercetak oleh fosil itu.

MOLDIC





Gambar porositas moldic (cetakan)

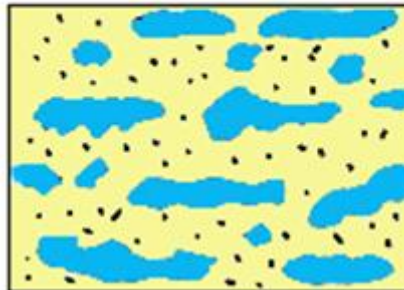




E. *Fenestral*.

Beberapa butir pembentuk batuan hilang sama sekali sehingga membentuk rongga-rongga yang sangat besar.

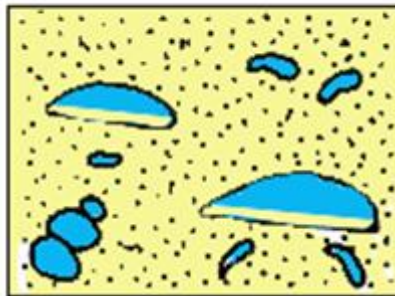
FENESTRAL



F. *Perlindungan (shelter)*.

Rongga-rongga telah dilindungi misalnya oleh fosil, dan sebagainya, sehingga tidak diisi oleh batuan sedimen.

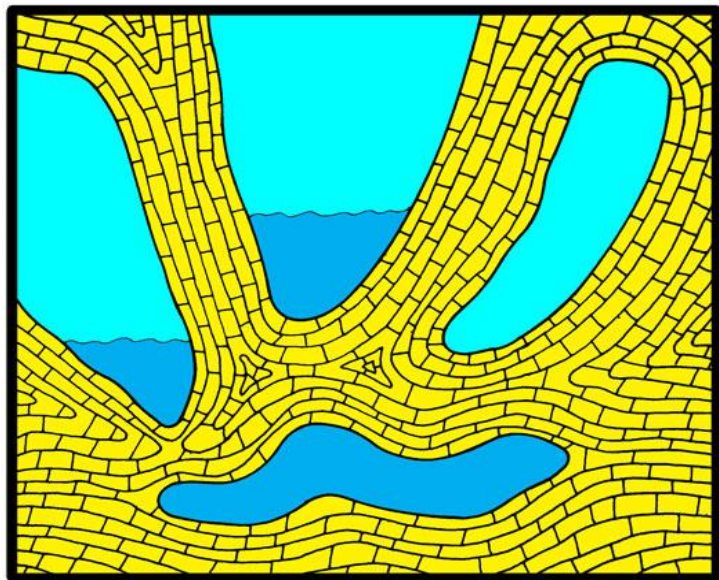
SHELTER



G. *Kerangka pertumbuhan (growth framework).*

Pertumbuhan kerangka, misalkan kerangka binatang koral yang mengakibatkan rongga yang diisi oleh binatang tersebut menjadi rongga terbuka.

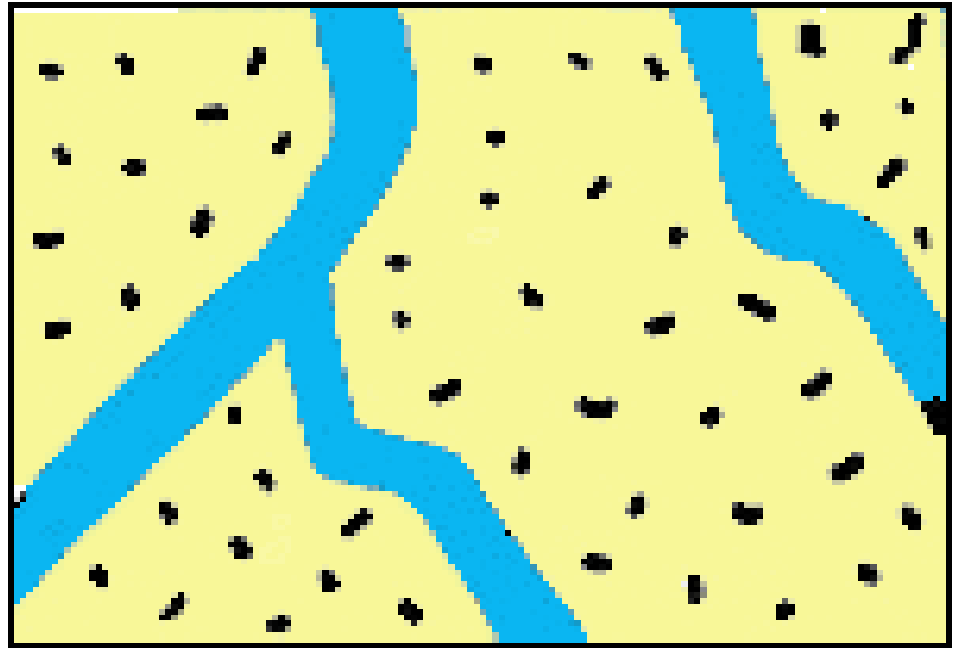
GROWTH - FRAMEWORK POROSITY



H. *Rekahan (fracture).*

Rongga-rongga yang terjadi karena tekanan luar menyebabkan terjadinya celah-celah dalam batuan.

FRACTURE



I. *Saluran (channel).*

Pelarutan dan sebagainya menyebabkan terjadinya saluran antar rongga-rongga.

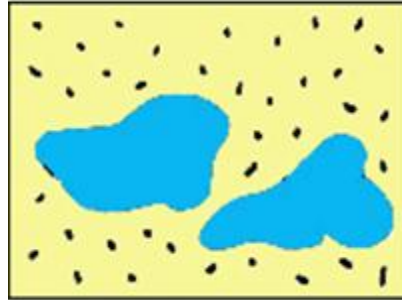
CHANNEL



J. *Gerowong (vug)*.

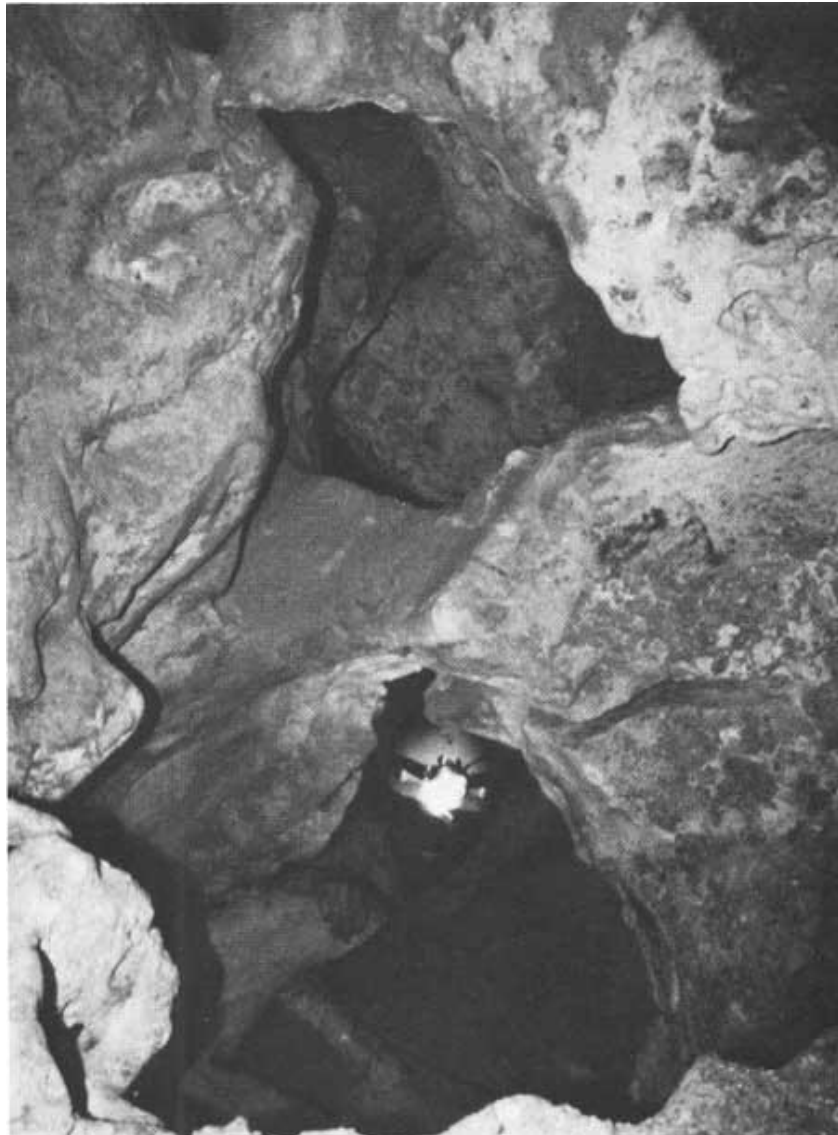
Lubang-lubang besar terjadi biasanya karena pelarutan.

VUGGY



K. *Gua-gua (cavern)*.

Pelarutan lubang-lubang yang seringkali terjadi sehingga membesar menjadi rongga yang dapat dimasuki orang.



L. *Retakan (breksi).*

Karena pematahan atau retakan, maka batuan hancur menjadi bongkah-bongkah kecil dan terjadilah rongga-rongga di antaranya.



M. *Bioturbasi.(burrow).*

Batuan yang baru saja diendapkan mengalami berbagai penggalian oleh binatang sehingga timbul rongga-rongga.



N. *Penciutan.*

Sedimen yang telah diendapkan menjadi kering dan menciut, sehingga terjadi berbagai retakan yang dapat menimbulkan pori-pori.

Choquette dan Pray (1970) juga memberikan pembagian ukuran pori-pori, misalnya batas antara 1 sampai 256 milimeter disebut suatu megapori, yang dibagi antara *megapori kecil* dengan ukuran antara 1 sampai 32 milimeter dan *megapori besar* antara 32 sampai dengan 126 milimeter. Mesopori berukuran antara 1/16 sampai 1 milimeter: mesopori kecil 1/16 sampai z milimeter, dan mesopori besar 2 sampai 1 milimeter. Mikropori berukuran di bawah 1/16 milimeter (lihat Tabel 3-1).

DAFTAR 4-1 Klasifikasi besar pori menurut Chocquette dan Pray (1970)

Golongan	besar-pori	diameter pori (dalam m*)
Megapori	besar	32-256
(mg)	kecil	4-32
Mesopori	Besar	1/2-4
Mikropori	kecil	1/16-1/2 1/16 mm

* Diameter besar pori ditunjukkan kepada diameter pori rata-rata suatu pori tunggal atau kisaran dalam ukuran suatu kumpulan pori. Untuk pori tabung dipergunakan penampang. Untuk pori berbentuk lempeng, dipergunakan lebar bentuknya.

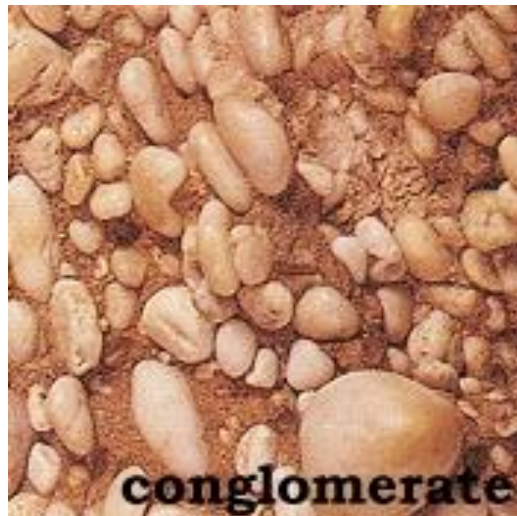
Rongga Pori Primer

Rongga-rongga primer dalam hal pori-pori antar butir terjadi pada waktu batuan tersebut terbentuk. Jadi pada waktu butiran diendapkan terjadilah rongga-rongga di antara butiran.

Berbagai faktor yang mempengaruhi besar kecilnya pori-pori adalah:

1) BESAR BUTIR.

Besar butir mempengaruhi ukuran pori-pori, tetapi sama sekali tidak mempengaruhi porositas total daripada batuan, setidaknya tidak untuk pasir kasar ataupun halus. Misalnya, satu meter kubik kelereng mempunyai porositas yang sama dengan satu meter kubik mimis, dengan syarat bahwa cara penumpukannya sama. Lain halnya dengan permeabilitas, yaitu apabila butir-butir lebih besar sehingga terjadi pori-pori yang lebih besar, maka juga permeabilitasnya jauh lebih besar. Menurut Mutting (1934), batuan pasir yang menghasilkan minyak bumi biasanya tidak banyak yang lebih halus daripada 0,09 mm dan jarang sekali yang lebih kasar dari 0,21 mm. Pasir yang ukurannya sama kalau diendapkan akan memberikan porositas 39% dan jika diagitasikan dapat menjadi 38, malah lebih kecil lagi tetapi biasanya lebih besar dari 30%. Dalam hal pasir yang demikian garis tengah pori maximal rata-rata adalah 0,2 x diameter butir. Dengan demikian permeabilitas merupakan fungsi daripada besar butir: lebih besar pori-porinya, lebih besar juga permeabilitasnya. Hubungan antara ukuran pori dengan permeabilitas adalah, bahwa di bawah tekanan yang sama, dengan pori-pori 5 kali lebih besar akan didapatkan minyak 25 kali lebih banyak. Dengan demikian kita melihat hubungan lebih langsung antara ukuran pori dengan permeabilitas.



Gambar butiran pada batuan

Besar butir mempengaruhi ukuran pori-pori, tetapi sama sekali tidak mempengaruhi porositas total daripada batuan, setidaknya tidak untuk pasir kasar ataupun halus. Misalnya, satu meter kubik kelereng mempunyai porositas yang sama dengan satu meter kubik mimis, dengan syarat bahwa cara penumpukannya sama. Lain halnya dengan permeabilitas, yaitu apabila butir-butir lebih besar sehingga terjadi pori-pori yang lebih besar, maka juga permeabilitasnya jauh lebih besar. Menurut Mutting (1934), batuan pasir yang menghasilkan minyak bumi biasanya tidak banyak yang lebih halus daripada 0,09 mm dan jarang sekali yang lebih kasar dari 0,21 mm. Pasir yang ukurannya sama kalau diendapkan akan memberikan porositas 39% dan jika diagitasikan dapat menjadi 38, malah lebih kecil lagi tetapi biasanya lebih besar dari 30%. Dalam hal pasir yang demikian garis tengah pori maksimal rata-rata adalah 0,2 x diameter butir. Dengan demikian permeabilitas merupakan fungsi daripada besar butir: lebih besar pori-porinya, lebih besar juga permeabilitasnya. Hubungan antara ukuran pori dengan permeabilitas adalah, bahwa di bawah tekanan yang sama,

dengan pori-pori 5 kali lebih besar akan didapatkan minyak 25 kali lebih banyak. Dengan demikian kita melihat hubungan lebih langsung antara ukuran pori dengan permeabilitas.

2) PEMILAHAN.

Pemilahan (sorting) adalah cara penyebaran berbagai macam besar butir. Misalnya, jika sedimen itu diendapkan dalam arus yang kuat maka pemilahannya akan lebih baik dan dengan demikian memberikan besar butir yang hampir sama. Jika pemilahan sangat buruk, batuan akan terdiri daripada butir-butir dari berbagai ukuran.

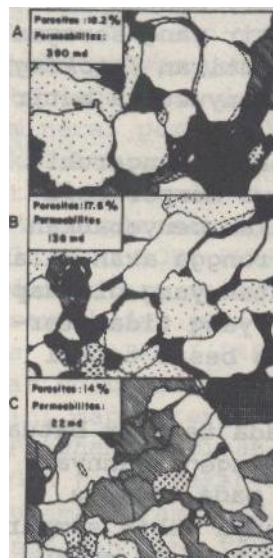


Gambar pemilahan bagus

Gambar pemilahan jelek

Dengan demikian rongga yang terdapat di antara butiran besar akan diisi butiran yang lebih kecil lagi sehingga porositasnya berkurang. Telah dijelaskan bahwa hanya 0,3 bagian pasir yang mempunyai besar butir rata-rata 0,2 mm dapat masuk ke dalam pori-pori pasir yang aslinya. Dengan demikian, serpih dan juga lanau akan mempunyai porositas sangat tinggi karena besar butirnya yang sama. Tetapi jika bagian yang halus cukup banyak mengisi pori-pori batupasir maka batuan tersebut tidak terlalu baik. Sebagai contoh ialah batuan 'greywacke' yang termasuk

suatu turbidit. Greywacke daripada suatu turbidit terdiri dari butiran pasir dalam masadasar lempung. Selain pemilahan besar butir, terdapatnya matriks juga berpengaruh pada porositas dan permeabilitas batuan. Pengaruh pemilahan dapat dilihat pada Gambar 4-3, dimana porositas juga dipengaruhi tetapi terutama permeabilitasnya.



3) BENTUK DAN KEBUNDARAN BUTIR.

Bentuk suatu butiran klastik didefinisikan sebaqai suatu *hubungan* terhadap suatu bola yang dipakai sebagai standar, sedangkan kebundaran didasarkan atas ketajaman atau penyudutan daripada pinggiran butir. Jika bentuk butir menyeleweng dari bentuk bola, maka hal ini akan mempengaruhi permeabilitas batuan.

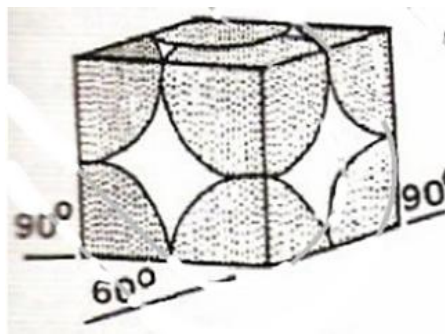


Bentuk butiran menghasilkan suatu penyusunan butir yang lebih ketat atau lebih lepas dan dengan demikian menentukan bentuk dan besaran rongga. Pada umumnya, jika bentuk butiran mendekati bentuk bola maka permeabilitas dan porositasnya akan lebih meningkat. Segala bentuk yang menyudut biasanya memperkecil rongga, karena *masing-masing* sudutnya akan mengisi rongga yang ada, dan karenanya akan memberikan kemas yang lebih ketat. Hal ini terutama akan memperbesar permukaan butir dan memperkecil porositas, terutama juga permeabilitasnya. Bentuk suatu butiran klastik didefinisikan sebagai suatu *hubungan* terhadap suatu bola yang dipakai sebagai standar, sedangkan kebundaran didasarkan atas ketajaman atau penyudutan daripada pinggiran butir. Jika bentuk butir menyeleweng dari bentuk bola, maka hal ini akan mempengaruhi permeabilitas batuan. Bentuk butiran menghasilkan suatu penyusunan butir yang lebih ketat atau lebih lepas dan dengan demikian menentukan bentuk dan besaran rongga. Pada umumnya, jika bentuk butiran mendekati bentuk bola maka permeabilitas dan porositasnya akan lebih meningkat.

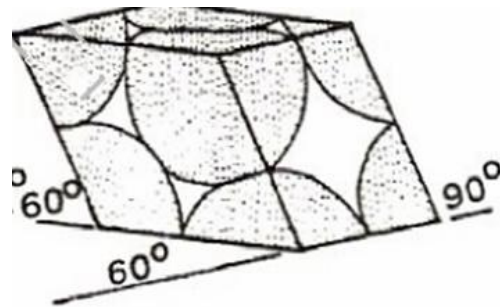
Segala bentuk yang menyudut biasanya memperkecil rongga, karena *masing-masing* sudutnya akan mengisi rongga yang ada, dan karenanya akan memberikan kemas yang lebih ketat. Hal ini terutama akan memperbesar permukaan butir dan memperkecil porositas, terutama juga permeabilitasnya.

4) PENYUSUNAN BUTIR

Penyusunan butir adalah pengaturan kepadatan daripada susunan bola butir satu terhadap yang lainnya. Suatu batuan klastik terdiri dari butiran yang merupakan unsur bundar yang berukuran seragam dan memberikan berbagai macam kemungkinan bagaimana semua bola tersebut dapat diatur. Dalam bentuk dan ukuran yang lebih beranekaragam laji akan memberikan cara pengaturan yang lebih kontras lagi. Penyusunan butiran dan kemas saling berhubungan dengan eratnya, tetapi tidaklah merupakan hal yang sama. Penyusunan butir sangat mempengaruhi porositas.



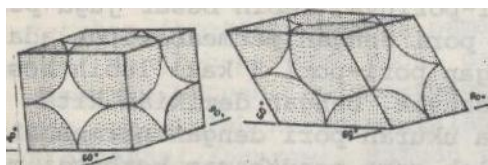
Gambar ... Pengaruh susunan butir Butiran yang berbentuk bola dan terhadap porositas (Graton, 1953), seragam akan memberikan angka pQrositas 47,6\$ untuk penyusunan kubus yang paling terbuka, dan 25,9% untuk penyusunan rhombohedral



(Gambar). Permeabilitas tergantung pada besar butir, bentuk dan juga pada *penyusunan* butiran tersebut. Untuk besar butir yang seragam maka porositas hanya *tergantug* pada cara penyusunan butiran (packing) dan secara teoritis tak tergantung dari besar butir. Penyusunan butir ditentukan oleh kompaksi setelah sedimentasi.

5) Kompaksi dan sementasi

Kompaksi dan sementasi juga mempengaruhi besar kecilnya rongga-rongga yang ada, dan pada umumnya memperkecil atau menyusutkan pori-pori yang telah ada. Kompaksi akan menyebabkan penyusunan yang lebih ketat sehingga sebagian rongga-rongga akan hilang. Sementasi terjadi jika rongga-rongga terisi oleh larutan yang diendapkan semen, misalnya 'sparry calcite'. Suatu batupasir yang tidak tersementasikan, misalnya, akan mempunyai porositas lebih besar tetapi biasanya bersifat lepas-lepas.



Penyebaran butir dalam reservoir sangat tergantung pada tekstur batuan dan tekstur erat sekali hubungannya dengan mekanika *pengendapannya*. Misalnya, batupasir yang diendapkan oleh arus traksi pada umumnya lebih baik karena pemilahannya lebih baik, kebundarannya lebih sempurna dan besar butirnya lebih seragam. Di lain pihak kalau terjadi suatu sementasi atau penyusunan, maka terjadilah penyusutan daripada ronggarongga pori. Batupasir yang diendapkan arus turbidit sama sekali tidak memperlihatkan pemilahan, sehingga berbagai macam besar butir didapatkan bersama-sama. Selain itu didapatkan pula masadasar lempung diantara butiran sehingga membuat lapisan batupasir turbidit suatu reservoir yang kurang baik. Dalam hal batugamping, banyak sekali butirannya yang khusus terdiri daripada klastik atau yang disebut kalkarenit. Bagi batugamping berlaku pula pengaruh berbagai faktor geologi yang sama seperti pada batupasir: yaitu pemilahan, penyusunan butir, besar butir dan sebagainya. Misalnya saja, sebagai suatu contoh ekstrim adalah gamping oolit, yang terdiri daripada susunan bola yang hampir sempurna, sehingga porositasnya besar sekali.

Di lain pihak batugamping yang terdiri dari berbagai fragmen fosil (misalnya bioklastik) dengan butiran yang menyudut, memberikan penyusunan butir yang ketat sehingga porositasnya kurang baik karena ronggarongga akan sangat kecil. Dalam hal batuan karbonat, sementasi merupakan faktor yang sangat penting, terutama karena semen berasal dari butirannya sendiri sehingga terdapat sementasi dalam klastik batuan karbonat. Hal yang demikian sering sekali terjadi.

Pembesaran dan penyusutan pori-pori:

Rongga-rongga yang telah terbentuk dapat mengalami pembesaran ataupun penyusutan karena beberapa proses tertentu. Penyusutan biasanya terjadi karena kompaksi dan penyemenan sebagaimana telah dibahas di atas, sedangkan pembesaran biasanya dibentuk karena pelarutan. Proses ini terutama terjadi di dalam batuan karbonat dan lebih jarang di dalam batuan pasir.

RONGGA PORI SEKUNDER

Pori-pori yang terjadi setelah batuan dibentuk biasanya tidak mempunyai hubungan dengan proses sedimentasi. Porositas sekunder terjadi karena diinduksikan. Proses pembentukan pori-pori sekunder adalah sebagai berikut:

1) PORI-PORI PELARUTAN.

Proses ini terutama terjadi dalam batuan karbonat. Selain merupakan proses utama dalam menambah porositas merupakan, pula proses pembesaran rongga-rongga pori yang telah ada. Rongga-rongga terjadi atau dibesarkan karena daya larut yang berbeda-beda daripada mineral pembentuknya, misalnya perbedaan daya larut antara mineral kalsit, aragonit, dolomit, dan magnesit. Pori-pori pelarutan biasanya terjadi di dekat jalur pelapukan atau pada bidang ketidakselarasan. Macam porositas yang didapatkan adalah jenis gerowong (vug).

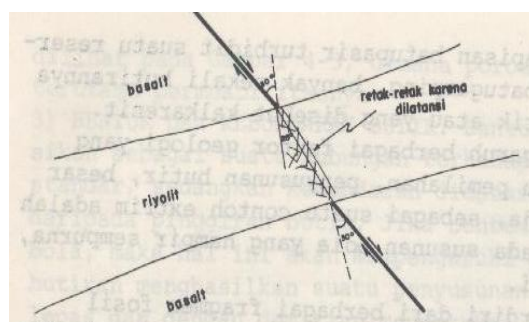
2) PORI-PORI RETAKAN ATAU REKAH-REKAH

Rongga-rongga jenis ini terutama didapatkan dalam batuan yang pegas, misalnya batuan karbonat, batuan serpih dan juga rijang. Beberapa penyebab terbentuknya rekahan ialah:

a) *DILATANSI PADA GEJALA STRUKTUR.*

Dislokasi sering menyangkut perubahan volum batuan yang sering diimbangi oleh terjadinya kekosongan. Hal ini dapat terjadi karena patahan dan pelipatan.

Patahan. Lapisan batuan yang mengalami pematahan dapat retak-retak dan rekah-rekah sepanjang bidang pematahan ataupun dapat menutup, terutama dalam keadaan penyobekan (*shearing*). Tertutupnya atau terbukanya sobekan yang terjadi tergantung dari kompetensi batuan, dimana terutama sudut gesekan dalam (*angle of internal friction*) memegang peranan. Gambar 3-5 memperlihatkan patahan melalui 3 lapisan batuan dengan perbedaan sudut sehingga menyebabkan refraksi yang mengakibatkan kekosongan dalam lapisan tengah yang dikompensir oleh rekahan yang membuka sehingga memberikan porositas (Billings, 1960).



Gambar 3-5

Refraksi dari patahan antiklin dan lembah-lembah sinklin yang mengakibatkan dilatansi dan retakan pada batuan sepanjang patahan.

Contoh porositas rekahan yang berasosiasi dengan patahan ialah lapangan minyak Tanjung di Kalimantan dan mungkin juga lapangan minyak Jatibarang di Jawa Barat.

Pelipatan. Pada pelipatan konsentris, terjadilah tegangan atau gaya tarikan pada puncak-puncak antiklin dan lembah-lembah sinklin sehingga menimbulkan retak-retak. Contoh daripada gejala ini adalah lapangan minyak Kirkuk, di Irak, dimana gamping dari formasi Asmari retak-retak pada puncak antiklin.

b) *PENGEMBANGAN BATUAN PADA PENGHILANGAN BEBAN YANG BERADA DI ATASNYA.*

Dalam keadaan terpendam, lapisan batuan terdapat dalam kompresi. Pengangkatan serta erosi menghilangkan beban ini dapat mengakibatkan dilatansi atau perekahan. Jenis rekahan semacam itu dapat diharapkan pada bidang ketidakselarasan.

c) *REDUKSI VOLUM KARENA KOMPAKSI.*

Pengendapan lempung biasanya disertai kadar air yang tinggi. Kompaksi mengakibatkan keluarnya air tersebut dan reduksi volum terjadi karena kompaksi yang dikompensasi oleh adanya rekahan-rekahan.

Menurut Waldschmidt, Fitzgerald dan Lunsford (1956), rekahan dapat dibagi menjadi 4 golongan besar:

Terbuka, dengan pemisahan dinding rekahan yang jelas. *Sebagian terisi*, dengan dinding rekahan dilapisi oleh kristal. *Terisi*, dengan rekahan seluruhnya diisi oleh kristal. *Tertutup*, tidak kelihatan adanya pemisahan dinding rekahan.

Retakan dan rekahan ini dapat ditambahkan di atas pori-pori intergranuler dan memperbaiki porositas.

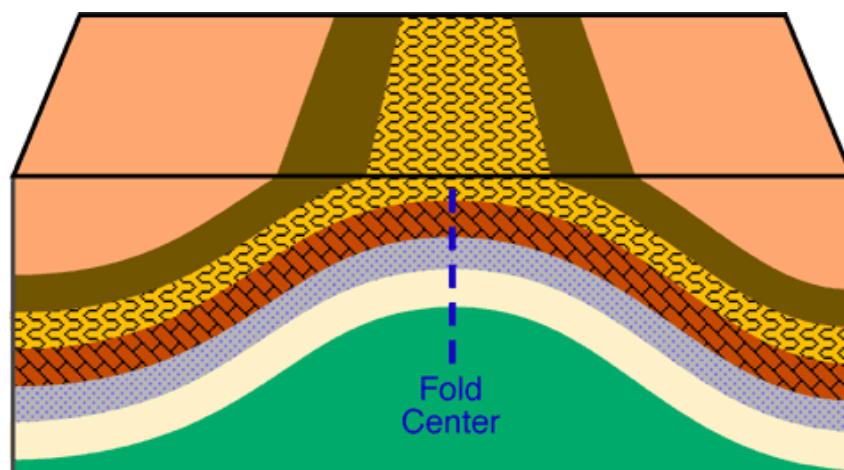
Pada suatu batuan reservoir bisa didapatkan 2 jenis permeabilitas oleh karena retakan ini:

Permeabilitas dan porositas rendah di dalam bongkahan di antara retakan; permeabilitas dan porositas tinggi di dalam rekahannya sendiri. Porositas rekahan biasanya dapat ditentukan dari perbedaan perhitungan log sonik dan log densitas. Log sonik tidak dapat mendeteksi rekahan yang vertikal

BAB X MENGENAL TAHAPAN EKSPLORASI MIGAS

Seperti yang telah dibahas diatas bahwa eksplorasi adalah kegiatan penting dalam industry migas. Dengan kegiatan ini diharapkan dapat ditemukan cadangan-cadangan baru, baik pada daerah baru maupun daerah lama yang sebelumnya pernah dilakukan eksplorasi. Kenyataan membuktikan bahwa suatu daerah yang pernah dieksplorasi oleh perusahaan asing yang besar sampai pada kegiatan beberapa pemboran dan dinyatakan tidak menghasilkan minyak atau gas. Ketika daerah tersebut diambil kembali oleh perusahaan lain ternyata pada daerah yang sama tersebut ditemukan minyak atau gas dan dapat diproduksi.

Beberapa konsepsi dari teori anliklin, perangkat stratigrafi, dan konsepsi mengenai hidrodinamika, menunjukkan bahwa terjadi perkembangan pemikiran yang terus-menerus dan menghasilkan timbulnya konsepsi baru tentang terdapatnya dan keadaan geologi minyak bumi. Ditunjang oleh berkembangnya dan semakin majunya metode geofisika-untuk eksplorasi akan menamhah kemampuan untuk melakukan interpretasi kondisi geologi bawah permukaan dengan lebih detail dari segi resolusi maupun kedalamannya.



Gambar antiklin

Ekplorasi masa kini dan mendatang akan menggunakan hasil penelitian dan konsepsi baru, dan metode yang lebih canggih. Kegiatan eksplorasi yang terus-menerus dengan mempergunakan metode yang lebih maju diharapkan akan dapat menemukan cadangan tambahan pada daerah yang dulu diperkirakan tidak terdapat lagi minyak dan gas bumi.

Pada kegiatan eksplorasi pekerjaannya kebanyakan dilakukan oleh ahli geologi, termasuk juga mereka yang berspesialisasi dalam geofisika, pemboran, geokimia, geodesi, dll.

Di dalam eksplorasi migas, tahapan pekerjaan yang dilakukan tidak berbeda dengan bahan galian lainnya.

Tahapan operasi eksplorasi meliputi proses sebagai berikut :

- a) Perencanaan eksplorasi
- b) Operasi survai lapangan
- c) Pemboran Eksplorasi
- d) Pengembangan dan reevaluasi

Penjelasan tahap-tahapan eksplorasi diberikan sebagai berikut:

1. Perencanaan Eksplorasi

Agar eksplorasi dapat dilaksanakan dengan efisien, ekonomis, dan tepat sasaran, maka diperlukan perencanaan berdasarkan prinsip-prinsip dan konsep-konsep dasar eksplorasi sebelum program eksplorasi tersebut dilaksanakan.

Lingkup pekerjaan perencanaan eksplorasi tergantung kepada data yang telah tersedia dan data tambahan yang masih diperlukan untuk mendapatkan minyak dan gas bumi. Perencanaan eksplorasi mencakup:

a) Pemilihan daerah eksplorasi

Hal yang menjadi dasar pemilihan daerah eksplorasi adalah :

- o Keadaan geologi

Keadaan geologi mempunyai peran sangat penting di dalam menentukan pemilihan daerah eksplorasi. Keadaan geologi ini misalnya adalah :

- Jenis dan ketebalan batuan sedimen
- Penyebaran batuan sedimen baik lateral maupun vertikal
- Bentuk / pola dasar cekungan
- Geologi sejarah
- Struktur geologi
- Tektonik regional
- Keadaan ekonomi

Keadaan ekonomi ini menyangkut misalnya:

- kesampaian daerah
- keadaan infrastruktur (kondisi jalan, pelabuhan, landasan udara)
- keadaan buruh setempat, apakah mudah mencari buruh atau tidak.
- fasilitas produksi, misalnya adanya halangan dalam pembuatan jaringan pipa, kemungkinan penyaluran minyak.
- perpajakan, syarat kontrak dengan pemerintah
- pembagian keuntungan
- dll.

- Sosial politik dan budaya

Keadaan sosial politik dan budaya suatu daerah seringkali juga menentukan apakah daerah itu dipilih untuk eksplorasi atau tidak. Misalnya :

- Sikap pemerintah setempat dan penduduk setempat, apakah penduduk setempat itu tradisinya terlalu kuat dalam keagamaan dan kebudayaannya. Karena kegiatan eksplorasi ini akan mendatangkan tenaga-tenaga dari berbagai bangsa yang tentunya memiliki latar belakang agama dan kebudayaan yang berbeda dengan penduduk setempat.

- Kestabilan politik
- Kepastian hukum

b) Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk mencari daerah prospek minyak dan gas bumi dengan cara membandingkan geologi daerah lainnya yang telah terbukti produktif. Studi ini mempertimbangkan formasi yang biasa dijadikan sasaran eksplorasi, struktur yang dapat bertindak sebagai perangkap minyak dan gas bumi. Selain itu studi pendahuluan juga meliputi pembuatan rencana eksplorasi.

Studi geologi regional meliputi ketebalan dan Penyebaran Sedimen, stratigrafi regional, tektonik dan Sejarah Geologi.

- Ketebalan dan Penyebaran batuan sedimen

Minyak dan gas bumi terbentuk dari zat organik yang terkubur di dalam batuan sedimen. Sehingga ketebalan dan penyebaran batuan sedimen ini mempengaruhi prospek tidaknya minyak dan gas bumi. Batuan sedimen yang mempunyai lapisan lebih tebal tentunya kemungkinan ditemukannya minyak bumi akan lebih besar. Hal ini disebabkan karena pada umumnya lebih tebal lapisan sedimen, tentu lebih banyak lagi variasi jenis batuan sedimen yang dapat bertindak sebagai batuan reservoir maupun sebagai batuan induk. Batuan reservoir merupakan wadah tempat penyimpanan minyak di dalam rongga-rongga pori batuan. Sedangkan batuan induk merupakan batuan dimana minyak dan gas bumi terbentuk.

- Stratigrafi regional

Pada hakekatnya stratigrafi adalah studi mengenai perlapisan batuan sedimen baik secara lateral maupun

vertical. Dari stratigrafi ini dapat menginterpretasikan lingkungan pengendapan, umur batuan, urutan perlapisan batuan, penyebaran, komposisi batuan, ketebalan, keragaman, korelasi lapisan dll. Sehingga dalam kegiatan eksplorasi, stratigrafi ini memegang peranan penting.

Pada tahap studi pendahuluan penelitian stratigrafi regional yang perlu diperhatikan adalah kemungkinan adanya batuan reservoir, posisi stratigrafinya dan kemungkinan terdapatnya batuan induk. Juga bagi tiap formasi harus dipelajari penyebarannya, keadaan fasiesnya, umurnya, urutan kejadian, ada tidaknya ketidakselarasan dan sebagainya.

- o Tektonik dan Sejarah geologi

Tektonik adalah tenaga dari dalam bumi (gaya endogen) yang mengakibatkan terjadinya perubahan dan pergeseran letak batuan, baik secara vertical maupun horizontal. Akibat perubahan dan pergeseran letak batuan menyebabkan lapisan batuan terlipat dan mengalami patah (tersesarkan). Sedangkan tektonik orogenesis adalah pergerakan lempeng tektonik yang sangat cepat pada wilayah yang sempit. Sehingga mengakibatkan terjadinya :

- o Pelengkungan (warping)
- o Lipatan (Folding)
- o Retakan (Jointing)
- o Patahan (Faulting)

Dalam tahap studi pendahuluan, yang perlu dipelajari terutama adalah berbagai fasa waktu terjadinya orogenesis dan hasil daripada orogenesis tersebut, misalnya kapan terjadi suatu pelipatan, zaman apa yang memungkinkan terjadinya perangkap, dan juga zaman apa terjadi suatu

orogenesis yang memungkinkan terdapatnya klastik yang dapat bertindak sebagai batuan reservoir. Selain itu juga ada tidaknya ketidakselarasan (unconformity yaitu permukaan erosi atau non-deposisi yang memisahkan lapisan yang lebih muda dari yang lebih tua dan menggambarkan suatu rumpang waktu yang signifikan) dengan kemungkinan adanya perangkat struktur ataupun perangkat stratigrafi dibawahnya.

Selain ketiga di atas juga sangat penting untuk dipelajari yaitu masalah cekungan. Kita perlu mengetahui apakah daerah yang kita pilih itu merupakan suatu cekungan sedimen, dan apakah jenisnya. Kemudian kita mencoba memasukan ke dalam klasifikasi yang ada mengenai cekungan. Kita harus mendapatkan suatu model cekungan lengkap dengan urutan kejadiannya dan perkembangan cekungan itu, studi cekungan yang diperlukan mencakup :

- o arah sedimentasi batuan sumber
- o perubahan fasies minyak yang terjadi,
- o perkembangan cekungan
- o serta gejala sedimentasi yang terjadi dalam suatu periode geologi dimana cekungan itu berevolusi.

Studi cekungan ini dilakukan dari semua data yang telah ada, misalnya :

- o Semua laporan geologi dari daerah tersebut, yang dipublikasikan ataupun tidak harus dipelajari.
- o Peta geologi yang ada dan semua foto udara bekas perang dunia II harus dipelajari kembali.
- o semua sintesa regional dalam berbagai majalah yang ditulis oleh beberapa ahli.
- o geologi regional daerah sekitarnya yaitu untuk memberikan kepada kita pengertian yang lebih baik mengenai cekungan sedimen yang kita pelajari.

- Berbagai data geofisik seperti gravitasi, magnetic maupun seismik dan semua sumur pemboran eksplorasi yang ada, harus segera didapatkan dan segera dipelajari.
- melakukan pembicaraan dengan para ahli geologi terkemuka di daerah tersebut mengenai berbagai pendapatnya. Universitas di sekitar daerah tersebut mungkin telah banyak melakukan penyelidikan di daerah itu.
- Thesis mahasiswa sangat berguna untuk dipelajari, untuk kemudian dikumpulkan datanya.

Kadang-kadang ada baiknya untuk menyerahkan pelaksanaan studi pendahuluan ini pada seorang konsultan yang telah lama bergerak di daerah tersebut, data sudah terkumpul olehnya sehingga biayanya mungkin bisa ditekan.

Semua data tersebut dikumpulkan dan dianalisa serta di saring, dan sebagai hasil dari studi yang demikian ditulishlah suatu laporan yang dilampiri peta, penampang dan kesimpulan yang menyangkut studi cekungan.

Laporan tersebut harus memberikan jawaban pertanyaan sebagai berikut:

- Apakah di daerah tersebut ada satuan stratigrafi yang bisa bertindak sebagai batuan reservoir, serta lapisan penutupnya ?
- Apakah ada batuan induk di daerah tersebut ?
- Apakah tektonik setempat telah menghasilkan perangkap struktur, serta apakah stratigrafinya memungkinkan perangkap stratigrafi ?
- Apakah daerah tersebut telah menghasilkan minyak bumi atau tidak ? di dalam laporan perlu ditulis

Selain itu juga jika dipermukaan ditemukan tanda-tanda rembesan minyak perlu dicantumkan di dalam laporan karena adanya rembesan minyak merupakan petunjuk terpenting

mengenai telah mampu tidaknya daerah tersebut menghasilkan minyak dan gas bumi dalam sejarah geologinya.

Dari hasil laporan studi pendahuluan ini, maka target eksplorasi harus sudah ditentukan, misalnya lapisan batuan (formasi) manakah yang diperkirakan bisa memberikan lapisan reservoir, dilokasi daerah manakah yang kita harapkan prospektif, serta jenis perangkat apakah yang bisa diharapkan dari eksplorasi ini.

Dari laporan studi pendahuluan tersebut, suatu rencana eksplorasi harus dibuat. Rencana eksplorasi ini harus terperinci, misalnya mengenai :

- jumlah biayanya,
- berapa jumlah tenaga ahli yang dibutuhkan,
- jadwal operasi eksplorasi,
- waktu dilaksanakannya pemboran.
- jenis operasi yang akan dilakukan. Apakah operasi akan dilakukan oleh personalia sendiri, ataukah diborongkan kepada perusahaan jasa teknik sebagaimana sekarang banyak sekali dilakukan.

2. Operasi eksplorasi

Pelaksanaan operasi survai lapangan tergantung kepada kebutuhan data yang diperlukan. Pada daerah yang masih baru operasi eksplorasi akan meliputi:

- Penyelidikan sepintas lalu
- Survey detail
- Penilaian dan prognosis
- Pemboran eksplorasi

Penjelasan lebih jauh diberikan sebagai berikut :

a) Penyelidikan Sepintas Lalu (Reconnaissance)

Pada tahap ini dilakukan survai (peninjauan) secara sepintas pada daerah-daerah yang diperkirakan menarik berdasarkan data geologi guna mengetahui gambaran keadaan geologi yang luas sehingga dapat dipilih beberapa daerah prospek untuk dilakukan penelitian secara lebih mendetail. Peninjauan langsung di lapangan dengan melakukan pengamatan terhadap singkapan. Skala peta yang dipakai adalah mulai dari 1:200.000 sampai dengan 1:100.000. Survei Tinjau (Reconnaissance) merupakan kegiatan eksplorasi awal yang terdiri dari pemotretan dari udara, pemetaan geologi permukaan, penyelidikan geofisika.

Lebih jelasnya pekerjaan yang dilakukan pada tahapan ini adalah :

- o Pemotretan dari udara



Foto udara merupakan salah satu jenis citra penginderaan jauh dengan wahana berupa pesawat terbang rendah sampai terbang tinggi dengan ketinggian terbang 1000 meter sampai 18.000 meter dari permukaan bumi. Sehingga data – data yang terekam dalam citra foto udara memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi. Foto udara memiliki skala yang besar, sehingga jumlah informasi geometri maupun ketelitiannya juga jauh lebih tinggi. Pengambilan foto udara sangat tergantung pada cuaca, dan hanya bisa beroperasi selama ada sinar matahari yang cukup. Secara umum tingkat akurasi geometri foto udara mempunyai akurasi yang tinggi, sehingga untuk peta berskala besar masih digunakan foto udara.

Interpretasi foto udara merupakan kegiatan menganalisa citra foto udara dengan maksud untuk mengidentifikasi dan menilai objek pada citra tersebut sesuai dengan prinsip-prinsip interpretasi. Interpretasi foto udara secara umum dapat digunakan sebagai bahan pembuat peta topografi serta pemetaan sumber daya alam baik hayati maupun non hayati.

Pemanfaatan dan aplikasi foto udara dalam ruang lingkup kegiatan operasi eksplorasi pada saat penyelidikan sepintas lalu dimanfaatkan untuk membuat peta dasar seluruh daerah operasi survey, terutam jika belum ada peta untuk daerah operasi tersebut. Meskipun telah ada peta dasar, foto udara itu masih sangat berguna. Misalnya saja untuk mengadakan interpretasi geologi dari foto udara yang



dapat dilakukan secara cepat untuk daerah yang sangat luas. Dari interpretasi geologi dapat diperoleh data struktur geologi berupa lipatan atau patahan yang kemungkinan dapat menjadi jebakan minyak bumi pada daerah onshore. Beberapa ladang minyak dapat secara langsung mengindikasikan keberadaan hidrokarbon dari kenampakan di permukaan misalnya apabila terjadi penyusupan minyak dan gas yang ada di dalam mencapai permukaan, identifikasi dalam kasus ini dikenal sebagai direct detection. Minyak dan gas yang menyusup keluar terkadang mampu berinteraksi dengan batuan di permukaan, soil, dan vegetasi sehingga mengakibatkan suatu anomali yang dapat menjadi petunjuk keberadaan jebakan hidrokarbon. Misalnya, pada ladang minyak Cement dan Velma di selatan Oklahoma dikelilingi oleh lapisan batupasir yang berwarna merah, namun tepat pada daerah operasi pemboran warna batupasir yang sama cenderung gelap dan keabuan karena besi oksida dalam batupasir teroksidasi oleh karbon yang keluar, mineral gypsum tergantikan oleh kalsit, selain itu setiap

mineral dengan unsur karbon memiliki harga isotop atom C yang tidak wajar.

- o Pemetaan Geologi Permukaan

Sebelum masuk ke pemetaan geologi permukaan dalam penyelidikan sepintas lalu ini perlu kita ketahui terlebih dahulu apa itu pemetaan geologi. Yang dimaksud pemetaan geologi adalah suatu upaya untuk memetakan kondisi geologi suatu daerah sehingga menghasilkan peta geologi yang bertujuan menyingkap proses geologi yang melibatkan : batuan , tektonik, peremajaan morfologi serta mengetahui sejarah suatu daerah.

Pada saat penyelidikan sepintas lalu ini, pemetaan geologi permukaan sering dilakukan untuk mendapatkan



gambaran umum mengenai keadaan geologi seluruh cekungan atau seluruh daerah yang sedang diselidiki. Namun lebih dipentingkan lagi dalam tahap ini adalah

antara lain, pengukuran penampang stratigrafi dan pemetaan struktur.

- o Pengukuran penampang Stratigrafi

Pengukuran penampang Stratigrafi merupakan salah satu pekerjaan yang biasa dilakukan dalam pemetaan geologi lapangan. Adapun pekerjaan pengukuran stratigrafi dimaksudkan untuk memperoleh gambaran yang terperinci dari hubungan stratigrafi antar setiap perlapisan batuan / satuan batuan, ketebalan setiap satuan stratigrafi, sejarah sedimentasi secara vertikal dan lingkungan pengendapan dari setiap satuan batuan.

Di lapangan, pengukuran stratigrafi biasanya dilakukan dengan menggunakan tali meteran dan kompas pada singkapan-singkapan yang menerus dalam suatu lintasan.



Survey ini banyak dilakukan terutama di pinggir cekungan dengan harapan ada formasi dari lapisan

batuan yang mungkin mengandung minyak tersingkap atau muncul ke permukaan. Pengukuran penampang dilakukan sepanjang sungai ataupun melalui bukit-bukit pegunungan dengan rintis-rintis (terutama untuk daerah batuan gamping), dan bertujuan mengadakan korelasi antara satu penampang dengan penampang lainnya, serta meneliti berbagai perubahan fasies yang terjadi dari satu daerah ke daerah lain. Jadi tujuan pengukuran penampang stratigrafi ini adalah mempelajari ketebalan formasi, fasies serta litologi berbagai macam satuan stratigrafi, perubahan fasies yang terjadi secara regional dan kemungkinan adanya batuan reservoir sehingga dapat dipelajari sifat-sifatnya. Untuk mempelajari stratigrafi regional ini, apabila perlu dilakukan pemboran stratigrafi yang sudah termasuk suatu survey detil.

Pengukuran penampang stratigrafi ditunjang langsung oleh penelitian paleontology daripada fosil yang dikumpulkan di lapangan, sehingga korelasi dan penentuan lingkungan pengendapan juga akan lebih sempurna. Selain itu dapat juga ditunjang oleh penelitian petrografi, terutama petrografi sediment.

- Pemetaan Struktur.

Pemetaan geologi struktur bertujuan untuk mendapatkan gambaran struktur/tektonik di suatu daerah/wilayah, sehingga penyebaran, jenis serta genetik pembentukannya dapat diketahui.

Dalam pemetaan geologi struktur, kegiatan yang perlu dilakukan adalah mengamati, mengukur dan menganalisis gejala-gejala struktur yang tersingkap di lapangan.

Gejala struktur di lapangan dapat berupa struktur bidang maupun garis (bidang sesar, bidang kekar, gores-garis, bidang lapisan, gores-garis, dsb) dan dapat pula merupakan jejak-jejak struktural lainnya (breksi sesar, milonit dsb). Disamping adanya bentuk geometri, juga dikenal adanya bentuk morfologis topografi misalnya kelurusan topografi, kelurusan dan kelokan sungai, bergesernya punggung bukit dsb.

Pengetahuan geologi struktur wajib dipahami oleh seseorang yang akan melakukan pemetaan geologi, terlebih lagi bagi yang khusus meneliti tektonik suatu daerah. Kualitas hasil penelitian geologi struktur salah satunya tergantung pada tingkat kemampuan seseorang dalam menguasai ilmu geologi struktur.

Dalam penyelidikan sepintas lalu operasi eksplorasi kegiatan pemetaan struktur ini pada umumnya dilakukan untuk pengecekan pada beberapa tempat terhadap interpretasi foto udara. Pada fase ini pemetaan secara langsung di lapangan untuk seluruh daerah akan memerlukan waktu yang sangat banyak. Yang penting adalah melakukan lintasan pada beberapa daerah yang cukup kritis, kemudian melakukan verifikasi terhadap interpretasi foto udara. Juga pada pemetaan struktur ini operasi dilakukan sepanjang rintis atau sungai dengan menggunakan peta dasar yang didapatkan dari foto udara.

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal dari kegiatan pemetaan struktur ini, dilakukan beberapa tahapan, yaitu :

- ❖ Pendahuluan :
 - Studi Pustaka
 - Interpretasi foto udara, citra landsat (citra indraja) dan topografi.

- ❖ Penelitian Lapangan
Pengamatan, pengukuran, pencatatan data, pembuatan sketsa, analisis sementara dan plotting data struktur ke dalam peta dasar.

- ❖ Penelitian Laboratorium/studio
 - Pengolahan data
 - Pembuatan penampang struktur dan peta struktur

- ❖ Analisis data secara menyeluruh
 - Melakukan analisis tektonik daerah penelitian yang bersesuaian dengan konsep/teori struktur geologi dan membandingkannya dengan tektonik regional yang berkaitan dengan daerah penelitian.

- ❖ Laporan hasil penelitian
 - Seluruh hasil analisis tersebut dituangkan ke dalam buku laporan yang didalamnya disertai peta struktur beserta penampang strukturnya

o Penyelidikan Geofisika

adalah bagian dari ilmu bumi yang mempelajari bumi menggunakan kaidah atau prinsip-prinsip fisika. Penyelidikan geofisika adalah kegiatan untuk mengetahui

kondisi di bawah permukaan bumi dengan cara melakukan pengukuran di atas permukaan bumi dari parameter-parameter fisika yang dimiliki oleh batuan di dalam bumi. Dari pengukuran ini dapat ditafsirkan bagaimana sifat-sifat dan kondisi di bawah permukaan bumi baik itu secara vertikal maupun horisontal.

Penyelidikan geofisika pada taraf sepintas lalu, juga dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran keadaan bawah permukaan, keadaan bentuk cekungan seluruh daerah dan terutama untuk mendapatkan gambaran bagaimana bentuk dasar cekungan ini. Survey demikian yang dapat dilakukan secara cepat antara lain adalah :

- Survey Aeromagnetic,

Aeromagnetic surveying, adalah metode remote sensing yang menggunakan pemetaan medan magnet bumi dengan menggunakan magnetometer elektronik udara. Survey ini dimaksudkan untuk mempelajari keadaan serta kedalaman batuan dasar cekungan. Dari keadaan serta kedalaman batuan dasar, maka ketebalan sedimen di beberapa bagian daerah yang diselidiki dapatlah diketahui. Bentuk batuan dasar juga akan memberikan gambaran umum mengenai kemungkinan penyebaran fasies dalam cekungan, yang ditunjang oleh penelitian geologi permukaan daerah tepi cekungan

- Survey Magnetic Daratan

Metode magnetik pada dasarnya adalah metode yang memetakan gangguan lokal pada medan magnet bumi yang disebabkan oleh variasi kemagnetan batuan. Metode ini adalah metode geofisika tertua yang dikenal oleh manusia. Sejarah metode ini dimulai dari kompas magnetik yang pertama ditemukan di Cina \pm 3000 tahun yang lalu. Kemudian pada tahun 1600, William Gilbert mempublikasikan esai "de magnete" yang menyatakan bahwa bumi adalah sebuah magnet. Karl Fredrick Gauss menyimpulkan dari analisis matematika bahwa medan magnet berhubungan dengan rotasi bumi. Dalam perkembangannya kompas digunakan dalam eksplorasi di Swedia. Alat magnetometer pertama kali diciptakan dan digunakan pada Perang Dunia II untuk mendeteksi kapal selam.

Saat ini metode magnetik merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan saat penyelidikan sepintas lalu dalam eksplorasi minyak dan gas bumi. Metode ini dapat dipakai melokalisasi anomali secara akurat. Kelemahan dari survey ini adalah lembap dalam pelaksanaannya, banyak noise dan hanya dapat dilaksanakan pada daerah yang dapat diakses oleh manusia. Namun dewasa ini seiring dengan begitu majunya survey aeromagnetik yang dilakukan dengan pesawat udara, maka survey ini pun sekarang sudah jarang dilakukan, kecuali untuk memperlajari yang delil

- Survey Gravitasi.

Gravitasi dapat didefinisikan sebagai suatu gaya yang bekerja antara 2 benda, seperti misalnya gaya interaksi antara tubuh kita dan bumi. Besarnya gaya tersebut tergantung pada massa dan jarak yang memisahkan kedua benda tersebut. Oleh karena itu besarnya gaya gravitasi di

tiap-tiap tempat di permukaan bumi ini akan selalu berbeda.

Survei gravitasi dilakukan dengan memanfaatkan perubahan gaya gravitasi dari suatu tempat ke tempat lainnya. Biasanya perubahan yang terjadi relatif kecil sehingga dalam pengukuran gravitasi diperlukan suatu alat ukur yang memiliki kepekaan cukup tinggi. Secara umum tempat yang memiliki kandungan batuan bawah permukaan dengan densitas tinggi akan menyebabkan harga gravitasi terukur besar pula dan berlaku pula hal sebaliknya.

Informasi yang diharapkan dari survei gravitasi adalah mengetahui efek dari sumber yang tidak diketahui terhadap perubahan harga gravitasi atau variasi harga gravitasi. Untuk mengetahui besarnya efek dari sumber tersebut terhadap harga gravitasi diperlukan suatu proses reduksi terhadap faktor-faktor lainnya yang juga mempengaruhi harga gravitasi, diantaranya : efek lintang, efek ketinggian (elevasi), efek pasang surut, efek topografi, dan lain-lain. Besarnya harga gravitasi yang benar-benar ditimbulkan oleh sumber yang diketahui tersebut dikenal sebagai anomali gravitasi atau anomali Bouguer.

Anomali gravitasi yang menggambarkan variasi lateral densitas batuan secara tidak langsung memberikan gambaran struktur geologi dibawah permukaan bumi dan hal ini menyebabkan metoda gravitasi merupakan suatu penyelidikan tahap awal atau pada saat penyelidikan sepintas lalu dalam eksplorasi minyak bumi. Yaitu dilakukan terutama untuk mempelajari basement (batuan dasar) serta ketebalan sediment dan bentuk cekungan. Survey aeromagnetik yang dilakukan dari udara kadang-kadang belum memenuhi syarat, karena batuan dasar tidak

selalu bersifat magnetic dan dalam hal ini survey gravitasi dapat mengisinya. Juga dewasa ini survey gravitasi masih belum bisa dilakukan dengan menggunakan pesawat terbang sehingga masih selalu dilakukan di daratan. Dengan menggunakan transport perahu ataupun jalan kaki pengukuran gaya berat dilakukan pada stasiun gravitasi yang tersebar secara meluas dalam jaringan yang cukup berjarak. Survey gravitasi kadang-kadang juga digunakan untuk menyelidiki kemungkinan ditemukannya struktur lipatan, terutama di daerah yang tidak ada singkapan. Survey gravitasi relatif cepat dan murah. Tapi sampai kini masih belum dapat dilakukan dari pesawat udara, walaupun di lautan survey gravitasi ini sudah dapat.

Selain survey di atas juga dilakukan menggunakan Survey Seismik yang bersifat tinjauan sepintas lalu (Reconnaissance Seismik). Semua survey ini dilakukan dalam waktu yang sesingkat-singkatnya untuk mendapatkan gambaran umum daerah yang diselidiki.

b) Survey detail

Survey eksplorasi detail atau rinci, Kegiatan eksplorasi rinci merupakan kegiatan tahapan penyelidikan lapangan terakhir yang dilakukan. Setelah beberapa daerah prospektif dipilih dari hasil penyelidikan survey sepintas lalu, maka disemua daerah pilihan tersebut segera dilakukan survey secara mendetil. Survey ini dilakukan pada skala besar, biasanya digunakan peta dengan skala 1: 10.000 atau 1: 5.000, tetapi pada umumnya adalah 1: 50.000 atau sampai 1: 25.000.

Tujuan survey detil adalah untuk menentukan adanya tutupan (Closure), besar kecilnya tutupan secara areal ataupun secara vertical serta bentuk perangkap itu secara lebih teliti, sehingga

langsung dapat ditentukan titik lokasi pemboran pemboran eksplorasi. Dari survey detil ini dapat dilakukan perkiraan volume minyak yang bisa diharapkan secara maksimal dan juga kedalaman objektif ataupun lapisan reservoir yang diharapkan akan menghasilkan minyak. Metode yang sampai sekarang dipergunakan adalah Survey Geologi Permukaan, Survey Seismik, Survey Gravitasi Detil, dan Pemboran Stratigrafi.

➤ Survey Pemetaan Geologi

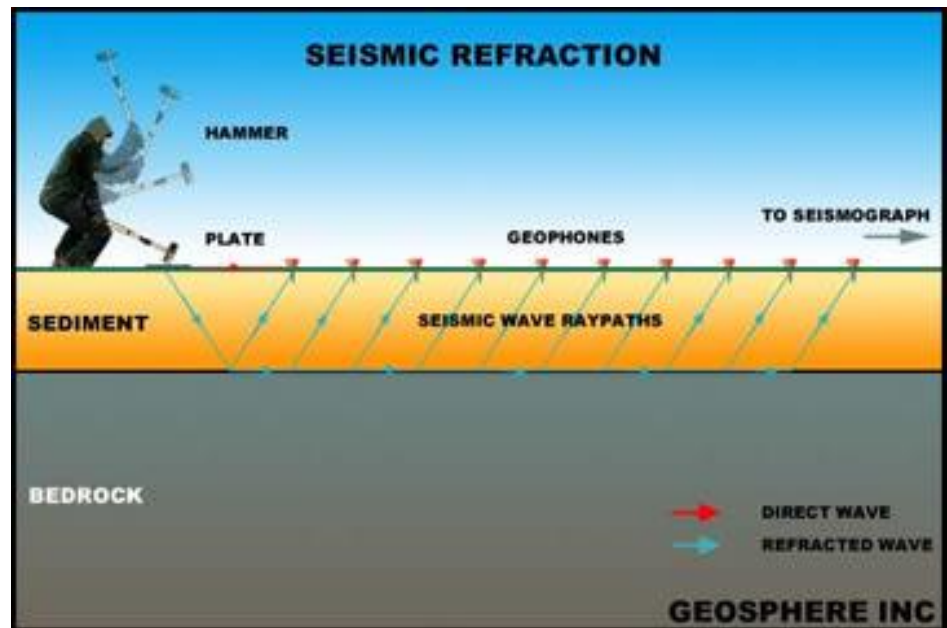
Sebelumnya sudah disinggung sedikit mengenai apa itu pemetaan geologi pada tahap survey sepintas lalu. Kalau Pada tahap survey sepintas lalu pemetaan geologi ini dilakukan sifatnya hanya tinjauan saja atau dengan skala kecil maka pada tahap survey detail ini pemetaan geologi dilakukan secara lebih atau dengan skala yang lebih besar. Survey pemetaan geologi pada tahap ini dapat dilakukan jika memang terdapat singkapan. Pemetaan dilakukan pada rintis dan juga sepanjang sungai. Pemetaan dilakukan dengan menggunakan alat ukur, sehingga ketelitiannya dapat terjamin dan biasanya juga diikaitkan kepada rintis-rintis pengukuran seismik. Walaupun metode seismik sudah lebih teliti dewasa ini, akan tetapi pemetaan geologi secara detil pun masih selalu harus dilakukan, terutama untuk membantu interpretasi seismik jika seandainya terdapat patahan ataupun berbagai keadaan yang kurang meyakinkan. Jika singkapan tidak ada, misalnya di daerah yang tertutup endapan alluvial, penyelidikan sering dilakukan dengan pemboran dangkal (dengan menggunakan alat (*counterflush*)). Dengan demikian diharapkan diketahuinya urutan litologi serta adanya lapisan

penunjuk yang dapat dikorelasikan dan dikontur. Selain itu sering pula sumur uji (*test pit*) dipergunakan untuk mendapatkan singkapan. Metode pemetaan dan pemboran dangkal atau sumuran uji, dewasa ini agak ketinggalan zaman, tetapi kadang-kadang masih merupakan metode yang lebih murah dibandingkan dengan metode seismik.

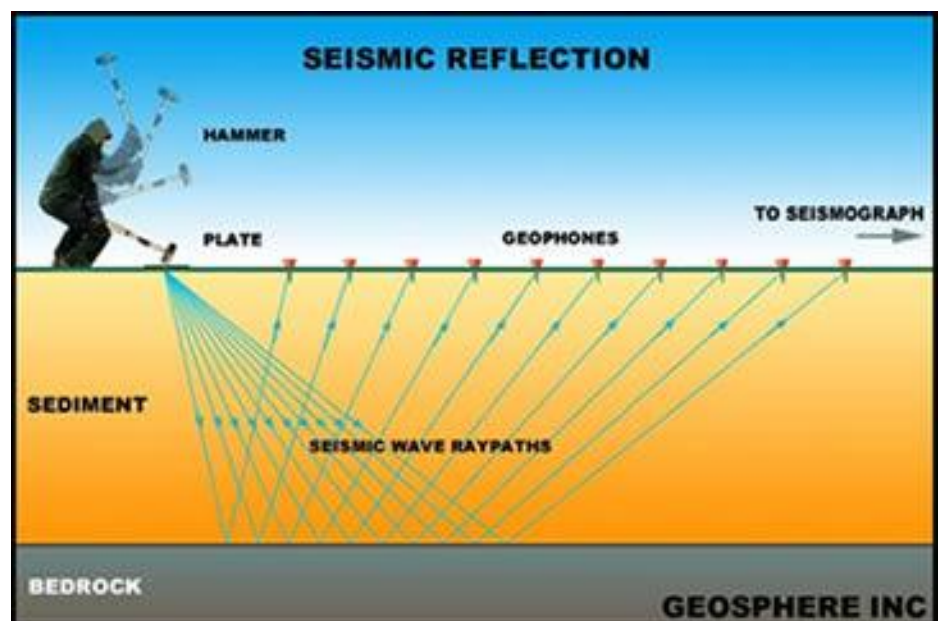
➤ Survey Seismik

Metode Seismik adalah suatu metode dalam ilmu Geofisika yang dipergunakan untuk mendeteksi struktur bawah permukaan. Metode ini merupakan metode yang paling canggih untuk dapat merekam data geologi bawah permukaan yang kemampuannya dapat melampaui geologi permukaan. Selain itu metode ini dapat dilakukan baik di darat atau dilaut.

Seismik di bagi menjadi dua yaitu Seismik Refraksi (Bias) dan Seismik Refleksi (Pantul). Seismik Refraksi dipergunakan untuk mendeteksi batuan atau lapisan yang letaknya cukup dangkal dan untuk mengetahui lapisan tanah penutup (*overburden*). Sedang Seismik Refleksi dipergunakan untuk penyelidikan minyak dan gas bumi. Di dalam survey detail ini metode yang digunakan adalah metode refleksi.



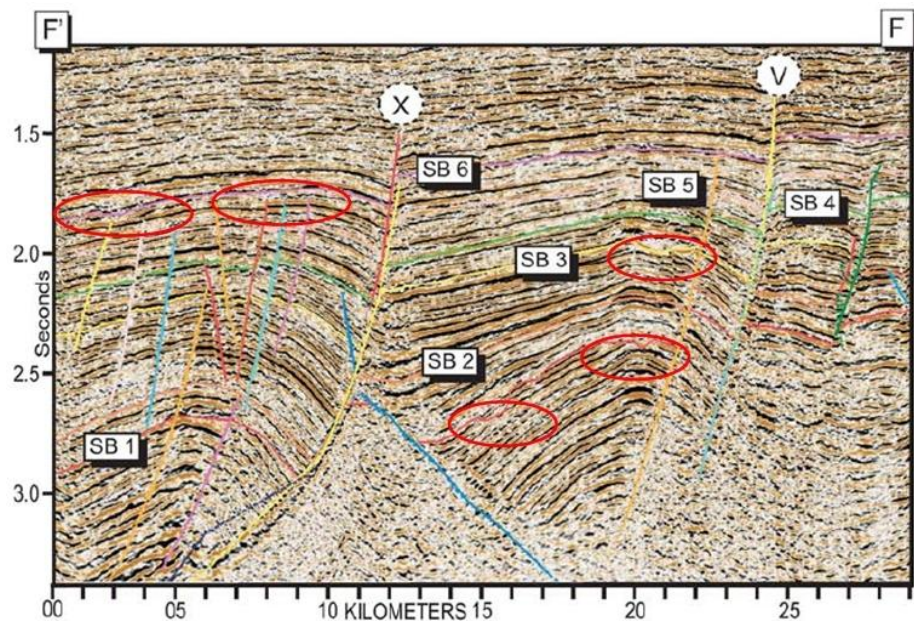
Gambar seismik refraksi (bias)



Gambar seismik refleksi (pantul)

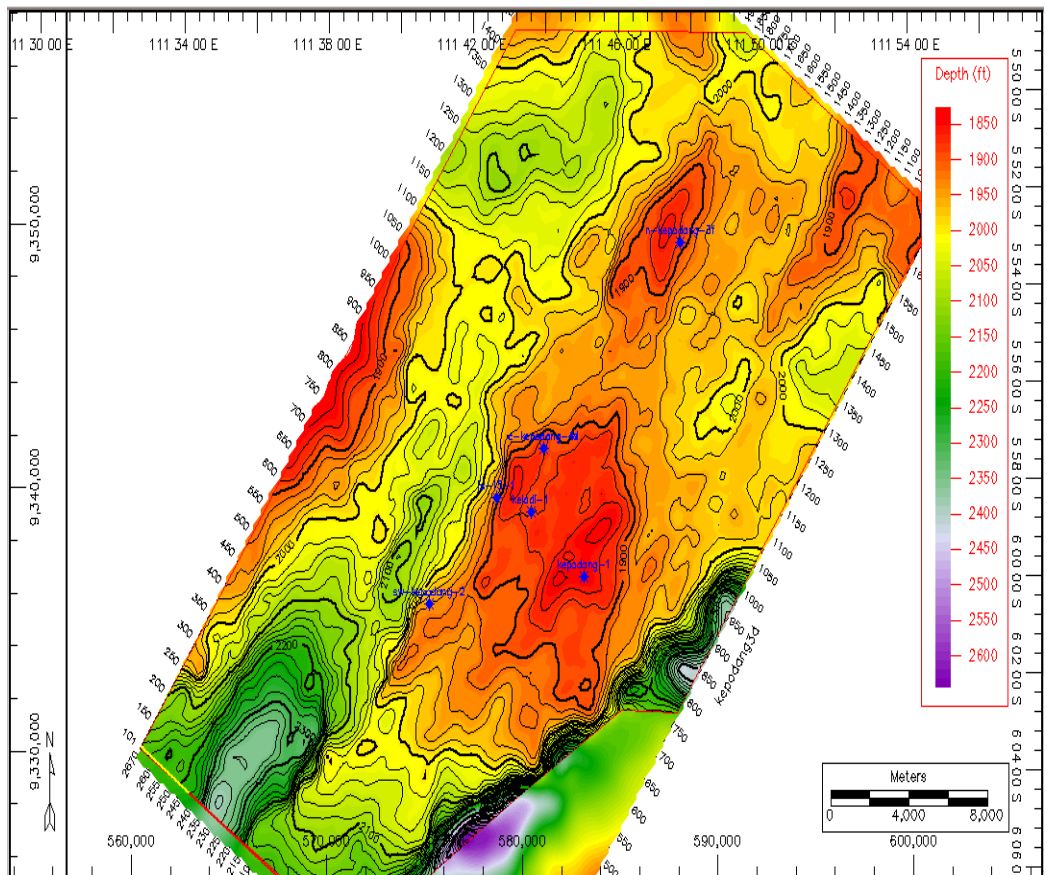
Untuk memperoleh data geologi bawah permukaan diperlukan sumber getar buatan. Sumber tersebut dapat berupa ledakan(eksplosien), vibroseis, airgun, watergun, hammer, weigh drop, tergantung jenis metode seismik yang dipergunakan. Dari sumber getar tersebut dikirimkan gelombang getar kedalam kulit

bumi. Gelombang getar dipantulkan oleh lapisan-lapisan batuan dan dikembalikan ke atas permukaan tanah. Gelombang getar ditangkap oleh sensor dan kemudian dikirimkan ke alat perekam. Hasil rekaman yang diperoleh dari survei ini disebut dengan penampang seismik. Penampang seismik adalah rekaman data seismik (seismogram) yang digambarkan (di plot) sepanjang lintasan tertentu. Penampang seismik diperoleh dari rekaman di banyak titik sepanjang lintasan pengukuran. Apabila gambar dihasilkan langsung dari seismogramnya, maka disebut penampang waktu (time section) sementara apabila sudah dikonversi menjadi kedalaman, maka disebut penampang kedalaman (depth section) yang berasosiasi dengan struktur dibawah lintasan pengukurannya.



Gambar . Penampang seismik setelah dilakukan prosesi

Dari penampang seismik ini dibuat peta struktur berkontur untuk penentuan tutupan. Dan peta struktur berkontur itu harus dilakukan pada refleksi yang paling mendekati objektif sehingga tidak terjadi pergeseran tutupan.



Gambar peta struktur berkontur

Selanjutnya bisa diduga daerah mana yang potensial merupakan jebakan minyak dan lebih lanjut dengan menghitung volume jebakan minyaknya, sampai ke volume minyak bumi itu sendiri dapat diduga besarnya.

➤ Survey Gravitasi detail

Pada pembahasan sebelumnya sudah disinggung sedikit mengenai apa itu survey gravitasi. Pada survey detail Survey gravitasi ini kadang-kadang juga digunakan untuk mendeteksi adanya suatu tutupan, terutama jika yang diharapkan adalah suatu intrusi garam (kubah garam) atau suatu terumbu, yang hasilnya diharapkan terdapatnya suatu kontras dalam gravitasi antara lapisan penutup, dengan batuan reservoir atau batuan garam. Namun dewasa ini metode ini pun sudah agak jarang dilakukan karena metode telah maju dengan pesat.



Gambar pengukuran gravity

➤ Pemboran stratigrafi

Yang dimaksud dengan pemboran adalah membuat lubang vertikal ke dalam tanah. Dalam keadaan tertentu pemboran

dapat juga dilakukan secara miring ("directional drilling"). Tujuan dilakukan pemboran dapat bermacam-macam misalnya :

- Pemboran stratigrafi, bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai urutan stratigrafi suatu daerah.
- Pemboran Inti, yaitu suatu pemboran yang bermaksud atau bertujuan untuk memperoleh contoh batuan dalam bentuk inti (core), dari kedalaman 0 sampai kedalaman tertentu. Pemboran ini biasa juga disebut dengan "diamond drilling".
- Pemboran Struktur, bertujuan untuk mendapatkan gambaran struktur geologi suatu tempat.
- Pemboran Eksplorasi ("wildcat drilling"), yaitu pemboran uji apakah suatu formasi itu mengandung minyak atau tidak. Pemboran semacam ini adalah fase yang paling menedebarkan dalam pencarian minyak bumi.
- DII

Di dalam industri minyak dan gas bumi pemboran stratigrafi biasa disebut dengan pemboran lobang kecil ("slimhole drilling") karena biasanya diameter lobangnya kecil. Metode pemboran stratigrafi ini jarang dilakukan dalam operasi eksplorasi ini.

Pemboran stratigrafi yang bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai urutan stratigrafi yang lengkap dilakukan diatas suatu sinklin. Kadang-kadang pemboran stratigrafi tidak dilakukan pada suatu sinklin, namun pada suatu prospek yang masih belum kuat alasannya untuk dibor akan tetapi akan memberikan data stratigrafi yang baik. Dengan demikian maksud utama mendapatkan urutan stratigrafi setempat terpenuhi, dan lagi tidak lepas dari kemungkinan ditemukannya minyak bumi.

Pada taraf operasi eksplorasi ini survey lapangan selalu didukung oleh pusat pemrosesan data dan laboratorium. Sebagai contoh misalnya laboratorium mikropaleontologi, laboratorium sedimentografi, laboratorium penentuan umur radiometris, pusat pemrosesan data untuk seismik dan sebagainya. Seringkali laboratorium dan pusat pemrosesan ini berada di luar negeri. Semua contoh batuan dari lapangan dikirimkan dengan menggunakan helikopter dan pesawat terbang, supaya dengan cepat dapat sampai di laboratorium dan langsung dianalisa sehingga hasilnya segera didapatkan. Dengan demikian para ahli geologi yang sedang bekerja di lapangan dapat segera mengetahui umur batuan, jenis batuan, dan juga dengan demikian dapat segera mengetahui masalah yang dihadapinya dan karenanya dapat segera dilakukan pengecekan kembali di lapangan. Sebagai contoh misalnya, data paleontology menunjukkan adanya ketidakselarasan, maka seorang ahli geologi langsung dapat mencek tempat ketidakselarasan itu diperkirakan ada. Dengan demikian segera setelah pekerjaan lapangan selesai, dapatlah diketahui keadaan geologi daerah yang diselidikinya. Demikian pula pada survey seismik, pita rekaman magnetic segera dikirimkan dengan helicopter dan pesawat terbang ke pusat pemrosesan dan computer. Tentu dalam hal ini dijaga supaya rekaman magnetik itu tidak terhapus dalam perjalanan. Dengan demikian seorang ahli geofisika lapangan dapat segera mendapatkan penampang hasil penembakannya, sehingga dia dapat mengadakan interpretasi serta melihat masalah yang dihadapinya. Kadang kala hasil penembakan itu tidak baik, sehingga diperlukan suatu metode khusus untuk mendapatkan refleksi yang lebih baik.

Penggunaan pesawat terbang, helikopter dan laboratorium serta pusat pemrosesan data, akan sangat menghemat biaya dan waktu dan semua masalah dapat diselesaikan sewaktu survey masih berlangsung.

c) Penilaian dan prognosis

Penilaian hasil survai lapangan meliputi penilaian terhadap keberadaan batuan induk, keberadaan batuan reservoir, perangkap, sejarah tektonik. Dari hasil penilaian tersebut selanjutnya ditentukan :

- Untuk melanjutkan atau menyetop kegiatan eksplorasi
- Daerah prospek
- Metode eksplorasi yang digunakan

Prognosis Adalah rencana pemboran secara terperinci serta ramalan mengenai apa yang akan ditemui waktu pemboran dan pada kedalaman berapa. Prognosis ini meliputi : Lokasi yang tepat, Kedalaman terakhir (T.D), Latar belakang geologi, Lapisan reservoir yang diharap, Kedalaman puncak formasi yang akan ditembus, Jenis survai lubang bor yang akan dilaksanakan dan program bor yang akan dilaksanakan misalnya program logging, coring, program casing, semen, lumpur dll.

d) Pemboran eksplorasi

Pemboran eksplorasi merupakan puncak seluruh kegiatan eksplorasi. Pemboran eksplorasi adalah pemboran yang dilakukan untuk membuktikan suatu cekungan ada tidaknya minyak dan gas bumi serta untuk mendapatkan data bawah permukaan sebanyak mungkin.

Pekerjaan ini dimulai dari pembuatan rencana pemboran : titik koordinat, elevasi, perkiraan lithologi dan tekanan formasi, program lumpur, konstruksi sumur, program coring, analisa cutting, logging dan well testing.

Persiapan pemboran : pembuatan jalan, jembatan, pemilihan menara bor dan peralatan yang sesuai, pemasangan alat pembantu (jaringan telekomunikasi, air, listrik, dsb) perhitungan perkiraan biaya pemboran.

Pekerjaan laboratorium dilakukan untuk dapat menunjang data lapangan pada pengeboran eksplorasi. Pada pekerjaan pengeboran eksplorasi pekerjaan laboratorium yang diperlukan meliputi :

- Analisa paleontologi
- Analisa petrografi
- Analisa geokimia hidrokarbon
- Analisa petrofisik
- Analisa well logging

Tanda-tanda adanya minyak dan gas dapat diketahui dari berbagai macam cara, misal :

- Pemeriksaan “cutting” (keratan) bor dan contoh inti dinding lubang (side wall core) dengan menggunakan bantuan alat seperti fluoroscope, reaksi dengan larutan kimia tertentu.
- Menganalisa dan evaluasi log listrik, sonic dan radio active baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Penafsiran kualitatif meliputi :

- a) Jenis batuan, dengan indikasi sebagai berikut :
 - Batu pasir dicirikan :
 - SP memiliki defleksi (+/-)
 - G.R. rendah / kecil
 - Ada separasi micro normal + micro inverse.

- Lubang bor lebih kecil dari diameter pahat, karena adanya mud cake (dilihat pada caliper log).
- o Lempung / shale :
 - SP Log lurus, tidak ada defleksi
 - GR tinggi / besar
 - Lubang bor ukuran bit, karena caving
 - Tidak ada separasi dalam micro log
- o Gamping / Dolomit :
 - GR rendah dan tajam
 - Resistivity tinggi dan tajam
 - Sonic log rendah / kecil
 - Density log tinggi
- o Batu bara :
 - GR rendah dan tajam
 - Resistivity tinggi dan tajam
 - Sonic log tinggi
 - Density log rendah / kecil
- b) Untuk lapangan yang telah memiliki beberapa buah sumur, dapat dilakukan korelasi antar sumur dengan cara membandingkan bentuk curva logging yang ditunjukkannya.
- c) Indikasi kandungan hydrocarbon ditunjukkan oleh :
 - Naiknya harga resistivity pada batuan reservoir
 - Separasi positif dari curva log density dan curva log Neutron
- d) Penafsiran kuantitatif akan mencakup :
 - Perhitungan R_w , R_{wa} , R_{xo}
 - Perhitungan S_w , S_{xo} , S_{hr}
 - Perhitungan porositas dan Menganalisa Inti Bor (Core)

Berdasarkan indikasi-indikasi yang ada, maka untuk lebih meyakinkan dan membuktikan, kemudian dilakukan “uji kandungan lapisan” (UKL/DST). Dari UKL ini barulah dapat ditentukan kapasitas hydrocarbon yang terkandung didalam reservoir.

Selama pemboran berlangsung, seorang ahli geologi harus menjaga atau menunggunya yang bertugas(well-site geologist) :

- Memeriksa dan memberikan keratan sumur (cutting) dan memplotnya dalam satu log litologi.
- Menentukan apakah batas formasi telah tercapai pada waktu pemboran berlangsung.
- Menentukan dan memberitakan tercapainya jalur-jalur yang menarik perhatian atau memperlihatkan indikasi adanya migas.
- Menentukan apakah pemboran harus dihentikan ataukah harus dilakukan coring.
- Menyaksikan pelaksanaan logging listrik dan sebagainya oleh perusahaan jasa teknik.
- Menganalisa log listrik, log litologi dan sebagainya untuk penentuan zona-zona penghasil minyak.
- Menentukan selang-selang yang harus dilakukan perforasi dan pengujian akan adanya migas.

Semua hasil pemboran sumur setiap hari harus dilaporkan kepada manager eksplorasi. Dari pemboran eksplorasi itu dapat ditentukan potensi dari sumur tersebut, dapat produksi secara menguntungkan atau tidak

Pembahasan lebih lanjut mengenai teknis dasar pemboran eksplorasi pada buku semester II

3. Pengembangan dan Reevaluasi

Jika suatu lapangan minyak ditemukan, maka haruslah direncanakan pengembangannya untuk di eksploitasi. Sebelum penemuan lapangan baru ini diserahkan pada bagian eksploitasi, maka bagian eksplorasi masih harus menentukan batas lapangan, dengan suatu rencana pemboran semi eksplorasi. Acara ini adalah melakukan pemboran jauh ke arah sayap pemboran atau yang disebut downstep atau downflank.

BAB XI

KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

A. DEFINISI

DEFINISI UMUM

Pemikiran/upaya untuk menjamin keutuhan dan kemampuan jasmani dan rohani pekerja/karyawan khususnya dan masyarakat umumnya.

SAINS

Ilmu pengetahuan dan penerapannya untuk mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan dan Penyakit Akibat kerja.

DEFINISI KHUSUS

- Keselamatan kerja adalah keselamatan yang bertalian dengan mesin, alat kerja, bahan dan proses pengolahannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya, dan cara-cara melakukan pekerjaan.
- Keselamatan kerja bersasaran di segala tempat kerja, baik didarat, didalam tanah, dipermukaan air, di dalam air, maupun di udara. Tempat-tempat kerja demikian tersebar pada segenap kegiatan ekonomi, seperti pertanian, industri, pertambangan, perhubungan, pekerjaan umum, jasa, dan lain sebagainya.
- Keselamatan kerja menyangkut segenap aspek seperti proses produksi dan distribusi, baik barang maupun jasa. Salah satu aspek penting sasaran keselamatan kerja, mengingat resiko bahayanya, adalah penerapan teknologi, terutama teknologi yang sudah maju dan lebih mutakhir.
- Keselamatan kerja adalah tugas semua orang yang bekerja.

- Keselamatan kerja adalah oleh, dari, dan untuk setiap tenaga kerja serta orang lainnya, dan juga masyarakat pada umumnya.

B. TUJUAN KESELAMATAN KERJA

Tujuan keselamatan kerja adalah sebagai berikut :

- Melindungi tenaga kerja atas hak keselamatannya dalam melakukan pekerjaannya untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional.
- Menjamin keselamatan setiap orang lain yang berada ditempat kerja
- Sumber produksi dipelihara dan dipergunakan secara aman dan efisien.

Dalam kondisi-kondisi dan situasi di Indonesia, keselamatan kerja di nilai seperti berikut :

- 1) Keselamatan kerja adalah sarana utama untuk pencegahan kecelakaan, cacat dan kematian sebagai akibat kecelakaan kerja. Keselamatan kerja yang baik adalah pintu gerbang bagi keamanan tenaga kerja. Kecelakaan selain menjadi sebab hambatan-hambatan langsung juga merupakan kerugian-kerugian secara tidak langsung yakni kerusakan mesin dan peralatan kerja, terhentinya proses produksi untuk beberapa saat, kerusakan pada lingkungan kerja, dan lain-lain. Biaya –biaya sebagai akibat kecelakaan kerja, baik langsung atau tidak langsung cukup bahkan kadang-kadang sangat atau terlampau besar, sehingga bila diperhitungkan secara nasional hal itu merupakan kehilangan yang berjumlah besar.
- 2) Analisa kecelakaan secara nasional berdasarkan angka-angka yang masuk atas dasar wajib lapor kecelakaan dan data kompensasinya dewasa ini seolah-olah relatif rendah dibandingkan dengan banyaknya jam kerja tenaga kerja. Kenyataan ini belum benar-benar menggembirakan, karena dibalik angka-angka tersebut masih

terdapat kelemahan-kelemahan pelaporan dan pencatatan kecelakaan yang perlu penyempurnaan. Selain itu perlu juga penggarapan kepatuhan kewajiban lapor oleh perusahaan-perusahaan mengenai kecelakaan kerja.

3) Potensi-potensi bahaya yang mengancam keselamatan pada berbagai sektor kegiatan ekonomi jelas dapat di observasi, misalnya :

- Sektor pertanian yang juga meliputi perkebunan menampilkan aspek-aspek bahaya potensial seperti modernisasi pertanian dengan menggunakan racun-racun hama dan pemakaian alat baru seperti mekanisasi. Sub sektor perikanan mempunyai bahaya khusus terutama penangkapan ikan oleh nelayan. Sub sektor kehutanan juga mempunyai kekhususan dalam soal keselamatan industri perkayuan.
- Sektor industri di sertai bahaya-bahaya potensial seperti keracunan-keracunan bahan kimia, kecelakaan-kecelakaan oleh karena mesin, kebakaran, ledakan-ledakan, dan lain-lain.
- Sektor pertambangan mempunyai resiko-resiko khusus seperti akibat kecelakaan tambang, sehingga keselamatan pertambangan perlu dikembangkan secara tersendiri. Minyak dan gas bumi termasuk daerah rawan kecelakaan.
- Sektor perhubungan di tandai kecelakaan-kecelakaan lalulintas darat, laut, dan udara serta bahaya-bahaya potensial pada industri pariwisata. Demikian pula telekomunikasi kekhususan-kekhususan dalam resiko bahaya.
- Sektor jasa, walaupun biasanya tidak rawan kecelakaan, juga menghadapi problematika bahaya kecelakaan khusus.

4) Menurut observasi, angka frekuensi untuk kecelakaan-kecelakaan ringan yang tidak menyebabkan hilangnya hari kerja tetapi hanya jam kerja masih terlalu tinggi. Padahal dengan hilangnya satu atau dua jam sehari berakibat kehilangan jam kerja yang besar secara

keseluruhan. Upaya secara lebih serentak diperlukan untuk memberantas kecelakaan-kecelakaan ringan seperti ini.

- 5) Analisa kecelakaan memperlihatkan bahwa untuk setiap kecelakaan ada faktor penyebabnya. Sebab-sebab tersebut bersumber pada alat-alat mekanik dan lingkungan serta pada manusianya sendiri. Untuk mencegah kecelakaan, penyebab-penyebab ini harus dihilangkan.
- 6) 85% dari sebab-sebab kecelakaan adalah faktor manusia. Maka dari itu usaha-usaha keselamatan selain ditujukan kepada teknik mekanik juga harus memperhatikan secara khusus aspek-aspek manusiawi. Dalam hubungan ini, pendidikan dan penggaerahan keselamatan kerja kepada tenaga kerja merupakan sarana penting.
- 7) Sekalipun upaya-upaya pencegahan telah maksimal, kecelakaan masih mungkin terjadi, dan dalam hal ini, adalah besar peranan kompensasi kecelakaan sebagai suatu jaminan sosial untuk meringankan beban penderita.

C. KESELAMATAN KERJA DAN PERLINDUNGAN TENAGA KERJA

Perlindungan tenaga kerja meliputi aspek-aspek yang cukup luas, yaitu perlindungan keselamatan, kesehatan, pemeliharaan moral kerja serta perlakuan yang sesuai dengan martabat manusia dan moral agama.

Perlindungan tersebut bermaksud, agar tenaga kerja secara aman melakukan pekerjaannya sehari-hari untuk meningkatkan produksi dan produktifitas nasional.

Tenaga kerja harus memperoleh perlindungan dari pelbagai soal di sekitarnya dan pada dirinya yang dapat menimpa dan mengganggu dirinya serta pelaksanaan pekerjaannya.

Jelaslah, bahwa keselamatan kerja adalah satu segi penting dari perlindungan tenaga kerja. Dalam hubungan ini bahaya yang dapat timbul dari mesin, pesawat, alat kerja, bahan dan proses

pengolahannya, keadaan tempat kerja, lingkungan, cara melakukan pekerjaan, karakteristik fisik dan mental dari pada pekerjaannya, harus sejauh mungkin di berantas dan atau dikendalikan.

D. KESELAMATAN KERJA DAN PENINGKATAN PRODUKSI DAN PRODUKTIVITAS

Keselamatan kerja erat hubungannya dengan peningkatan produksi dan produktivitas. Produktivitas adalah perbandingan di antara hasil kerja (output) dan upaya yang dipergunakan (input).

Keselamatan kerja dapat membantu peningkatan produksi dan produktivitas atas dasar :

- 1). Dengan tingkat keselamatan kerja yang tinggi, kecelakaan-kecelakaan yang menjadi sebab sakit, cacat dan kematian dapat di kurangi atau ditekan sekecil-kecilnya, sehingga pembiayaan yang tidak perlu dapat dihindari.
- 2). Tingkat keselamatan yang tinggi sejalan dengan pemeliharaan dan penggunaan pemeliharaan dan penggunaan peralatan kerja dan mesin yang produktif dan efisien dan bertalian dengan tingkat produksi dan produktivitas yang tinggi.
- 3). Pada berbagai hal tingkat keselamatan yang tinggi menciptakan kondisi-kondisi yang mendukung kenyamanan serta kegaerahan kerja, sehingga faktor manusia dapat diserasikan dengan tingkat efisiensi yang tinggi pula.
- 4). Praktek keselamatan kerja tidak bisa dipisah-pisahkan dari ketrampilan, keduanya berjalan sejajar dan merupakan unsur-unsur esensial bagi kelangsungan proses produksi.
- 5). Keselamatan kerja yang dilaksanakan sebaik-baiknya dengan partisipasi pengusaha dan buruh akan membawa iklim keamanan dan ketenangan kerja, sehingga sangat membantu bagi hubungan

buruh dan pengusaha yang merupakan landasan kuat bagi terciptanya kelancaran produksi.

E. LATAR BELAKANG SOSIAL-EKONOMI DAN KULTURAL

Keselamatan kerja mempunyai latar belakang sosial ekonomi dan kultural yang sangat luas. Tingkat pendidikan, latar belakang kehidupan yang luas, seperti kebiasaan-kebiasaan, kepercayaan-kepercayaan, dan lain-lain yang berkaitan dengan pelaksanaan keselamatan kerja. Demikian juga keadaan ekonomi ada sangkut pautnya dengan permasalahan keselamatan kerja tersebut.

Didalam masyarakat yang sedang membangun dan salah satu aspek penting pembangunan adalah bidang ekonomi dan sosial, maka keselamatan kerja lebih tampil didepan lagi, di karenakan cepatnya penerapan teknologi dengan segala seginya termasuk problematika keselamatan kerja menampilkan banyak permasalahan, sedangkan kondisi sosial kultural belum cukup siap untuk menghadapinya. Maka dari itu sebagai akibat tidak cukupnya perhatian di berikan disana sini terlihat adanya problem keselamatan kerja, bahkan kadang-kadang hilang sama sekali hasil jerih payah suatu usaha di karenakan terjadi kecelakaan.

Keselamatan harus ditanamkan sejak anak kecil dan menjadi kebiasaan hidup yang di praktekkan sehari-hari. Keselamatan kerja merupakan satu bagian dari keselamatan pada umumnya. Masyarakat harus di bina penghayatan keselamatannya kearah yang jauh lebih tinggi. Proses pembinaan ini tak pernah ada habis-habisnya sepanjang kehidupan manusia.

Soal-soal latihan

1. Apa yang dimaksud dengan Keselamatan dan Kesehatan Kerja?

Jelaskan !

- Definisi umum

.....

- Definisi sains

.....

- Definisi khusus

.....

2. Apa tujuan Keselamatan Kerja? Jelaskan !

.....

3. Perlindungan tenaga kerja meliputi aspek-aspek yang cukup luas, aspek-aspek apa saja sebutkan !

.....

4. Keselamatan Kerja dapat membantu meningkatkan produksi dan produktivitas atas dasar apa? Jelaskan !

.....

5. Keselamatan Kerja mempunyai latar belakang sosial ekonomi dan kultural yang sangat luas, apa maksud dari perihal tersebut? Jelaskan !

.....

BAB XII

BAHAYA-BAHAYA DITEMPAT KERJA

A. DEFINISI

Bahaya (hazard) adalah suatu kondisi yang mempunyai potensial untuk menimbulkan cedera pada manusia, kerusakan pada peralatan atau struktur, kerugian material, atau menurunkan kemampuan melaksanakan suatu fungsi tertentu.

Berbahaya (danger) adalah derajat terpapar (relative exposure) kepada suatu bahaya. Suatu bahaya barangkali ada, tetapi tidak begitu berbahaya karena telah di tanggulangi.

Dua orang yang bekerja pada tempat yang tinggi mempunyai bahaya yang sama, namun derajat atau tingkat bahayanya dapat berbeda. Misalnya bila yang seseorang memakai sabuk keselamatan dan yang lain tidak memakai.

B. URUTAN PERANAN BAHAYA DALAM KECELAKAAN

Kadang-kadang bahaya diartikan sebagai sebab kecelakaan. Hal tersebut kalau kita tinjau dari pengertian bahaya diatas adalah tidak benar. Bahaya dapat hadir tanpa menimbulkan kecelakaan. Namun kalau tingkat berbahayanya melewati batas yang ditentukan baru dapat menjadi sebab kecelakaan.

Adanya bahaya hanya menunjukkan adanya kemungkinan kecelakaan.

Bila bahaya tersebut sampai menimbulkan kecelakaan maka urutan peranannya dalam menyebabkan kecelakaan dapat dibagi sebagai berikut :

- (1). Bahaya pemula (initiating hazards), yaitu bahaya yang menjadi asal mula bagi bekerjanya bahaya-bahaya penunjang dan bahaya primer.
- (2). Bahaya penunjang (contributory hazard), yaitu bahaya-bahaya yang menunjang atau yang menjadi perantara bekerjanya bahaya primer setelah adanya pemula.
- (3). Bahaya primer (primary hazards), yaitu bahaya yang langsung menjadi sebab timbulnya :
 - a). Cidera atau bahkan kematian
 - b). Kerusakan alat, struktur atau sarana
 - c). Penurunan kemampuan fungsi
 - d). Kerugian material

Keadaan tersebut berasal atau diakibatkan oleh ;

- a). Manusia, seperti cacat (fisik maupun mental), perbuatan dan lain-lain.
- b). Lingkungan, seperti alam (banjir, petir, hujan dan lain-lain), iklim (suhu, tekanan, udara kotor, kurang zat asam dan lain-lain).
- c). Peralatan, seperti mesin, instrumentasi dan alat-alat yang lain (rusak, usang, tidak standar dan lain-lain).
- d). Bahan, seperti bahan kimia beracun, reaktif, mudah terbakar, dan lain-lain.

C. JENIS BAHAYA

Bahaya-bahaya yang dapat menimbulkan bahaya dapat di bagi menjadi 2 (dua) jenis yaitu ;

- (1). Bahaya berasal dari lingkungan dan alat.
- (2). Bahaya berasal dari tingkah laku manusia

Dalam garis besarnya bahaya yang berasal dari lingkungan dapat berupa : perlindungan tidak sempurna, bahan atau peralatan yang rusak, prosedur tak aman, housekeeping tak aman, penerangan kurang, ventilasi kurang, pakaian kerja yang tak sesuai.

Sedangkan bahaya dari tingkah laku manusia terdiri dari : sikap kerja yang tak aman, kurang pengetahuan, kurang ketrampilan, cacat fisik dan cacat mental.

Pembicaraan selanjutnya hanya dibatasi pada bahaya yang berasal dari lingkungan. Sedangkan bahaya dari tingkah laku manusia akan dibahas pada bab tersendiri.

D. IDENTIFIKASI BAHAYA

Yang dimaksud sebagai identifikasi bahaya adalah usaha yang mengetahui, mengenal dan memperkirakan adanya bahaya pada suatu sistem (peralatan, unit kerja, prosedur dan lain-lain).

Pekerjaan itu meliputi kegiatan mendiagnosa dan menemukan bahaya pada bagian-bagian dari sistem (maupun sub sistem), waktu, urutan aktifitas dan juga menghitung kemungkinan-kemungkinan timbul dan akibat yang akan dihasilkan bahaya tersebut.

Dalam pelaksanaannya, identifikasi bahaya dapat dilakukan dengan dua macam pendekatan, yaitu :

- (1). Pendekatan fundamental (fundamental approach).
- (2). Pendekatan teknis (technical approach)

Pendekatan fundamental adalah usaha identifikasi dengan melaksanakan sejumlah studi atau penelaahan terhadap bahaya-bahaya, yang mungkin timbul pada masing-masing sistem yang ada.

Pendekatan ini mengandung dua urutan yaitu :

- (1). Dengan analisa bahaya kualitatif

Yaitu usaha untuk mengenal semua bahaya yang terlibat atau ada pada sistem.

(2). Dengan analisa bahaya kuantitatif

Yaitu suatu usaha untuk menghitung kemungkinan timbulnya bahaya pada masing-masing sistem dan kemudian baru menghitung kemungkinan timbulnya bahaya pada seluruh sistem.

E. KEGUNAAN IDENTIFIKASI BAHAYA

Identifikasi bahaya mempunyai kegunaan sebagai berikut ;

- (1). Untuk mengetahui bahaya-bahaya yang ada
- (2). Untuk mengetahui potensi bahaya tersebut, baik akibat maupun frekuensi terjadinya.
- (3). Untuk mengetahui lokasi bahaya
- (4). Untuk menunjukkan bahwa bahaya-bahaya tertentu tidak akan menimbulkan akibat kecelakaan sehingga tidak perlu diberikan perlindungan.
- (5). Untuk menunjukkan bahwa bahaya-bahaya tertentu telah dapat diberikan perlindungan.
- (6). Untuk analisa lebih lanjut

Dari bahaya-bahaya yang diidentifikasi dan kemudian dianalisa akan memberikan keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

- (1). Dapat ditentukan sumber atau penyebab timbulnya bahaya.
- (2). Dapat ditentukan kualifikasi fisik dan mental seseorang yang diberi tugas.
- (3). Dapat menentukan cara, prosedur-prosedur, pergerakan-pergerakan dan posisi-posisi yang berbahaya kemudian dapat dicari cara untuk mengatasinya.

- (4). Dapat ditentukan lingkup yang harus dianalisa lebih lanjut.
- (5). Untuk tujuan dan keselamatan seperti peningkatan mutu, keandalan dan estetika.

F. SAAT IDENTIFIKASI

Seperti halnya menganalisa bahaya, maka identifikasipun dilaksanakan terhadap sistem pada saat.

- (a). Pra rancang (pra design)
- (b). Purna rancang (post design)

Identifikasi bahaya pada tahap pra rancang meliputi usaha menemukan dan mengetahui bahaya yang mungkin ada bila rancangan tersebut telah jadi. Untuk memperoleh identifikasi yang cermat, dalam analisa atau pencahariannya perlu meneliti peraturan perundangan yang berhubungan dengan sistem atau produk, code of practice dan spesifikasinya. Dari identifikasi pra rancang tersebut akan diperoleh data-data bahaya yang spesifik dari alat. Dengan demikian akan dibuat rencana untuk mengatasi bahaya-bahaya tersebut. Apakah bahaya tersebut harus dilengkapi dalam perencanaan dengan berbagai modifikasi.

Atau diatas dengan cara lain, misalnya dengan melukiskan dalam insctruction manual.

Bagi suatu sistem atau produk baru, identifikasi dan analisa bahaya tingkat pra rancang ini sangat penting karena akan timbul hambatan-hambatan yang tidak berarti dan spesifikasi yang disaratkan akan dapat dipenuhi dengan lebih baik.

Identifikasi purna rancang dimaksudkan untuk menentukan :

- 1). Bahaya-bahaya baru yang timbul bila sistem atau produk tersebut dipergunakan dalam kondisi dan prosedur normal dan tidak normal.

2). Akibat-akibat dari bahaya yang berasal dari lingkungan dan keadaan yang normal maupun tidak normal serta berbagai kesalahan prosedur pemakaian alat tersebut.

Persyaratan mengatasi bahaya yang diidentifikasi pra rancang sudah terpenuhi atau belum, ditambah dengan hasil identifikasi purna rancang ini kemudian dianalisa lebih lanjut akan dapat ditentukan perlu atau tidaknya modifikasi rancangan alat tersebut, atau hanya perlu beberapa persyaratan tambahan agar sistem atau pelayanan mencapai tingkat keselamatan tertinggi.

G. SUMBER INFORMASI BAHAYA

Informasi bahaya atas suatu sistem atau produk serta unit kerja dapat berasal dari :

1. Pengalaman kecelakaan masa silam

Pengalaman ini dapat yang dialami sendiri atau dari pihak luar yang mempunyai sistem atau unit kerja yang serupa. Hanya saja pengalaman tersebut tidak mencakup semua kemungkinan adanya bahaya pada sistem yang bersangkutan. Dan mungkin juga pengalaman ini tidak mungkin dialami, misalnya bahaya ledakan nuklir atau pesawat angkasa luar yang terbakar. Agar diperoleh data bahaya yang lebih baik, atas dasar pengalaman ini kemudian dikembangkan kemungkinan-kemungkinan teoritis yang lebih luas dengan memakai "Analisa Keselamatan Sistem".

2. Hasil Inspeksi dan Pengujian

Inspeksi keselamatan kerja dan pengujian-pengujian akan menghasilkan petunjuk-petunjuk adanya bahaya pada suatu sistem atau unit.

Bahkan dari hasil inspeksi dan pengujian ini bila dilakukan penelaahan lebih lanjut dengan analisa bahaya akan diperoleh data-data yang tertulis lebih baik dan lebih banyak.

Untuk inspeksi ini agar diperoleh data bahaya yang sebanyak mungkin, perlu disiapkan checklist yang mencakup baik kemungkinan sebab adanya bahaya maupun akibatnya. Dan checklist tersebut setelah diisi akan menjadi salah satu referensi dalam analisa bahaya yang akan dibuat.

3. Analisa Keselamatan Sistem

Dengan menggunakan analisa keselamatan sistem akan dapat diungkapkan bahaya-bahaya yang menyertai sistem tersebut, baik secara individual maupun dalam keseluruhan sistem.

H. PELAKSANAAN IDENTIFIKASI BAHAYA

Setiap orang yang bertanggung jawab kepada keselamatan kerja pasti melakukan identifikasi bahaya. Oleh karena tanggung jawab keselamatan itu mempunyai tingkat dan lingkup yang berbeda maka tingkat identifikasinya pun akan berlainan.

Seorang perancang, mulai merumuskan konsep suatu produk harus sudah mengetahui bahaya-bahaya yang dirancangkan. Seorang operator, di tempat kerja ia juga harus memahami bahaya-bahaya yang ada di sekitar tempat kerja, yang ada pada peralatan dan bukan bahaya dari proses yang dioperasikannya.

Seorang pengawas berkepentingan untuk mengawasi problematika kecelakaan yang mungkin menimpa anak buahnya maupun asset yang menjadi tanggung jawabnya. Dengan demikian ia harus secara mendalam mengenal bahaya yang ada serta menganalisanya untuk kemudian melenyapkannya.

Petugas keselamatan adalah motornya usaha keselamatan kerja. Oleh karena itu ia harus mampu menunjukkan, mengungkapkan, menggali, dan menganalisa bahaya-bahaya yang ada di semua tempat kerja di mana ia bertugas.

Rekomendasi-rekomendasi yang dibuatnya harus mampu mengatasi bahaya-bahaya yang ada. Dan dari segi ini jelaslah bahwa petugas keselamatan kerja harus mampu menganalisa keselamatan sistem yang ada di semua tempat kerja.

Kemudian mereka yang duduk di dalam eksekutifpun harus memperoleh informasi tentang aspek bahaya agar dapat memahami ancamannya bila bahaya tersebut sampai menimbulkan kecelakaan. Dengan memahami ancaman tersebut ia akan dapat memberikan dukungan usaha keselamatan tersebut.

I. TANDA-TANDA ADANYA BAHAYA

Adanya bahaya pada suatu alat, unit operasi ataupun sistem dapat diketahui dari berbagai macam hal seperti berikut :

1. Riwayat Insiden / Kecelakaan

Dari insiden-insiden ataupun kecelakaan yang pernah terjadi pada lokasi, peralatan maupun operasi yang bersangkutan atau yang serupa akan dapat diketahui bahaya-bahaya yang ada. Bentuk bahaya yang dapat digali mungkin berupa human error (kesalahan manusia), kerusakan alat, kesalahan prosedur, tekanan lingkungan, dan lain-lain.

2. Gejala adanya bahaya

Gejala tersebut dapat berupa :

- a). Insiden berulang
- b). Operasi terputus
- c). Biaya yang berlebihan
- d). Pemakaian tenaga yang berlebihan
- e). Banyak bahan yang terbuang
- f). Keluhan karyawan

- g). Keluhan masyarakat
- h). Prosedur tak berjalan (interference)
- i). Catatan rumah sakit
- j). Keterhambatan atau penundaan-penundaan

3. Langsung diketahui potensinya

Banyak peralatan, ataupun sistem yang memang sudah jelas potensi bahayanya, walaupun bahaya itu tak pernah mengakibatkan kecelakaan.

J. POTENSI BAHAYA

Pada suatu sistem, peralatan ataupun operasi kerja, potensi bahaya ditentukan oleh tiga aspek yaitu :

1. Keparahan akibat kecelakaan yang berasal dari bahaya

Keparahan dapat dibagi menjadi empat kategori yaitu :

- a).Kategori I : Mengganggu (Nuisance, Negligible), yaitu bahaya-bahaya yang tidak akan menimbulkan cedera, penyakit kerja maupun kerusakan sistem.
- b).Kategori II : Terbatas (Marginal) yaitu bahaya-bahaya yang dapat menimbulkan cedera ringan, penyakit kerja ringan maupun kerusakan sistem ringan.
- c).Kategori III : Kritis (Critical) yaitu bahaya yang dapat menimbulkan cedera berat (parah), penyakit kerja berat (parah) maupun kerusakan sistem yang berat.
- d).Kategori IV : Rencana (catastrophic), yaitu bahaya yang dapat menimbulkan akibat kematian atau kemunahan sistem.

2. Keseringan bahaya menimbulkan kecelakaan

Bahaya yang ada akan mempunyai potensi keseringan untuk menimbulkan kecelakaan.

Namun tingkat keseringan tersebut pada satu sistem atau lokasi dengan sistem atau lokasi yang lain akan berlain-lainan walaupun berasal dari bahaya yang sama.

Keseringan bahaya dapat dibagi menjadi empat kelas yaitu :

- a). Kalis (Remote), tidak pernah terjadi kecelakaan sebelumnya pada sistem yang serupa.
- b). Langka (Random), pernah terjadi sekali kecelakaan.
- c). Jarang (Seldom, Occasional), kecelakaan terjadi dua atau tiga kali.
- d). Kronis (Chronic), kecelakaan terjadi lebih dari tiga kali.

3. Ragam bahaya

Makin banyak jenis bahaya yang terdapat pada suatu tempat kerja akan menimbulkan banyak ragam kecelakaan yang dapat terjadi. Dengan demikian masalah yang ditimbulkanpun akan makin rumit, sehingga untuk mengatasinyapun sulit, dan biaya yang diperlukan banyak.

K. METODA-METODA IDENTIFIKASI BAHAYA

Metoda-metoda identifikasi bahaya pada dasarnya adalah :

- (1). Hanya untuk mengetahui adanya bahaya beserta lokasinya saja.
- (2). Untuk mengetahui bahaya dan menentukan potensinya serta untuk tindakan lebih lanjut.

Yang termasuk identifikasi yang pertama adalah metode inspeksi dan metode indentifikasi 7 langkah.

Dan yang termasuk metode identifikasi yang kedua adalah metoda kartu indentifikasi bahaya dan yang lebih mendetail lagi adalah berbagai macam analisa bahaya dan analisa keselamatan sistem.

1. Metoda Inspeksi Bahaya

Langkah-langkah yang perlu dilaksanakan untuk inspeksi bahaya

adalah :

a. Merumuskan Sumber Bahaya

Pada masing-masing lokasi atau sistem operasi mempunyai perangkat kerja, keadaan ataupun sub sistem yang spesifik baik ragam, jumlah maupun penempatannya. Oleh karena itu sumber bahaya yang ada pada masing-masing lokasi atau sistem operasi akan tidak sama. Kepada mereka yang diberikan tugas mengidentifikasi bahaya yang ada pada tempat tersebut.

Di bawah ini adalah sejumlah sumber yang dapat dikumpulkan sebagai sumber bahaya :

- a) Bahan kimia
- b) Listrik
- c) Mekanis
- d) Tekanan
- e) Suhu dan panas
- f) Percepatan / penggerakan
- g) Kebakaran
- h) Ledakan
- i) Housekeeping
- j) Bising
- k) Radiasi
- l) Pencahayaan

- m) Struktur / bangunan / support
- n) Alat-alat tangan
- o) Permukaan kerja
- p) Alat pengangkat
- q) Pengindra / sensor (detektor, indikator)
- r) Komunikasi (display, papan panel, alarm dan lainnya).
- s) Alat-alat kontrol (safety valve, lighting dsb).
- t) Elevasi
- u) Kendaraan dan lain-lain.

b. Merumuskan bahaya potensial pada masing-masing sumber bahaya

Tiap-tiap sumber bahaya akan mempunyai potensi bahaya yang bermacam-macam.

Ragam potensi bahaya inipun berbeda-beda antara lokasi atau sistem yang satu dengan yang lain.

Dibawah ini diungkapkan potensi bahaya tersebut dari tiga sumber bahaya

(a). Listrik

- Tersengat (shock)
- Hubungan singkat
- Kebakaran
- Panas lebih (overheating)
- Insulasi rusak
- Bunga api listrik
- Busur listrik
- Beban lebih (overload)
- Ledakan

(b). Panas & Suhu

- Api

- Permukaan panas
- Permukaan amat dingin
- Penguapan naik
- Suhu ruangan naik
- Suhu ruangan turun

(c). Tekanan

- Gas bertekanan
- Udara bertekanan
- Water hammer
- Sambaran selang
- Tekanan lebih
- Efek tekanan negatif
- Tekanan atmosfer bertambah
- Tekanan atmosfer berkurang

Untuk sumber bahaya yang lain dapat dikembangkan oleh masing-masing yang berkepentingan dan disesuaikan dengan lokasi kerja atau sistem yang ditinjau.

c. Menyusun Checklist

Dalam menyusun checklist identifikasi bahaya ini harus

mengandung :

- a). Nama bagian / sistem
- b). Unit kerja / sub sistem / lokasi
- c). Sumber bahaya
- d). Bahaya potensial
- e). Jumlah bahaya potensial

Sebuah contoh checklist dapat dilihat pada halaman berikut.

d. Mengisi Checklist

Dari masing-masing unit atau sistem diperiksa apakah mengandung bahaya-bahaya seperti yang tercantum pada checklist.

Tabel 2.1. Checklist Identifikasi Bahaya

	CHECKLIST IDENTIFIKASI BAHAYA	NO :	BAGIAN :				
			LOKASI / SUB BAG :				
	SUMBER BAHAYA BAHAYA POTENSIAL		A	B	C	D	Dst
	LISTRIK						
1	1.1. Tersengat (shock)						
	1.2. Insulasi rusak						
	1.3. Hubungan singkat						
	1.4. Kebakaran						
	1.5. Beban lebih						
	Dst.....						
2	PANAS & SUHU						
	2.1. Api						
	2.2. Permukaan panas						
	2.3. Permukaan dingin						
	Dst.....						
3	TEKANAN						
	3.1. Gas bertekanan						
	Dst.....						

4	BAHAN KIMIA						
	4.1. Tetra Ethyl Lead						
	Dst.....						
5	Dst.....						
<u>TANGGAL PEMERIKSAAN :</u>		<u>PETUGAS PEMERIKSA :</u>					
<p><u>CATATAN</u> : Beri tanda pada lajur bahaya potensial yang ada.</p> <p style="text-align: center;">Tuliskan jumlah bahaya potensial yang teridentifikasi.</p>							

Bila ada pada checklist beri tanda. Dari checklist yang terkiri akan muncul jumlah ragam bahaya pada tiap-tiap sumber bahaya.

2. Metoda 7 Langkah

Metoda ini diperuntukkan bagi karyawan yang tidak menguasai masalah bahaya dan akibatnya secara mendalam. Tetapi dengan kemampuan yang mereka punyai, kita ungkap bahaya-bahaya yang ada di suatu tempat kerja.

Untuk memudahkan mengidentifikasinya, maka bahaya di kategorikan menjadi tiga yaitu :

- (1). Bahaya yang jelas
- (2). Bahaya yang meragukan
- (3). Bahaya yang tersembunyi

Untuk memperluas pandangan, dalam mengidentifikasi bahaya tersebut kepada mereka dimintai mendaftar bahaya-bahaya yang ada pada tugasnya saat ini dan tugas sebelum ini.

Sedangkan ketiga macam bahaya itu kemudian di catat dengan menggunakan “perincian” berupa pertanyaan-pertanyaan yang jenisnya ada 7 pertanyaan yang menyangkut hal-hal seperti berikut :

- (1). Sesuatu yang menakutkan
- (2). Bahaya yang mengancam teman sekerja
- (3). Insiden yang dialami
- (4). Ada bagian pekerjaan yang berbahaya
- (5). Minta tolong
- (6). Penolakan atau penundaan pekerjaan
- (7). Perubahan prosedur kerja

Metoda 7 langkah ini bertujuan untuk membantu pekerja mengidentifikasi bahaya di tempat kerjanya, sehingga para pengawasnya tidak perlu menunggu terlibatnya ahli keselamatan kerja dalam usaha menemukan bahaya di tempat kerjanya baik bahaya jelas, bahaya meragukan ataupun bahaya yang tersembunyi / terselubung.

a. Bahaya Yang Jelas

Semua kondisi di tempat kerja yang secara jelas atau tampak atau pasti, dapat mengancam keselamatan atau kesehatan karyawan yang ada di tempat kerjanya.

Contoh :

Kabel yang sudah usang, pelindung mesin hilang house keeping jelek, alat-alat listrik tanpa pentanahan, penyimpanan cairan yang mudah terbakar yang tidak sempurna, anak tangga rusak, pencahayaan yang kurang dan lain-lain.

Kemudian : daftarlh bahaya yang jelas dari tugas anda sekarang, dan daftarlh bahaya yang jelas dari tugas anda sebelum ini.

b. Bahaya Yang Meragukan

Adalah semua kondisi tempat kerja yang menyebabkan timbulnya keraguan-keraguan apakah akan mengancam keselamatan atau kesehatan bagi karyawan.

Contoh :

Pesawat angkat yang tidak diberi tanda kapasitasnya, lingkungan kerja panas, bising, panas, getaran, uap logam, kotak-kotak PPPK yang tak ada sertifikatnya, bekerja sendiri, tak ada prosedur keadaan darurat, latihan yang kurang memadai dan lain-lain.

Kemudian : daftarlh bahaya-bahaya yang meragukan dalam tugas anda sekarang, dan daftarlh bahaya-bahaya yang meragukan dalam tugas anda sebelum ini.

c. Bahaya Yang Tersembunyi

Adalah kondisi tempat kerja yang tersembunyi atau terselubung atau tidak segera dapat diketahui, tetapi mengancam keselamatan ataupun kesehatan karyawan.

Contoh :

Derek yang kelebihan beban, alarm atau eksplosimeter yang tidak dikalibrasi, taximeter atau detektor gas yang rusak atau tidak dapat menunjukkan skalanya.

Gas-gas yang tidak berbau seperti gas CO (karbon monoksida), debu yang tidak kasat mata.

Kemudian : daftarlh bahaya-bahaya yang tersembunyi dalam tugas anda sekarang, dan daftarlh bahaya-bahaya yang tersembunyi dalam tugas anda sebelum ini.

d. Cara melaksanakannya

Setelah semua bahaya-bahaya tersebut diidentifikasi, maka secara garis besar seperti pada butir a, b, dan c di daftar, untuk kemudian di laksanakan prosedur indentifikasi 7 langkah.

Dari hasil identifikasi itu akan di peroleh bahaya-bahaya yang mengancam tempat kerja anda.

e. Penentuan Klasifikasi

Bahaya yang meragukan sering menimbulkan masalah apakah termasuk pada bahaya yang jelas ataukah bahaya yang tersembunyi. Hal ini janganlah dijadikan alasan untuk menganggap penentuan bahaya tersebut sebagai suatu kesulitan. Biarkan penentuan itu dilakukan oleh yang bersangkutan. Hal ini dipengaruhi oleh latar belakang karyawan yang membuat penentuan kategori.

Sebagai contoh misalnya, mereka yang bekerja dengan zat pelarut. Bagi seorang karyawan yang terlatih atau berpendidikan baik akan dengan mudah mengenali zat pelarut yang berbahaya dan karenanya ia akan mengkategorikan sebagai bahaya yang jelas.

Namun bagi karyawan yang kurang terlatih atau kurang berpendidikan mungkin ragu-ragu akan bahaya zat pelarut itu, sehingga bahaya potensinya dikategorikan sebagai bahaya yang meragukan.

Sedangkan bagai karyawan yang tidak terlatih untuk bekerja dengan zat pelarut mungkin tidak mengetahui betul apa

bahayanya, sehingga ia mengkategorikan sebagai bahaya terselubung atau tersembunyi.

Dalam mengidentifikasi bahaya dengan cara 7 langkah ini ketiga kategori harus dipakai.

Semua situasi kerja yang muncul di benak anda harus dicari dan ditentukan mana bahaya yang jelas, bahaya yang meragukan, dan bahaya yang tersembunyi.

Setelah seluruh prosedur 7 langkah selesai, buatlah daftar induk bahaya yang telah anda peroleh. Ini akan menghasilkan duplikasi dan melengkapkan daftar bahaya pribadi dari tugas-tugas yang berhubungan dengan anda.

Mungkin juga anda perlu membandingkan daftar induk anda dengan daftar induk kolega anda untuk memperoleh penentuan bahaya yang lengkap dan akurat di tempat kerja anda.

f. Cara mengidentifikasi dengan metoda 7 langkah

Buatlah daftar urutan ke 7 langkah seperti pada contoh di halaman berikut ini. Daftar ini hendaknya di buat tiap langkah satu halaman sendiri agar penjabarannya bisa lebih leluasa.

Tulislah macam-macam bahaya yang jelas, meragukan, maupun yang tersembunyi dalam kolom-kolom kategori bahaya untuk setiap langkah.

Setelah anda menyelesaikan ke 7 langkah identifikasi, maka bila anda perhatikan pada masing-masing kolom kategori bahaya anda telah memperoleh suatu daftar induk bahaya yang teridentifikasi di tempat kerja anda. Daftar bahaya yang teridentifikasi tersebut dapat anda perbandingkan atau saling tukar menukar dengan kolega anda, untuk memperoleh hasil identifikasi bahaya yang lebih dan lebih akurat.

Untuk jelasnya lihatlah contoh daftar identifikasi bahaya pada halaman berikut.

Tabel 2.2. Daftar Identifikasi Bahaya Metoda 7 Langkah

	LANGKAH KE	KATEGORI BAHAYA		
		JELAS	MERAGUKAN	TERSEMBUNYI
1	Adakah sesuatu yang menakutkan dari pekerjaan anda?			
2	Adakah terlihat oleh anda bahwa teman sekerja anda melaksanakan tugas pekerjaan (menurut anda) berbahaya?			
3	Pernahkah anda memperoleh cedera atau hampir celaka yang dapat menciderai anda ketiga melaksanakan tugas?			

4	Apakah anda merasakan / melihat ada bagian tugas anda yang harus dilaksanakan dengan suatu resiko kecelakaan?			
5	Pernahkah anda meminta tolong ketiga anda merasa tugas anda tidak aman bila tugas dikerjakan sendiri?			
6	Pernahkah anda menolah atau menunda melaksanakan tugas yang diberikan kepada anda, karena anda merasa bahwa tugas yang diberikan tersebut berbahaya ?			
7	Pernahkah anda merubah prosedur atau cara melaksanakan tugas anda dengan maksud untuk menghindari suatu potensi memperoleh cedera ? (Menurut anda kalau tak			

	dirubah mungkin dapat menciderai anda)			
--	--	--	--	--

CATATAN : Jelas disini, bila setiap langkah dibuatlah lembaran tersendiri, maka akan dapat mencakup banyak macam bahaya yang di identifikasir. Dengan demikian akan memudahkan bagi kita untuk mendapatkan hasil identifikasi bahaya yang lebih lengkap dan lebih akurat.

Bentuk formatnya tidak harus seperti contoh diatas, tetapi dapat dibuat bentuk lain menurut versi masing-masing asalkan dapat mencakup seluruh data yang diperlukan.

3. Metoda Kartu Identifikasi

Metode ini dipergunakan oleh mereka yang mempunyai daya analisa terhadap bahaya-bahaya yang ada seperti pengawas, petugas keselamatan atau petugas yang ditunjuk.

Langkah-langkah identifikasi dengan metoda kartu identifikasi memerlukan aktifitas-aktifias sebagai berikut :

a. Menelusur sumber bahaya

Menelusur sumber bahaya dari sistem atau suatu unit ke bagian-bagian yang lebih kecil, yaitu sub sistem atau sub sistem unit bahkan kalau memungkinkan sampai ke komponen-komponen yang lebih kecil lagi.

b. Mengenali bahaya potensial

Mengenali bahaya-bahaya potensial pada masing-masing sistem, unit, sub sistem, sub unit atau ke komponen-komponen yang lebih kecil.

Untuk mempermudah sebaiknya dengan menggunakan daftar bahaya.

c. Menentukan potensi bahaya

Menentukan potensi bahaya yang berupa tingkat keparahan dan keseringan. Diskusi dengan pengawas atau mereka yang mengenal bahaya tersebut akan sangat membantu dalam menentukan potensi bahaya.

Disamping itu, catatan kecelakaan-kecelakaan atau hasil inspeksi juga dapat menjadi bahan untuk menentukan potensi bahaya.

d. Menentukan biaya dan prioritas

Umumnya sebelum alternatif perbaikan direkomendasikan, biaya sangat sulit untuk diketahui.

Perbaikan itu mempunyai ragam yang banyak, mulai dari hanya untuk mengurangi potensi bahaya tersebut sampai dengan pelengkapan bahaya.

Tentu saja biaya yang diperlukan akan bervariasi dari yang murah sampai yang sangat mahal. Dan dari kedua aspek tersebut akan diperoleh nilai efektifitas perbaikan yang tidak sama juga.

Penentuan prioritas dilakukan bila seluruh bahaya yang ada atau yang teridentifikasi telah berkumpul dan diseleksi.

Perlu diingat bahwa semua penentuan (potensi, bahaya maupun prioritas) adalah relatif.

Dasar penentuan tersebut dilakukan dengan menggunakan atau mengadakan perbandingan antara bahaya yang satu dengan bahaya yang lain.

Untuk memperoleh nilai keandalan yang lebih baik bagi pelaksanaan metoda ini, maka pelaksanaan-pelaksanaannya diusahakan dengan memperhatikan hal-hal seperti berikut :

- (a). Mempunyai pengetahuan yang luas tentang tempat / sistem yang akan ditinjau.
- (b). Mempunyai daya analisa yang kritis dan cermat.
- (c). Jumlah manusia yang terlibat dalam pelaksanaan lebih banyak.

Tabel 2.3. Bentuk kartu identifikasi bahaya

KARTU IDENTIFIKASI BAHAYA					
No :		Petugas :		Tgl :	
Sub Sistem			Sistem / Lokasi :		
Uraian Bahaya :					
Keparahan *)		Keseringan *)		Biaya *)	
Prioritas Perbaikan *)					
	Mengganggu		Kalis		Amat besar
	Terbatas		Langka		Besar
					Ditangguhkan
					Analisa

	Kritis		Jarang		Sedang		Segera
	Bencana		Kronis		Nominal		
*) Berikan tanda pada kolom yang anda pilih							

KARTU IDENTIFIKASI BAHAYA							
No : 060		Petugas : Suto			Tgl : 25 – 10 – 1984		
Sub Sistem : TEL Plant				Sistem / Lokasi : Kilang			
Uraian Bahaya : Pompa pencampur TEL bocor, sehingga menimbulkan semburan							
Keparahan *)		Keseringan *)		Biaya *)		Prioritas Perbaikan *)	
	Mengganggu		Kalis		Amat besar		Ditangguhkan
	Terbatas	x	Langka		Besar		Analisa
x	Kritis		Jarang	x	Sedang	x	Segera
	Bencana		Kronis		Nominal		Tgl : 26 – 10 – 84
*) Berikan tanda x pada kolom yang anda pilih							

Soal-soal latihan :

1. Apa yang dimaksud dengan bahaya ?

.....
.....

2. Ada berapa urutan peranan bahaya terhadap kecelakaan?
Sebutkan !

.....
.....

3. Bahaya-bahaya yang dapat menimbulkan bahaya kecelakaan ada berapa ? Sebutkan !

.....

4. Dalam pelaksanaannya, identifikasi bahaya dapat dilakukan dengan dua macam pendekatan, sebutkan dua macam pendekatan tersebut !

.....

5. Apa kegunaan identifikasi bahaya itu ? Sebutkan !

.....

6. Sumber informasi bahaya atas suatu sistem atau produk serta unit kerja dapat berasal dari apa saja? Sebutkan !

.....

7. Identifikasi bahaya dilaksanakan terhadap sistem pada saat apa ?
Sebutkan !

.....

8. Tanda – tanda adanya bahaya pada suatu alat, unit operasi ataupun sistem dapat diketahui dari bermacam hal, ada berapa dan sebutkan !

.....

9. Potensi Bahaya pada suatu sistem, peralatan atau operasi kerja ditentukan ada berapa aspek? Sebutkan !

.....



10. Metoda – metoda Identifikasi bahaya pada dasarnya untuk apa?

Jelaskan !

.....

11. Ada empat langkah yang perlu dilaksanakan untuk Inspeksi bahaya, sebutkan empat langkah metoda Inspeksi bahaya tersebut !

!

.....

12. Untuk memudahkan mengidentifikasinya, bahaya dikategorikan menjadi berapa? Sebutkan !

.....

13. Bagaimana cara mengidentifikasi bahaya dengan metoda 7 langkah?

.....

14. Langkah-langkah identifikasi dengan metoda kartu identifikasi memerlukan aktifitas-aktifitas apa saja? Sebutkan !

.....

BAB XIII

BAHAN BERBAHAYA DAN KESELAMATAN KERJA

A. BAHAN BERBAHAYA

Bahan-bahan berbahaya adalah bahan-bahan yang selama pembuatannya, pengolahannya, pengangkutannya, penyimpanan dan penggunaannya mungkin menimbulkan debu-debu, kabut, uap-uap, gas-gas atau radiasi yang mungkin menimbulkan iritasi, kebakaran, ledakan, korosi, mati lemas, keracunan dan bahaya-bahaya lain dalam jumlah yang memungkinkan gangguan kesehatan orang yang bersangkutan dengannya atau menyebabkan kerusakan kepada barang-barang atau harta kekayaan.

Kini di ketahui jutaan persenyawaan bahan kimia. bahan berbahaya tersebut meliputi kira-kira 12.000 buah persenyawaan.

Bahan-bahan berbahaya dapat di golong-golongkan sebagai berikut :

1. Bahan-bahan eksplosif.

Bahan-bahan yang dapat meledak ini dianggap paling berbahaya. Bahan-bahan eksplosif tidak hanya bahan-bahan peledak saja, tetapi meliputi semua bahan yang secara sendiri atau dalam campuran tertentu atau jika mengalami pemanasan, kekerasan, atau gesekan dapat mengakibatkan peledakan yang biasanya di ikuti oleh kebakaran. Beberapa bahan mungkin menjadi eksplosif sebagai akibat perubahan sendiri dalam struktur kimianya, misalnya melalui oksidasi diri, tanpa pengaruh luar tertentu. Contoh bahan eksplosif adalah garam logam yang peka.

2. Bahan-bahan yang mengoksidasi

Bahan-bahan ini kaya akan oksigen, yang mendukung terjadinya kebakaran, sehingga meningkatkan terjadinya kebakaran. Beberapa bahan yang mengoksidasi, seperti klorat dan permanganat dapat menyebabkan nyala api pada bubuk kayu atau jerami, jika terjadi gesekan. Asam-asam kuat tertentu, seperti asam sulfat dan nitrat dapat

menyebabkan pembakaran jika bersentuhan dengan bahan-bahan organik.

3. Bahan-bahan yang dapat terbakar

Bahan ini biasanya di kelompokkan lagi menjadi bahan yang dapat terbakar, bahan yang sangat mudah terbakar, bahan yang terbakar secara spontan di udara, dan sebagainya. Tingkat bahayanya di tentukan oleh titik bakarnya. Makin rendah titik bakar makin berbahaya. Titik bakar suatu cairan adalah suhu yang padanya cairan menyebabkan terbentuknya uap dengan cukup cepat dalam campuran udara di dekat permukaan atau di dalam bejana yang di pergunakan. Cairan-cairan dengan titik bakar rendah harus dipergunakan dengan penuh kewaspadaan atau tidak di pergunakan sama sekali.

4. Bahan-bahan yang beracun.

Bahan-bahan ini dapat di klasifikasikan lebih lanjut menurut sifat-sifat khususnya seperti debu-debu yang berbahaya, debu-debu yang beracun, beracun melalui kontak kulit, berbahaya jika termakan atau terminum, bahaya keracunan bila terhirup, tertelan, atau terkena kekulit, gas-gas beracun, gas-gas tak berbau tetapi beracun, uap-uap yang berbahaya, dan bahan-bahan yang pada kontak dengan air atau asam atau pada pengaruh bahan-bahan lain.

5. Bahan-bahan korosif

Bahan-bahan ini meliputi asam-asam, alkali-alkali dan bahan-bahan kuat lainnya yang mungkin berakibat terbakar bagian tubuh yang di kenainya atau merangsang kulit, mata atau sistem pernapasan atau mungkin berakibat kerusakan kepada benda.

6. Bahan-bahan radioaktif

Bahan-bahan ini meliputi isotop-isotop radioaktif dan semua persenyawaan yang mengandung radioaktif, seperti cat-cat yang bersinar.

Selain itu, suatu bahan mungkin memiliki bahaya yang jamak sehingga mungkin akan tergolong lebih dari satu. Misalnya benzena mungkin mengakibatkan intoksikasi jika uapnya di hirup dan pada waktu yang bersamaan cairan tersebut akan menjadi sebab kebakaran dan uapnya mengakibatkan peledakan. Maka mungkin saja

bahwa benzena sewaktu-waktu di kelompokkan sebagai bahan toksik atau sebagai cairan yang mudah terbakar.

Adalah penting untuk selalu waspada untuk memperhatikan semua bahaya yang ada.

Banyak bahan berbahaya yang di dapat di pasaran hanya dengan nama dagang, sehingga tidak mudah di kenal bahayanya. Dengan kurangnya keterangan tentang komposisi kimiawi atau fisiknya, maka sulit untuk mengatur penyimpanan dan pengirimannya, agar selamat. Ada baiknya di minta bantuan ahli kimia untuk memberi nasehat tentang bahan-bahan tersebut dan tentang cara-cara yang selamat bagi segala sesuatu pekerjaan yang bertalian dengannya. Ahli-ahli demikian perlu misalnya di pelabuhan-pelabuhan, pusat-pusat pergudangan, pusat-pusat distribusi, dan lain-lain. Di anjurkan agar nama dagang selalu di sertai nama dan rumus kimia konvensional.

Bahan-bahan dengan nama dagang tersebut ribuan jumlahnya.

B. PEMASANGAN LABEL DAN SIMBOL

Pemasangan label dan simbol dengan memakai lambang atau tulisan-tulisan peringatan pada wadah untuk bahan berbahaya adalah tindakan pencegahan yang esensial.

Ketika bahan kimia sedang di produksi, tenaga kerja biasanya mempraktekkan usaha keselamatan kerja secara baik. Mengenai bahan-bahan kimia dalam botol, kaleng, atau wadah lainnya, biasanya tenaga kerja yang mengolahnya belum mengetahui sifat bahaya bahan dalam wadah tersebut. Demikian pula, dalam pengangkutan lebih lanjut orang-orang yang bersangkutan dengan transportasinya tidak pula mengenal bahaya-bahayanya. Begitu juga para konsumen tidak akan tahu banyak terhadap bahan-bahan tersebut bila tidak diberi keterangan. Dalam hal inilah, pemberian label dan simbol adalah sangat penting.

Aneka label dan pemberian simbol dapat di berikan. Simbol-simbol bahaya yang umum di pakai di sajikan di bawah ini. Peringatan tentang bahaya dengan simbol-simbol tersebut merupakan syarat penting perlindungan,

namun hal itu tak dapat di anggap dapat memberikan perlindungan secara lengkap atau dengannya berarti usaha-usaha keselamatan kerja lain sudah tidak perlu lagi.

a. Bahan Mudah Meledak

Semua bahan atau benda yang dapat menghasilkan efek ledakan, termasuk bahan yang dalam campuran tertentu atau jika mengalami pemanasan, gesekan, tekanan dapat mengakibatkan peledakan

Contoh: Amonium nitrate, Amonium perchlorate, amonium picrate, detonator untuk ammunisi, diazodinitrophenol, dinitrophenol, dynamite, bubuk mesiu, picric acid, (TNT, Nitro Glycerine, Amunisi, bubuk untuk blasting)



b. Gas- gas

Terdiri dari :

Gas yang mudah terbakar (Acetylene, LPG, Hydrogen, CO, ethylene, ethyl flouride, ethyl methyl ether, butane, neopentane, propane, methane, methyl chlorodiline, thinner, bensin.



Gas bertekanan yang tidak mudah terbakar (oksigen, nitrogen, helium, argon, neon, nitrous oxide, sulphur hexafluoride)



Gas Beracun (chlorin, methyl bromide, nitric oxide, ammonium-anhydrous, arsine, boron trichloride carbonil sulfit, cyanogen, dan lain-lain.



c. Cairan yang mudah menyala (*Flammable Gas*)

1. Cairan yang mudah menyala bila kontak dengan sumber penyalaan.
2. Cairan yang mempunyai titik penyalaan kurang dari 61°C
3. Uap dari bahan yang termasuk kelas ini dapat mengakibatkan pingsan

bahkan kematian.

Contoh : petrol, acetone, benzene, butanol, chlorobenzene, chloropropene ethanol, carbon disulphide, di-iso-propylane



d. Bahan padat yang mudah menyala (*flammable solids*)

Bahan padat yang mudah menyala bila kontak dengan sumber penyalaan dari luar seperti percikan api atau api. Bahan ini siap menyala jika mengalami gesekan.

Contoh : sulfur, fosfor, picric acid, magnesium, aluminium powder, calcium resinate, celluloid, dinitrophenol, hexamine.



**Bahan Padat yang Mudah Terbakar secara spontan
(*spontaneously Combustible Substances*)**

Bahan padat kelas ini dalam keadaan biasa mempunyai kemampuan yang besar untuk terbakar secara spontan. Beberapa jenis mempunyai kemungkinan besar untuk menyala sendiri ketika lembab atau kontak dengan udara lembab. Juga dapat menghasilkan gas beracun ketika terbakar
Contoh : carbon, charcoal-non-activated, carbon black, aluminium alkyls, phosphorus



e. Bahan beracun atau mengakibatkan infeksi

Poisonous (Toxic) Substances

Bahan yang dapat menyebabkan kematian atau cedera pada manusia jika tertelan, terhirup atau kontak dengan kulit

Contoh : cyanohydrin, calcium cyanide, carbon tetrachloride, dinitrobenzenes, epichlorohydrin mercuric nitrate, dll



Harmful (Toxic) Substances

Bahan yang dapat membahayakan pada manusia jika tertelan, terhirup atau kontak dengan kulit

Contoh : acrylamide, 2-amino-5-diethylamino pentane, amonium fluorosilicate, chloroanisidines dll



Bahan yang dapat mengakibatkan infeksi

Bahan yang mengandung organisme penyebab penyakit

Contoh : tissue dari pasien, tempat pengembang biakan virus, bakteri, tumbuhan atau hewan



f. Bahan yang beradiasi

Bahan yang mengandung material atau kombinasi dari material yang dapat memancarkan radiasi secara spontan
Contoh : uranium



Simbol-simbol bahaya menurut PBB

	1 BAHAN MUDAH MELEDAK (EKSPLOSIF)
  	2 2.1. GAS MUDAH TERBAKAR 2.2. GAS BERACUN 2.3. GAS BERTEKANAN TIDAK MUDAH TERBAKAR
	3 BAHAN CAIR MUDAH TERBAKAR 3.1. Titik nyala : < -18°C 3.2. Titik nyala : - 18°C - 23°C 3.2. Titik nyala : 23°C - 61°C
  	4 4.1. BAHAN PADAT MUDAH TERBAKAR 4.2. BAHAN DAPAT TERBAKAR SPONTAN 4.3. BAHAN BILA BASAH MENGELUARKAN GAS MUDAH TERBAKAR.
 	5 5.1. BAHAN PENGOKSIDASI (OKSIDATOR) 5.2. BAHAN PENGOKSIDASI ORGANIK
  	6 6.1. BAHAN BERACUN (POISON), MENGGANGGU KESEHATAN (HARMFUL) 6.2. PENYEBAB INFEKSI ATAU MENGANDUNG PENYAKIT
  	7 BAHAN RADIO AKTIF, dengan tipe sesuai kecepatan dosis maksimum pada permukaan : 7.1. Radiasi = 0,5 milli roentgen/jam 7.2. Radiasi = sampai 50 milli roentgen/jam 7.3. Radiasi = sampai 200 milli roentgen/jam
	8 BAHAN KOROSIF

C. PENYIMPANAN

Bahan-bahan berbahaya harus di simpan secara tepat, bilamana ingin di cegah kemungkinan bahaya-bahayanya. Selain itu, perlu di jamin agar bahan-bahan berbahaya tidak bereaksi dengan bahan-bahan lain yang di simpan dan juga perlu di jaga agar bahan-bahan yang dapat menimbulkan

bahaya seperti bahan eksplosif, obat narkotika, dan lain-lain tidak ikut tersimpan.

Untuk pengamanan suatu bahan dengan bahaya lebih dari satu macam, segenap bahaya harus di perhatikan dan di amankan. Fasilitas dan prosedur penyimpanan harus menampung keselamatan dari seluruh kemungkinan bahaya.

Di bawah ini di sajikan keselamatan yang bertalian dengan penyimpanan bahan-bahan berbahaya sebagai berikut:

1. Bahan-bahan yang mudah meledak.

Bahan-bahan tersebut meliputi bahan-bahan peledak, korek api, dan garam-garam metalik yang peka. Biasanya terhadap bahan peledak, ketentuan sangat ketat. Tempat penyimpanan harus terletak jauh dari bangunan-bangunan agar pengaruh ledakan sekecil mungkin. harus ada ketentuan-ketentuan tentang tempat penyimpanan di maksud. Ruang-ruang untuk penyimpanan bahan peledak harus merupakan suatu bangunan yang kokoh dan tetap di kunci sekalipun tidak di pergunakan. Penyimpanan tidak boleh di lakukan didekat bangunan yang di dalamnya terdapat oli, gemuk, bensin, bahan-bahan sisa yang dapat terbakar, api terbuka atau nyala api. Tempat penyimpanan harus berjarak paling sedikit 60 meter dari sumber tenaga, terowongan, lobang tambang, bendungan, jalan raya, atau bangunan. Ada baiknya di dimanfaatkan perlindungan alam seperti bukit, tanah cekung, belukar atau hutan yang lebat. Penghalang buatan berupa dinding tanah atau batu kadang-kadang ditemukan sekitar tempat penyimpanan. Ruang penyimpanan harus mendapat pengudaraan yang baik dan bebas dari kelembaban. Untuk penerangan, harus di pakai penerangan alam atau lampu listrik yang dapat di bawa atau penerangan dari luar ruang penyimpanan. Lantai harus di buat dari bahan yang tidak menimbulkan loncatan api. Daerah sekitar penyimpanan harus bebas dari rumput-rumput kering, sampah atau sesuatu material yang mungkin terbakar.

Bubuk peledak harus di simpan pada tempat penyimpanan khusus dan detonator, alat-alat atau material lain tidak boleh di simpan dalam tempat penyimpanan bahan eksplosif. Alat bukan dari logam harus dipakai untuk membuka wadah-wadah bahan peledak. Bahan-bahan lain yang tidak

meledak harus di simpan pada bangunan terpisah yang jauh dari pabrik. bahan-bahan tersebut berada dalam pengangkutan penyimpanannya harus di lakukan dalam gudang yang disediakan untuk bahan-bahan yang berbahaya. Bangunan demikian, harus tahan api, mendapat ventilasi yang baik, tanpa nyala api terbuka, dan di kunci bila tidak di digunakan.

2. Bahan-bahan yang mengoksidasi.

Bahan-bahan ini kaya akan oksigen, membantu dan memperkuat proses pembakaran. Beberapa dari bahan ini membebaskan oksigen pada suhu penyimpanan, sedangkan yang lain masih perlu pemanasan. Jika wadah bahan tersebut rusak, isinya mungkin bercampur-campur dengan bahan yang mudah terbakar dan memulai terjadinya nyala api.

Resiko ini dapat di cegah dengan mengadakan tempat penyimpanan secara terpisah dan sendiri, tetapi hal tersebut tidak selalu praktis seperti halnya pada saat pengangkutan.

Adalah berbahaya untuk menyimpan bahan-bahan yang mengoksidasi kuat di dekat cairan yang mudah terbakar. Maka dari itu, untuk keamanan lebih baik untuk menjauhkan semua bahan yang dapat menyala terhadap bahan-bahan yang mengoksidasi. Tempat penyimpanan yang dapat mengoksidasi harus sejuk, mendapat pertukaran udara yang baik dan tahan api.

3. Bahan-bahan yang dapat terbakar

Suatu gas dipandang dapat terbakar, jika gas itu menyala dalam udara atau oksigen. Hidrogen, propan, butan, etilen, asetilen, hidrogen sulfida, gas arang batu, dan etena merupakan gas-gas yang dapat terbakar paling biasa. Beberapa gas seperti asam sianida (HCN) dan sianogen (=cyanogen) dapat terbakar dan beracun. Bahan cairan-cairan yang mudah menyala dikelompokkan atas dasar titik nyalanya. Bahan-bahan yang mudah menyala harus di simpan di tempat-tempat yang cukup sejuk untuk mencegah nyala manakala uapnya bercampur dengan udara.

Daerah penyimpanan harus terletak jauh dari setiap sumber panas atau bahaya kebakaran. Bahan-bahan yang sangat mudah terbakar harus di simpan terpisah dari bahan oksidator kuat atau dari bahan-bahan yang dapat terbakar sendiri. Tusukan atau alat listrik harus bebas nyala api dan nyala api terbuka tidak diperkenankan untuk di pakai.

Instalasi listrik tempat penyimpanan harus di hubungkan ke tanah dan diperiksa secara berkala. Atau dapat Pula di pakai pengamanan listrik otomatis. Katup katup tangki cairan yang dapat terbakar harus di beri label dan pipa-pipa saluran dicat dengan warna yang mudah di bedakan dan tanda-tanda yang jelas tentang macam cairan dan arah aliran. Tangki yang diisi cairan demikian harus di tempatkan pada lerengan yang jauh dari bangunan. Bila tempatnya datar, harus di buat dari yang dapat menampung cairan sehingga tidak menyebar. Kapasitas parit hendaknya 13 kali isi tangki agar masih di tampung perkembangan volume sebagai akibat keadaan pendidihan. Bila mungkin, tangki disertai alat pertukaran udara dan pencegahan tersembunyi nya nyala api. Pemadam api yang memadai, baik otomatis, ataupun dengan tangan, harus tersedia. Merokok tidak di perkenankan.

4. Bahan-bahan beracun.

Wadah bahan-bahan beracun tidak mungkin dibuat sedemikian sempurna sehingga tidak terjadi kebocoran-kebocoran. Uap bahan beracun masuk ke dalam udara dan oleh karenanya perlu pertukaran udara yang baik.

Jika panas berakibat penguraian, tempat penyimpanan harus sejuk dengan pertukaran udara yang baik, terkena sinar matahari langsung dan jauh dari panas. Bahan-bahan yang dapat bereaksi satu dengan lainnya harus di simpan secara terpisah.

5. Bahan-bahan korosif.

Contoh-contoh khas bahan-bahan korosif adalah asam fluorida, asam klorida, asam nitrat, asam semut, dan asam perklorat. Bahan-bahan demikian dapat merusak wadah penyimpanannya dan bocor ke luar atau menguap ke udara. Seterusnya, bahan tersebut bereaksi dengan bahan-bahan organik atau bahan-bahan kimia lainnya. Ada pula yang bereaksi keras dengan uap air. Kabut asam dapat mengganggu kesehatan tenaga kerja, Bahan-bahan tersebut harus didinginkan tetapi di atas titik bekunya. Sebagai contoh adalah asam asetat bila beku dapat memecahkan tempat penyimpanannya.

Bahan-bahan korosif mungkin mempunyai bahaya lain. Sebagai misal, asam perklorat selain korosif juga oksidator kuat. Air raja selain korosif

sebagai akibat komponen asam klorat dan nitrat juga oksidator kuat dan beracun bila terkena sedikit panas yang membebaskan nitrosil klorida.

Daerah penyimpanan bahan-bahan korosif harus terpisah dari bagian-bagian lainnya dengan dinding dan lantai tak tembus dan disertai perlengkapan untuk penyaluran tumpahan. Lantai harus tahan bahan korosif. Ventilasi harus baik. Campuran asam-asam nitrat tidak boleh bercampur asam-asam sulfat. Bahan-bahan cair korosif dan beracun kadang-kadang perlu disimpan dalam wadah kusus, misalnya untuk asam fluorida harus di pakai botol timah hitam atau *guta perka*. Asam fluorida tak boleh di simpan dalam botol gelas atau botol khusus di dekat gelas. Asam-asam korosif harus di simpan dalam wadah dari *kiselgur* atau bahan isolasi anorganik lain yang efektif. Perlengkapan pertolongan pertama seperti pancaran air untuk mandi dan air untuk cuci mata harus tersedia di tempat penyimpanan.

Selain Cara-cara penyimpanan tersebut, masih perlu perhatian terhadap syarat-syarat sebagai berikut:

1. Penyimpanan bahan-bahan berbahaya harus di awasi oleh orang kompeten dan tenaga kerja yang bersangkutan harus terlatih dalam praktek keselamatan kerja.
2. Tenaga kerja dengan kelainan penglihatan, pendengaran atau penciuman dan mereka yang berusia kurang dari 18 tahun tidak di benarkan bekerja dengan bahan-bahan yang berbahaya.
3. Dalam hal bahan peledak, yang berwenang mungkin mensyaratkan bahwa tenaga kerja yang memasuki tempat penyimpanan bahan demikian harus memiliki ijin khusus sesudah pemeriksaan tentang bahaya-bahaya yang mungkin ada.
4. Mereka yang memasuki daerah penyimpanan bahan yang eksplosif atau dapat terbakar tidak boleh membawa korek api dan harus dilarang merokok.
5. Jika perlu, pakaian pelindung yang tepat harus di pakai.

6. Inspeksi periodik terhadap semua tempat penyimpanan bagi bahan-bahan berbahaya harus dilakukan oleh pengawas atau ahli keselamatan kerja atau orang-orang yang kompeten.
7. Kebersihan dan tata rumah tangga yang sebaik-baiknya harus diperhatikan.
8. Bila ada bahaya kebakaran, tanda bahaya harus di pasang di dalam dan juga di beri tanda ke luar.
9. Tenaga kerja tidak boleh bekerja sendirian (harus ada rekan).

D. PENGANGKUTAN.

Keamanan pengangkutan sehubungan dengan bahan-bahan berbahaya adalah sangat penting, agar di cegah bahaya bagi tenaga kerja, bahaya terhadap masyarakat dan kerusakan harta kekayaan termasuk alat angkutan.

Bagi angkutan udara, ada ketentuan-ketentuan pengangkutan yang bertalian dengan bahan-bahan berbahaya antara lain larangan membawa bahan eksplosif dan bahan yang dapat terbakar.

Untuk angkutan laut, antara lain terdapat norma-norma Maritim International Bahan-Bahan Berbahaya (International Maritime Dangerous Good Code).

Klasifikasi bahan-bahan berbahaya dalam hubungan pengangkutan adalah sebagai berikut:

1. Bahan peledak.
2. Gas di tekan, di cairkan atau di larutkan dengan tekanan.
3. Cairan yang dapat terbakar.
4. Zat padat yang dapat terbakar; zat-zat yang dapat menyala sendiri; bahan-bahan yang bila bersentuhan dengan air akan mengeluarkan gas-gas yang dapat terbakar.
5. Bahan-bahan yang mengoksidasi, yaitu peroksida dan lain-lainnya.
6. Bahan-bahan yang beracun dan bahan-bahan yang menimbulkan infeksi.

7. Bahan-bahan radioaktif.
8. Bahan-bahan korosif.
9. Bahan-bahan berbahaya lainnya.

Dalam kegiatan pengangkutan bahan-bahan berbahaya, bahaya utama adalah kebakaran dan peledakan. Pada angkutan dengan kapal, berbagai faktor harus di perhatikan, yaitu pengaturan muatan secara keseluruhan, pengaruh gerakan kapal dalam cuaca buruk, dan pengaruh perubahan suhu dan kelembapan terhadap keselamatan bahan yang di angkut. Beberapa bahan hanya boleh ditempatkan di atas dek, sedang yang lainnya di bawah dek dan jauh dari tempat-tempat orang atau bahan makanan. Kapal tangki minyak harus memiliki perlengkapan listrik yang bebas dari kemungkinan nyala api. ketentuan-ketentuan yang bertalian dengan pengangkutan bahan-bahan yang berbahaya melalui laut, sungai dan terusan harus lebih ketat. Demikian juga, peraturan pengangkutan bahan berbahaya lewat udara sangat ketat. Bahan radioaktif diangkut dalam suatu kompartemen kecil di ujung sayap dan di masukkan kedalam tempat yang memberi perlindungan secara baik.

Pada angkutan kereta api, terdapat pembatasan mengenai jumlah maksimum yang boleh disimpan dalam suatu wadah. Pada angkutan mobil, pengemudi harus sepenuhnya mengenal bahaya-bahaya dan pencegahan serta tindakan bila terjadi kebocoran, kebakaran atau kecelakaan lalu lintas.

E. BAHAN-BAHAN KOROSIF

Bahan-bahan korosif melalui proses kimiawi akan menyebabkan kerusakan berat manakala bersentuhan dengan jaringan hidup atau jika bocor akan merusak atau menghancurkan barang atau alat angkutan dan juga dapat mengakibatkan bahaya-bahaya lainnya.

Istilah korosi tidak menunjukkan kelompok khusus bahan kimia atau kelompok bahan yang sama penggunaannya. Di bawah ini adalah bahan-

bahan korosif yang paling banyak ditemui dalam industri, pertanian atau perdagangan yaitu:

1. Asam- asam dan anhidrida

Bahan-bahan ini yang korosif adalah asam asetat (kon sentrasi 80 %), asetat anhidrida, campuran asam, air batere, asam klorosulfonat, asam kromat, asam kloroasetat, asam fluoroborat, asam fluorosilikat, asam bromida, asam klorida, asam fluorida, asam yodida, asam metakrilat, asam nitrat, asam nitroklorida, asam perklorat, asam fenolsulfonat, fosfor pentoksida, asam propionat, asam selenat, asam sulzonat (lembab) asam sulfat, asam sulfit, asam triglikolat, dan asam triklorasetat.

2. Alkali

Termasuk kepada alkali, bahan-bahan korosif yang biasa di pakai adalah ammonium hidroksida (lebih dari 28 % menurut berat gas), kalium hidroksida (potas kaustik), ammonium hidroksida kuarterner, natrium hidroksida (kaustik soda)

3. Halogen dan Garam-garamnya

Bahan-bahan korosif yang termasuk halogen dan garam-garamnya adalah aluminium bromida dan klorida, ammonium bifluorida da bifluorida lain-lainnya, antimon triklorida, pentaklorida dan pentafluorida,berilium klorida, boron triklorida, brow, klor, kalsium fluorida, krom tetrafluorida, krom bifluorida, feri dan Fero klorida, fluor, yodium, litium klorida, fosfonil bromida dan klorida, fosfor triklorida dan pentaklorida, tiofos foril klorida, kalium fluorida dan bifluorida, kalium hipoklorit, pirosulfuril klorida, sulfur klorida, sulfuril klorida, tionil klorida, titanium tetraklorida, vanadium diklorida, seng klorida.

4. Persenyawaan-persenyawaan antar halogen

Persenyawaan-persenyawaan tersebut adalah bromtrifluorida dan pentafluorida, klortrifluorida, yodium mono klorida.

5. Halida organik, asam halida organik, ester dan garam-garamnya

Dari kelompok persenyawaan tersebut dapat disebut bahan-bahan korosif seperti asetil bromides, allil klorida, allil yodida, akrilonitril monomer, kloroformat, ammonium tosiat, anisoil klorida benzil klorida, benzhidril bromida, benzoil zilamin, benzil bromida, butil asam fosfat, benzil kloroformat, kloroasetil klorida, dibrometan, 1,2 dikloroetan, etilen oksida,

fumaril klorida, propionil klorida, isopropilnloroformat, di isooktil asam fosfat, p-klorobenzil klorida, natrium fluorosilikat.

6. Klorosilan

Bahsn-bahan korosif dalam kelompok ini adalah allil triklorosilan, amil triklorosilan, butil triklorofeniltriklorosilan, sikloheksil triklorosilan, dikloro triklorosilan, dietil triklorosilan, difenil diklorosilan, dodekil triklorosilan, heksadekil triklorosilan, heksil triklorosilan, metil triklorosilan, nonil triklorosilan, oktadekil triklorosilan, oktil triklorosilan, fenil triklorosilan, propil triklorosilan, trimetil triklorosilan, vinil triklorosilan.

7. Bahan-bahan korosif lainnya

Terdapat bahan-bahan korosif yang banyak di pakai tetapi tidak dapat di golongan kepada salah satu kelompok tersebut di atas, yaitu ammonium sulfida, benzen sulfonil klorida, benzil dimetilamin, berilium nitrat, katekol, benzen dan toluen dikloronasi, klorobenzaldehid, klorokresol, kresol, sikloheksilamin, dibenzilamin, diklorofenol, dietil sulfat, dikete, dimetil sulfat, heksametilen diamin, hidrazin, hodrogen peroksida (lebih dari 80 %), peroksida organik, fenol soda kapur, natrium aluminat, natrium amida, natrium bisulfat, natrium bisulfit, natrium kromat dan dikromat, natrium pirosulfat, natrium hidrida, trietiltetramin, tritoluil borat, perak nitrat.

Merkuri klorida, yang biasa di sebut sublimat korsif ternyata bukan bahan korosif.

Beberapa bahan korosif hanya memenuhi salah satu kriteria umum untuk di sebut demikian, sedangkan yang lainnya merusak jaringan tubuh dan juga logam atau kayu. Ada pula bahan yang baru bersifat korosif apabila lingkungan mempengaruhinya. Misalnya 1,2 dikloroetan kering; bahan tersebut tidak korosif, tetapi pada suhu tinggi dan lembab bahan tersbut akan merusak besi dan logam lainnya. Kalium hidroksida atau natrium hidroksida menyebabkan kerusakan pada jaringan tubuh dan juga kerusakan pada logam aluminium, seng dan timah putih. Sebaliknya hidrazin hanya menimbulkan kerusakan pada jaringan tubuh saja. Maka dari itu, untuk usaha keselamatan kerja perlu di ketahui segala keterangan tentang bahan korosif tersebut.

Penggunaan bahan korosif sangat luas. Bahan-bahan tersebut biasanya di pergunakan dalam industri kimia, tekstil, peleburan dan pemurnian logam, konstruksi, industri plastik, dan bahan sintetik, dan sebagainya.

Kebanyakan bahan korosif menyebabkan terbakarnya jaringan, jika kontak dengan tubuh.

Kadang-kadang terbentuk suatu borok yang dalam seperti halnya akibat asam kromat. Bila mata yang terkena, hal ini sangat membahayakan. Bahan-bahan korosif bersifat mengambil lemak dari kulit, sehingga terjadilah dermatosis.

Upaya keselamatan kerja adalah sebagai berikut:

1. Kontak dengan bahan korosif harus dihindarkan atau ke mungkinannya di tekan sekecil mungkin. Kontak tersebut khususnya terhadap kulit, mata dan selaput lendir.
2. Semua wadah, pipa, peralatan, instalasi dan bangunan yang di pergunakan dalam hubungan bahan korosif harus tahan terhadap korosi dengan suatu pelapisan bahan yang tahan korosif. Pemberian label dan tanda harus dilakukan. Kebersihan dan tata kerja yang baik harus diselenggarakan
3. Ventilasi umum dan setempat harus memadai, jika terbentuk gas-gas atau debu yang korosif.
4. Bahan-bahan korosif kuat mungkin menimbulkan kebakaran apabila bersentuhan dengan bahan-bahan organik. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran harus di adakan dengan sebaik-baiknya.
5. Setiap proses produksi baru harus di telaah tentang kemungkinan pemakaian bahan korosif dan timbulnya hasil antara atau sisa dalam produksi yang bersifat korosif agar di lakukan pencegahan yang tepat. Misalnya untuk proses produksi dan pemakaian mesin epoksi dan polieter dipakai peroksida organik yang sifatnya korosif. Juga misalnya polivinil klorida yang tidak korosif menimbulkan asam klorida ke udara sebagai gas korosif.
6. Peralatan untuk proses secara tertutup sangat baik untuk mencegah kontak dengan bahan korosif. Jika hal ini tak mungkin di terapkan, di

sarankan agar di pakai alat-alat perlindungan diri. Alat proteksi diri secara lengkap terdiri dari pakaian keseluruhan, pelindung kaki, pelindung tangan dan lengan, pelindung kepala, mata dan muka. Semua peralatan ini harus tahan terhadap bahan korosif dan tak tembus. Dalam hal terdapat gas korosif, masker perlindungan pernapasan atau sistem pernapasan dengan udara atau oksigen sendiri harus di pergunakan. Bahan-bahan perlindungan yang baik adalah karet sintetis, polivinil klorida, polipropilen atau polietilen. Bahan katun atau wol tidak memadai dari segi keamanan. Celana panjang di bagian bawah harus menutup sepatu.

7. Jika kemungkinan kontak ringan, maka krim pelindung (barrier cream) dapat di pakai.
8. Seluruh tenaga kerja yang bersangkutan harus memperoleh penjelasan yang cukup dan terlatih dalam menghadapi resiko bahaya.
9. Untuk pertolongan pertama, air untuk mandi, untuk cuci, dan air untuk membersihkan mata perlu di sediakan. Penggunaan larutan penetral sebaiknya tidak di lakukan.

F. BAHAN-BAHAN BERACUN.

Bahan-bahan beracun adalah bahan kimia yang dalam jumlah yang relatif kecil berbahaya bagi kesehatan bahkan juga jiwa manusia. Bahan-bahan demikian dipergunakan, diolah dan dipakai dalam serta dihasilkan oleh pekerjaan. Keselamatan kerjanya sangat penting.

Bahan beracun mungkin terdapat dalam bentuk padat, cairan, gas, uap, kabut, awan dan asap. Keracunan terjadi sebagai akibat penghirupan melalui pernapasan, pencernaan melalui makan dan minum, dan peresapan melalui kulit. Organ-organ yang di kenai tergantung dari jenis racun, jalan masuk ke dalam tubuh, sifat kimiawi bahan-bahan dan faktor-faktor pada tenaga kerjanya. Keracunan dapat terjadi mendadak (akut) dan menahun (kronis) tergantung dari hubungan dosis dan waktu.

Sebab-sebab keracunan pada umumnya dapat di golong-golongkan sebagai berikut:

1. Racun-racun logam dan persenyawaannya, yaitu timah hitam, air raksa, arsen, mangan, nikel dan krom serta persenyawaan-persenyawaannya.
2. Racun-racun metaloid dan persenyawaan-persenyawaannya, seperti fosfor, sulfur, dan lain-lain serta persenyawaan-persenyawaannya.
3. Racun-racun bahan organik seperti derivat-derivat ter arang batu, halogen hidrokarbon, alkohol dan diol, ester, aldehid, keton, eter, insektisida fosfor organik, dan lain-lain.
4. Racun-racun Gas, seperti asam sianida, asam sulfida, karbonmonoksida, dan lain-lain

Organ-organ yang di serang oleh racun berbeda-beda, seperti misalnya karbon tetraklorida merusak alat-alat dalam, benzen merusak susunan darah, paration merusak susunan saraf, dan lain-lain.

Dua segi utama yang penting dalam pencegahan kemungkinan keracunan sebagai akibat dari pekerjaan, yaitu:

1. Pengolahan bahan kimia yang sebaik-baiknya sehingga kemungkinan racun memasuki tubuh melalui penelanan atau kontak dari kulit dapat di cegah.
2. Pencegahan timbulnya, pemantauan dan pengendalian ba han di udara sehingga di cegah penghirupan racun.

Lebih lanjut, program keselamatan dalam pekerjaan yang mengandung resiko keracunan adalah sebagai berikut:

1. Lingkungan kerja harus di pelihara dalam keadaan bersih.
2. Perlengkapan teknologi pengendalian di tempat kerja harus di terapkan secara tepat.
3. Proses produksi di atur agar kemungkinan penghirupan, kontak di kulit, termakan atau terminum racun dapat di cegah semaksimal mungkin.

4. Pekerja-pekerja di beri tahu, waspada dan trampil dalam menghadapi bahaya-bahaya keracunan.
5. Alat perlindungan diri yang memadai harus tersedia dan dipakai semestinya.
6. Kebersihan perorangan pada tenaga kerja di pelihara dan selalu di tingkatkan.
7. Setiap kejadian kecelakaan diteliti agar tidak terulang lagi.
8. Pemeriksaan kesehatan kerja di laksanakan dengan baik.

G. INDUSTRI KIMIA

Industri kimia dapat di beri batasan sebagai industri yang ditandai dengan penggunaan proses-proses yang bertalian dengan perubahan-perubahan kimiawi atau fisik dalam sifat sifat bahan dan khususnya pada bagian kimiawi dan komposisi suatu zat. Industri kimia selain meliputi bahan-bahan kimia pada umumnya, juga pupuk, bahan warna, produk-produk obat-obatan dan farmasi, peledak, plastik, resin, kos metik, karet sintetis, film foto, serat-serat sintetis dan buatan, detergen, sabun, cat, dan lain-lain. Oleh karena apabila industri kimia, bahan-bahan yang berbahaya telah di uraikan banyak di pakai, diolah dan diproduksi, bahaya potensial cukup besar. Namun begitu, pengalaman telah mengembangkan proses produksi dengan tingkat keamanan yang cukup tinggi untuk menjamin keselamatan kerja. Namun begitu, usaha tetap harus di tingkatkan, karena ambilah misal keracunan timah hitam atau air raksa yang kini di negara-negara telah majupun masih tetap terjadi. Demikian pula, telah terbukti bahwa papiloma kandung air seni bertalian dengan kontak terhadap zat antara dalam industri zat warna seperti 2-naftilamin, benzi din, 4-amino difenil, dan 4-nitro difenil. Kini terlihat pula bahwa pelarut-pelarut organis yang berefek narkotika ada pertaliannya dengan sifat karsinogeniknya. Dalam usaha keselamatan kerja, hal-hal yang harus mendapat perhatian adalah sebagai berikut:

- a. Sifat bahaya

Pada tingkat perencanaan, seluruh informasi tentang bahaya harus dikumpulkan. Informasi tersebut didapat dari literatur, dari penelitian, dan dari struktur kimiawi serta sifat-sifat fisiko-kimiawinya.

b. Perencanaan Pabrik

Dalam perencanaan, segenap usaha keselamatan harus di masukkan, baik untuk perlindungan tenaga kerja, maupun hubungannya dengan pencemaran lingkungan. Ahli keselamatan kerja dapat di minta nasehatnya. Mungkin perlu pemilihan di antara proses produksi tertutup atau terbuka. atau pengendalian dari jarak jauh atau yang biasa. Perlu pula perencanaan tentang alat-alat proteksi diri.

c. Perlindungan terhadap tenaga kerja

Sekalipun aspek keselamatan telah di perhitungkan dalam pembangunan proses produksi, tenaga kerja tetap perlu di lindungi mengingat kemungkinan kekurangan atau kelemahan dalam proses produksi yang dapat berakibat kecelakaan.

d. Pemeriksaan kesehatan tenaga kerja.

Pemeriksaan kesehatan tenaga kerja yang dihubungkan dengan pemantauan lingkungan pembantu dalam memberi penilaian cukup tidaknya usaha keselamatan.

H. BAHAN-BAHAN RADIOAKTIF

Zat radioaktif adalah zat yang mampu memancarkan sinar atau meradiasi dari zat itu sendiri. Radiasi yang dipancarkan adalah sinar alfa, sinar beta, sinar gama, sinar netron, dan lain-lain.

Bahaya bahan radioaktif terutama bertalian dengan radiasinya. Radiasi dapat terjadi dari luar atau dari dalam. Radiasi dari dalam jika bahan radiasi masuk ke dalam tubuh. Radiasi menimbulkan efek somatik dan efek genetic. Efek somatik dapat akut dan dapat pula kronis. Pada efek akut mungkin terjadi sindroma sistem saraf sentral, sindroma gastrointestinal dan sindroma kelainan darah. Kelainan akut adalah akibat radiasi dengan dosis besar dari

200 Rad sampai 5.000 Rad sekaligus. Efek kronis terjadi pada dosis rendah. Efek genetik adalah pengaruh terhadap alat reproduksi yang akibatnya di turunkan pada keturunan. Oleh karena bahaya tersebut, penggunaan bahan radioaktif harus di sertai usaha keselamatan kerja yang ketat. Bahan-bahan radioaktif di pergunakan dalam kedokteran, industri dan pertanian, selain untuk maksud pertahanan. Dalam bidang kedokteran, banyak di pakai cairan-cairan zat radioaktif yang di masukkan ke dalam tubuh atau isotop-isotop radio aktif untuk penyinaran. Pada industri pun, zat radio aktif dipakai untuk mengikuti jejak proses dalam rangka penilaian dan pengendalian. Juga dipakai langsung dalam proses produksi seperti untuk merangsang proses polimerisasi. Begitu Pula dalam pertanian, isotop radioaktif di pakai untuk menyelusuri proses seperti penyerapan air, pemupukan, dan lain-lain. Atas dasar bahayanya, pemakaian, pengangkutan dan pengurusan sisa-sisa atau sampah radioaktif harus di selenggarakan menurut ketentuan-ketentuan semestinya.

Untuk keperluan ini, telah di kembangkan peraturan perundang-undangan seperti:

1. Undang-undang No. 31/64 Tentang Ketentuan Pokok Tenaga Atom.
2. Peraturan Pemerintah No. 11 Tahun 1975 Tentang Keselamatan Kerja terhadap Radiasi.
3. Peraturan Pemerintah No.12 Tahun 1975 Tentang Pemakaian Zat Radioaktif dan atau Sumber Radiasi lainnya.
4. Peraturan Pemerintah No. 13 Tahun 1975 tentang angkutan Zat Radioaktif.

Di lihat dari segi keterangan, maka Badan Tenaga Atom Nasional adalah organisasi berwenang dalam pelaksanaan program Pemerintah dan mempunyai otoritas dalam mengusahakan dan menyelenggarakan penggunaan tenaga atom di Indonesia dalam arti yang seluas-luasnya.

Mengenai ijin pemakaian, setiap pemakaian zat radioaktif dan sumber radiasi lainnya harus mendapat ijin terlebih dahulu dari BATAN, kecuali

zat radioaktif dan sumber radiasi yang aktifitasnya di bawah nilai minimum. Nilai minimum demikian di tentukan oleh BATAN.

Permohonan ijin di lakukan dengan mengisi suatu formulir permohonan yang antara lain meminta keterangan tentang tujuan pemakaian, nama petugas yang bertanggung jawab dalam pekerjaan, alat-alat yang di pakai, dan lain-lain. Selanjutnya BATAN akan meneliti keterangan tersebut dan bila perlu akan menugaskan inspektur-inspekturnya untuk pemeriksaan setempat, sebelum surat ijin di berikan. Agar ijin di berikan, persyaratan yang harus di penuhi adalah sebagai berikut:

1. Adanya fasilitas instalasi atom untuk menyelenggarakan pemakaian zat radioaktif.
2. Dimilikinya tenaga-tenaga yang cukup dan terlatih secara baik untuk bekerja dengan zat-zat radioaktif .
3. Dimilikinya peralatan teknis yang di perlukan agar di jamin perlindungan yang tepat.

instalasi di sini adalah tempat, bangunan atau kompleks untuk segala atau kegiatan dalam bidang tenaga atom. Tempat kerja atau bangunan tersebut harus memenuhi ketentuan-ketentuan kerja yang aman. Tenaga cakup adalah petugas proteksi radiasi yang bertanggung jawab atas keselamaa kerja.

Ijin pemakaian di berikan atas nama perorangan apabila pemohon bersifat perorangan dan atas nama perusahaan atau instansi apabila pemohon adalah perusahaan atau instansi. Ijin di berikan untuk tujuan pemakaian, jenis isotop atau alat dan jangka waktu yang di tentukan dalam Surat ijin pemakaian. Manakala pemegang ijin bermaksud mengubah atau mengganti tujuan pemakaian dan jenis isotop, maka perlu di mintakan ijin baru.

Juga ijin dapat di perpanjang atau di perbaharui, apabila jangka waktunya telah berakhir.

Pemegang ijin mempunyai kewajiban dan tanggung jawab. Ia harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh BATAN. Bila tidak, BATAN akan memberi peringatan dan lebih lanjut mungkin membekukan atau mencabut ijin seandainya peringatan tidak diindahkan.

Pemegang ijin wajib memeriksakan kesehatan Para pekerjanya secara berkala dan wajib menyelenggarakan dokumentasi yang baik mengenai segala sesuatu yang bersangkutan dengan bahan radioaktif.

Pemegang ijin bertanggung jawab atas segala kerugian yang timbul pada pihak lain, baik pekerja, maupun pihak luar, sebagai akibat pemakaian bahan radioaktif. Pertolongan harus diberikan oleh pemegang ijin sesegera mungkin tanpa melihat kesalahan siapa.

Pengangkutan bahan radioaktif adalah pemindahan bahan tersebut dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan jaringan lalu lintas umum. Ruang lingkup pengangkutan meliputi Pula pemuatan, pembongkaran, dan penyimpanan dalam transit.

Untuk pengangkutan bahan radioaktif, selain harus ditaati ketentuan khusus bagi zat tersebut juga perlu diikuti ketentuan pengangkutan yang berlaku pada umumnya bagi pengangkutan barang-barang yang berbahaya. Dalam pengangkutan berlaku ketentuan-ketentuan tentang pembungkusan, pengangkutan, pemeriksaan, kecelakaan, dan kewajiban pengirim, pengangkut dan penerima.

Oleh karena sifat-sifat khususnya, pembungkusan bahan radioaktif harus mengikuti ketentuan-ketentuan khusus. Terhadap rancangan pembungkusan harus dilakukan pengujian. Jika terdapat sifat-sifat lain yang berbahaya, pembungkusan harus pula mengikuti ketentuan yang bertalian dengan bahaya lain tersebut. Ketentuan pembungkusan meliputi juga pemberian tanda pada luar bungkusan

dan kelengkapan dokumen pengangkutan, yaitu dokumen pengangkutan yang diwajibkan untuk barang pada umumnya dan dokumen khusus seperti antara lain tanda pengenal instansi yang berwenang, keterangan singkat tentang bungkus termasuk konstruksi, berat kotor, ukuran luar dan lain-lain.

Selama pengangkutan, bungkus bahan radioaktif harus ditempatkan dalam kendaraan pengangkut sesuai dengan ketentuan yang berlaku bagi keselamatan pengangkutan bahan radioaktif. Penempatannya harus terpisah dengan jarak aman dari para petugas pengangkut dan penumpang, dari film atau kertas foto yang belum di proses. Selama pengangkutan pula, keutuhan bungkus harus di pelihara dengan meletakkannya secara kokoh dan tidak bercampur dengan barang-barang lain yang dapat membahayakannya.

Pihak yang berwajib seperti petugas bea cukai, polisi dan lain-lain mungkin mengadakan pemeriksaan terhadap bungkus-bungkus zat radioaktif. Pemeriksaan harus mengikuti ketentuan-ketentuan yang berlaku.

Pemeriksaan tidak boleh di lakukan dengan membuka bungkus, oleh karena hal itu akan menimbulkan bahaya radiasi. Pemeriksaan tidak boleh di lakukan di tempat-tempat ramai dan hanya boleh di lakukan di tempat dengan peralatan cukup dan dihadiri serta mendapat petunjuk petugas proteksi radiasi.

Bila kecelakaan selama pengangkutan terjadi, seperti pecah, bocor, terbakar atau tenggelamnya bungkus, daerah terjadi kecelakaan harus segera di isolasi dengan pemagaran dan pemberian tanda-tanda. Sekalipun darurat, segala upaya harus di lakukan dengan Cara apapun seperti-pemagaran dengan tali, dahan-dahan kayu, dan sebagainya. Petugas pengangkut wajib segera memberi tahu pengirim dan pejabat yang berkepentingan yaitu polisi, pejabat pamong praja

atau kepala stasiun yang terdekat, jika pengangkutan adalah kereta api. Tindakan penyelamatan atau dekontaminasi di lakukan oleh para petugas proteksi radiasi.

Diatur pula kewajiban pengirim, pengangkut dan penerima. Ketentuan ini mengatur saat di mulai dan berakhirnya atau beralihnya tanggung jawab dari pihak-pihak yang terlibat dalam pengangkutan. Peralihan tanggung jawab terjadi pada saat penyerahan barang kiriman tersebut dari satu pihak ke pihak lain. Pada waktu penyerahan bungkusan kepada unsur pengangkut, keterangan teknis yang lengkap harus diberikan tentang bahan radioaktif. Kecuali ditentukan lain, pengangkut bertanggung jawab atas keselamatan bungkusan bahan radioaktif selama pengangkutan. Pengangkut harus segera memberitahukan penerimaan kedatangan bungkusan di kota yang dialamatkan selambat-lambatnya dua hari. Dalam waktu selambat-lambatnya 14 hari, penerima harus mengambilnya. Jika tidak diambil selambat-lambatnya 21 hari, pengangkut harus memberi tahu pengirim agar diambil tindakan lebih lanjut.

Soal-soal latihan :

1. Apa yang dimaksud dengan bahan berbahaya ?

.....
.....

2. Bahan-bahan berbahaya digolongkan menjadi berapa ? Sebutkan !

.....

3. Apa tujuan pemasangan Label dan Simbol ? Jelaskan !
.....
4. Bahan-bahan berbahaya harus disimpan secara tepat, jelaskan bagaimana cara penyimpanan yang baik dan tepat !
.....
5. Sebutkan klasifikasi bahan-bahan berbahaya dalam hubungannya dengan pengangkutan !
.....
6. Apa pengaruh dari bahan-bahan korosif bahan-bahan lain terutama bersifat metal ? Jelaskan !
.....
7. Apa yang dimaksud dengan bahan-bahan beracun ?
Jelaskan !
.....
8. Sebab-sebab keracunan pada umumnya dapat digolong-golongkan menjadi berapa ? Sebutkan !
.....
9. Apa yang dimaksud dengan bahan-bahan Radioaktif ? Jelastkan !
.....
10. Apa efek bahan-bahan Radioaktif terhadap kesehatan manusia?
Jelaskan !
.....

BAB XIV

KECELAKAAN AKIBAT KERJA DAN PENCEGAHANNYA

A. DEFINISI

Kecelakaan adalah kejadian yang tak terduga dan tidak diharapkan. Tak terduga, oleh karena dibelakang peristiwa peristiwa itu tidak terdapat unsur kesengajaan, lebih-lebih dalam bentuk perencanaan. Maka dari itu, peristiwa sabotase atau tindakan kriminal diluar ruang lingkup kecelakaan yang sebenarnya. Tidak diharapkan, oleh karena peristiwa kecelakaan di sertai kerugian material ataupun penderitaan dari yang paling ringan sampai kepada yang paling berat.

Kecelakaan akibat kerja adalah kecelakaan yang berhubungan dengan pekerjaan atau perusahaan. Hubungan kerja disini dapat berarti, bahwa kecelakaan terjadi dikarenakan oleh pekerjaan atau pada waktu melaksanakan pekerjaan.

Maka dalam hal ini terdapat dua permasalahan penting, yaitu :

- 1). Kecelakaan adalah akibat langsung pekerjaan.
- 2). Kecelakaan terjadi pada saat pekerjaan dilakukan.

Kadang-kadang kecelakaan akibat kerja diperluas ruang lingkupnya, sehingga meliputi juga kecelakaan-kecelakaan tenaga kerja yang terjadi pada saat perjalanan atau transport ke dan dari tempat kerja. Kecelakaan-kecelakaan dirumah atau waktu rekreasi atau cuti dan lain-lain adalah diluar makna kecelakaan akibat kerja, sekalipun pencegahannya sering dimasukkan program keselamatan perusahaan.

Kecelakaan-kecelakaan demikian termasuk pada kecelakaan umum hanya saja menimpa tenaga kerja di luar pekerjaan.

Sekalipun kecelakaan akibat kerja meliputi penyakit akibat kerja, yang disebut terakhir ini tidak akan dibicarakan disini, melainkan pada ruang lingkup higene perusahaan dan kesehatan kerja.

Terdapat tiga kelompok kecelakaan :

- 1). Kecelakaan akibat kerja di perusahaan.
- 2). Kecelakaan lalu lintas.
- 3). Kecelakaan di rumah.

Bahaya pekerjaan adalah adalah faktor-faktor dalam hubungan pekerjaan yang dapat mendatangkan kecelakaan. Bahaya tersebut disebut potensial jika faktor-faktor tersebut belum mendatangkan kecelakaan. Jika kecelakaan telah terjadi, maka bahaya tersebut sebagai bahaya nyata.

B. KERUGIAN-KERUGIAN YANG DISEBABKAN KECELAKAAN AKIBAT KERJA

Kecelakaan menyebabkan lima jenis kerugian, antara lain :

- 1). Kerusakan.
- 2). Kekacauan organisasi.
- 3). Keluhan dan kesediaan.
- 4). Kelainan dan cacat.
- 5). Kematian.

Bagian mesin, pesawat, alat kerja, bahan, proses, tempat dan lingkungan kerja mungkin rusak oleh kecelakaan. Akibat dari itu terjadilah kekacauan organisasi dalam proses produksi. Orang yang ditimpa kecelakaan mengeluh dan menderita, sedangkan keluarga dan kawan-kawan sekerja akan bersedih hati. Kecelakaan tidak jarang berakibat luka-luka, terjadinya kelainan tubuh dan cacat. Bahkan tidak jarang kecelakaan merenggut nyawa dan berakibat kematian.

Kerugian-kerugian tersebut dapat diukur dengan besarnya biaya yang dikeluarkan bagi terjadinya kecelakaan. Biaya tersebut dibagi menjadi biaya langsung dan biaya tersembunyi. Biaya langsung adalah biaya pemberian pertolongan pertama bagi kecelakaan, pengobatan, perawatan, biaya rumah sakit, biaya angkutan, upah selama tak mampu bekerja, kompensasi cacat, dan biaya perbaikan alat-alat mesin serta biaya atas kerusakan bahan-bahan. Biaya tersembunyi meliputi segala sesuatu yang tidak terlibat pada waktu atau beberapa waktu setelah kecelakaan terjadi. Biaya ini mencakup berhentinya proses produksi oleh karena pekerja-pekerja lainnya menolong atau tertarik peristiwa kecelakaan itu. Biaya yang harus diperhitungkan untuk mengganti orang yang sedang menderita oleh karena kecelakaan dengan orang baru yang belum biasa bekerja ditempat itu, dan lain-lainnya lagi. Atas dasar penelitian-penelitian di negara-negara maju perbandingan antara biaya langsung dan tersembunyi adalah satu banding empat, sedangkan di negara-negara berkembang satu banding dua.

Kecelakaan-kecelakaan besar dengan kerugian-kerugian besar biasanya di laporkan, sedangkan kecelakaan-kecelakaan kecil tidak di laporkan. Padahal biasanya peristiwa-peristiwa kecelakaan kecil adalah 10 kali dari kejadian kecelakaan-kecelakaan besar. Maka dari itu kecelakaan-kecelakaan kecil menyebabkan kerugian-kerugian yang besar pula, manakala di jumlahkan keseluruhan.

C. KLASIFIKASI KECELAKAAN AKIBAT KERJA

Klasifikasi kecelakaan akibat kerja menurut Organisasi Perburuan Internasional tahun 1962 adalah sebagai berikut :

1. Klasifikasi menurut jenis kecelakaan.

- a. Terjatuh.
- b. Tertimpa benda jatuh.

- c. Tertumbuk atau terkena benda-benda, terkecuali benda jatuh.
- d. Terjepit oleh benda.
- e. Gerakan-gerakan melebihi kemampuan.
- f. Pengaruh suhu tinggi.
- g. Terkena arus listrik.
- h. Kontak dengan bahan-bahan berbahaya atau radiasi.
- i. Jenis-jenis lain termasuk kecelakaan-kecelakaan yang data-datanya tidak cukup atau kecelakaan-kecelakaan lain yang belum termasuk klasifikasi tersebut.

2. Klasifikasi menurut penyebab.

- a. Mesin.
- b. Alat angkut dan alat angkat.
- c. Peralatan lain.
- d. Bahan-bahan, zat dan radiasi.
- e. Lingkungan kerja
- f. Penyebab-penyebab lain yang belum termasuk golongan tersebut.

3. Klasifikasi menurut sifat luka atau kelainan.

- a. Patah tulang.
- b. Dislokasi/keseleo.
- c. Regang otot/urat.
- d. memar dan luka dalam yang lain.
- e. Amputasi.

- f. Luka dipermukaan.
- g. Gegar dan remuk.
- h. Luka bakar.
- i. Keracunan-keracunan mendadak.
- j. Mati lemas.
- k. Pengaruh arus listrik.
- l. Pengaruh radiasi.
- m. Akibat cuaca, dan lain-lain.

4. Klasifikasi menurut letak kelainan atau luka di tubuh.

- a. Kepala.
- b. Leher.
- c. Badan.
- d. Anggota atas.
- e. Anggota bawah.
- f. Banyak tempat.
- g. Letak lain yang tidak dapat dimasukkan klasifikasi tersebut.

Klasifikasi tersebut yang bersifat jamak adalah pencerminan kenyataan, bahwa kecelakaan akibat kerja jarang sekali disebabkan oleh suatu, melainkan oleh beberapa faktor. Penggolongan menurut jenis menunjukkan peristiwa yang langsung mengakibatkan kecelakaan dan menyatakan bagaimana suatu benda atau zat sebagai penyebab yang menyebabkan terjadinya kecelakaan, sehingga sering di pandang sebagai kunci bagi penyelidikan sebab lebih lanjut. Klasifikasi menurut penyebab dapat di pakai untuk menggolong-golongkan penyebab menurut kelainan atau luka-luka akibat kecelakaan atau menurut jenis kecelakaan terjadi yang diakibatkannya.

Keduanya membantu dalam usaha pencegahan kecelakaan, tetapi klasifikasi yang disebut terakhir terutama sangat penting. Penggolongan menurut sifat dan letak luka atau kelainan di tubuh berguna bagi penelaahan tentang kecelakaan lebih lanjut dan terperinci.

D. SEBAB-SEBAB KECELAKAAN

Kecelakaan tentu ada sebabnya. Cara penggolongan sebab-sebab kecelakaan di berbagai negara tidak sama. Namun ada kesamaan umum, yaitu bahwa kecelakaan di sebabkan oleh dua golongan penyebab antara lain :

1. Tindak perbuatan manusia yang tidak mematuhi keselamatan (unsafe human acts) atau tindakan yang tidak aman dari manusia (unsafe action).

- a. Menjalankan sesuatu tanpa wewenang.
- b. Menjalankan sesuatu dengan kecepatan tinggi.
- c. Membuat alat pengaman tidak berfungsi.
- d. Bekerja pada posisi yang salah.
- e. Bergurau di tempat kerja.
- f. Bekerja dalam keadaan tidak sadar/mabok, dan lain-lain.

2. Keadaan-keadaan lingkungan yang tidak aman (unsafe condition).

- a. Mesin/alat kerja.
 - Mesin-mesin rusak.
 - Tidak ada pengaman.
 - Konstruksi kurang aman.
 - Alat-alat kerja tidak baik/rusak.

b. Lingkungan kerja.

- Ventilasi/pertukaran udara kurang baik.
- Penerangan di tempat kerja kurang baik.
- Bising.
- Suhu di tempat kerja tidak nyaman.
- Tata ruang kerja/kebersihan tidak baik, dan lain-lain.

c. Metode/proses.

- Metode tidak aman.
- Proses produksi yang dapat membahayakan manusia/pekerja.

Dari penyelidikan-penyelidikan, ternyata faktor manusia dalam timbulnya kecelakaan adalah paling banyak. Selalu ditemui bahwa dari hasil-hasil penelitian 80 – 85 % kecelakaan disebabkan oleh kelalaian atau kesalahan manusia.

E. PENCEGAHAN KECELAKAAN

Kecelakaan-kecelakaan akibat kerja dapat di cegah dengan :

1. Peraturan perundangan.

Yaitu ketentuan-ketentuan yang diwajibkan mengenai kondisi-kondisi kerja pada umumnya dan pemeriksaan kesehatan dapat dilakukan sebagaimana mestinya.

2. Standarisasi.

Yaitu penetapan standar-standar resmi, misalnya konstruksi yang memenuhi syarat-syarat keselamatan jenis-jenis peralatan industri tertentu, praktek-praktek keselamatan atau alat-alat perlindungan diri.

3. Pengawasan.

Pengawasan tentang di patuhinya ketentuan-ketentuan perundang-undangan yang diwajibkan.

4. Menghilangkan sumber bahaya.

Sumber bahaya yang ada di hilangkan agar tidak lagi menimbulkan kecelakaan, misalnya : Dibuang, diganti, di perbaiki, dan lain-lain.

5. Sumber bahaya dieliminir.

Sumber bahaya masih tetap ada tetapi dieliminir atau diisolir supaya tidak lagi menimbulkan kecelakaan, misalnya : memberi pelindung pada bagian-bagian yang berputar pada mesin.

6. Sumber bahaya yang ada di kendalikan.

Sumber bahaya yang ada di kendalikan secara teknis, misalnya : memasang alat-alat kontrol, dan lain-lain.

7. Riset Medis.

Yang meliputi terutama penelitian tentang efek-efek fisiologis dan patologis faktor-faktor lingkungan dan teknologis, dan keadaan-keadaan fisik yang mengakibatkan kecelakaan.

8. Penelitian psikologis.

Penyelidikan tentang pola-pola kewajiban yang menyebabkan terjadinya kecelakaan.

9. Latihan-latihan.

Yaitu latihan praktek bagi tenaga kerja, khususnya tenaga kerja yang baru, dalam hal keselamatan kerja.

Jelaslah bahwa untuk pencegahan kecelakaan akibat kerja di perlukan kerja sama aneka keahlian dan profesi seperti pembuat undang-undang, pegawai pemerintah, ahli-ahli teknik, dokter, ahli ilmu jiwa, guru-guru dan sudah barang tentu pengusaha dan buruh.

Soal-soal latihan

1. Apa yang dimaksud dengan kecelakaan?

.....
.....

2. Kecelakaan ada berapa kelompok? Sebutkan dan Jelaskan !

.....
.....

3. Sebutkan kerugian-kerugian yang disebabkan oleh kecelakaan akibat kerja !

.....
.....

4. Ada berapa klasifikasi kecelakaan akibat kerja? Sebutkan !

.....
.....

5. Kecelakaan disebabkan oleh dua golongan penyebab, jelaskan dua golongan penyebab tersebut !

.....
.....

6. Kecelakaan akibat kerja tentunya dapat di cegah, dengan cara apa pencegahan tersebut? Sebutkan !

BAB XV

STATISTIK KECELAKAAN

AKIBAT KERJA

Statistik kecelakaan akibat kerja meliputi kecelakaan yang di karenakan oleh atau di derita pada waktu menjalankan pekerjaan yang berakibat kematian atau kelainan-kelainan, dan meliputi penyakit-penyakit akibat kerja. Selain itu, statistik kecelakaan industri dapat pula mencakup kecelakaan yang dialami tenaga kerja selama dalam perjalanan ke atau dari perusahaan.

Satuan penghitungan kecelakaan untuk statistik adalah peristiwa kecelakaan, sehingga untuk seorang tenaga kerja yang menderita dua atau lebih kecelakaan di hitung banyaknya peristiwa kecelakaan tersebut.

A. PENGUMPULAN STATISTIK KECELAKAAN DAN MAKSUD TUJUANYA

Statistik kecelakaan mungkin di kumpulkan pada suatu perusahaan, pada perusahaan-perusahaan di suatu daerah, pada perusahaan-perusahaan dari suatu jenis industri atau untuk seluruh perusahaan pada suatu negara. Statistik-statistik khusus mungkin pula di kumpulkan mengenai jenis-jenis kecelakaan tertentu (misalnya kecelakaan oleh karena arus listrik atau kecelakaan oleh karena tangga), tentang golongan-golongan tenaga kerja tertentu (misalnya tenaga kerja muda) atau untuk memperoleh keterangan-keterangan lain. Statistik mengenai hal yang sama untuk tahun-tahun yang berlainan sangat berguna bagi menilai apakah kecelakaan-kecelakaan tersebut bertambah atau berkurang dan betapa efektif tidaknya usaha pencegahan. Statistik mengenai berbagai perusahaan dengan kondisi-kondisi yang kira-kira serupa di maksudkan untuk menilai yang lebih

baik dan keadaan-keadaan positif yang dapat di terapkan bersama untuk pencegahan yang lebih baik.

Maka dari itu, jelaslah bahwa statistik kecelakaan harus dapat di perbandingkan tidak saja dari tahun ke tahun, tetapi juga dari satu perusahaan ke lain perusahaan, dari satu daerah ke lain daerah dan selama mungkin dari satu negara ke negara lain. Keterbatasan pokok mengenai sifat perbandingan statistik kecelakaan terletak pada maksud ganda pengumpulannya, yaitu penggunaannya untuk pencegahan kecelakaan dan dalam kompensasi kecelakaan. Dalam rangka pencegahan kecelakaan statistik harus memberikan keterangan lengkap tentang sebab, frekuensi, perusahaan dan pekerjaan, serta juga faktor-faktor lain yang mempengaruhi resiko kecelakaan. Sebaliknya, dalam hubungan kompensasi, statistik di gunakan terutama untuk keperluan administrasi dan mesti menunjukkan banyaknya kecelakaan menurut tingkat beratnya, lamanya cacat dan besarnya uang di bayar untuk kompensasi. Kegagalan untuk membedakan kedua maksud pengumpulan statistik tersebut terbukti menghambat usaha pencegahan kecelakaan. Statistik untuk pencegahan kecelakaan tidak boleh di buat perencanaannya untuk memenuhi prersaratan statistik bagi keperluan kompensasi kecelakaan.

Pokok-pokok pikiran di bawah ini sangat perlu untuk memenuhi sifat perbandingan yang di harapkan bagi statistik yang dimaksudnya adalah pencegahan kecelakaan.

- 1) Statistik kecelakaan harus di susun atas dasar definisi yang seragam mengenai kecelakaan-kecelakaan dalam industri, dalam rangka tujuan pencegahan pada umumnya dan sebagai ukuran resiko-resiko kecelakaan pada khususnya. Semua kecelakaan yang didefinisikan demikian harus dilaporkan dan di tabulasikan secara seragam.

- 2) Angka-angka frekuensi dan beratnya kecelakaan harus di kumpul atas dasar cara-cara seragam. Harus ada pembatasan-perbatasan seragam tentang kecelakaan, cara-cara yang seragam untuk mengukur waktu menghadapi resiko, dan cara-cara seragam untuk menyatakan besarnya resiko.
- 3) Klasifikasi industri dan pekerjaan, untuk keperluan statistik kecelakaan harus selalu seragam.
- 4) Klasifikasi kecelakaan menurut keadaan-keadaan terjadinya dan menurut sifat dan letak luka atau kelalaian harus seragam, dan dasar-dasar yang dipakai untuk menetapkan kriteria pemikiran harus selalu sama.

Pengumpulan statistik atas dasar klasifikasi Organisasi Perburuhan Internasional sangat berguna bagi usaha pencegahan kecelakaan. Selain itu masih dapat di tambahkan jenis industri, lamanya cacat dan ketidak mampuan bekerja, serta cara-cara lain seperti jenis kelainan, usia, pekerjaan, ketrampilan, pengalaman hari-hari dalam sebulan dan bulan-bulan dalam setahun, saat kecelakaan menurut waktu kerja, besarnya perusahaan dan lain-lain.

B. PERHITUNGAN ANGKA-ANGKA KECELAKAAN

Untuk memperbandingkan banyaknya kecelakaan pada suatu pabrik lainnya dalam cabang industri yang sama, perlu diperhitungkan perbedaan-perbedaan yang mungkin di sebabkan oleh perbedaan jumlah tenaga kerja yang bekerja pada kedua pabrik tersebut. Hal ini dapat di lakukan dengan menghitung angka frekuensi kecelakaan (F), yaitu banyaknya kecelakaan untuk setiap juta jam-manusia.

Secara matematis dapat di nyatakan dalam bentuk rumus seperti berikut:

$$F = \frac{\text{banyaknya kecelakaan} \times 1,000,000}{\text{Jam Manusia Total}}$$

Jam Manusia Total

Contoh :

Suatu perusahaan dengan 500 tenaga kerja, yang kegiatannya 50 minggu dengan 48 jam kerja setiap minggunya, mengalami 60 kali kecelakaan dalam setahun. Di karenakan penyakit, kecelakaan dan sebab-sebab lain, tenaga kerja tidak masuk kerja sebanyak 5 % dari seluruh waktu kerjanya. Jadi besarnya jam manusia seluruhnya ($500 \times 50 \times 48 = 1.200.000$) masih harus dikurangi 5% (60.000) dan menjadi 1.140.000

Oleh karena itu, maka :

$$F = \frac{60 \times 1,000,000}{1.140.000} = 52,63$$

Angka tersebut menunjukkan, bahwa dalam setahun terjadi kira-kira 53 kecelakaan pada setiap 1.000.000 jam manusia.

Sebegitu jauh, dengan angka frekuensi kecelakaan barulah jumlah kecelakaan yang mendapat perhatian, dan hal ini bukanlah suatu ukuran yang tepat bagi pengaruh kecelakaan. Untuk mengukur pengaruh kecelakaan, juga harus di hitung angka beratnya kecelakaan.

Angka beratnya kecelakaan (= S) adalah jumlah total hilangnya hari kerja per 1.000 jam-manusia

Secara matematis dapat di nyatakan dalam bentuk rumus seperti berikut:

$$S = \frac{\text{Jumlah hilangnya hari kerja} \times 1,000,000}{\text{Jam Manusia Total}}$$

Namun ada Pula yang memperhitungkannya terhadap 1.000.000 jam-manusia. Selain itu, ada Pula yang menggunakan jumlah rata-rata tenaga kerja atau orang-orang yang di asuransikan atau tahun-tahun 300 hari-manusia sebagai pengganti jam-manusia total.

Contoh :

Jika selain data-data untuk menghitung angka frekuensi, kecelakaan tersebut di atas di ketahui, bahwa jumlah hari-hari hilang adalah 1.200 sebagai akibat 60 kecelakaan, maka

$$F = \frac{1.200 \times 1,000,000}{1.140.000} = 1,053$$

Hal ini berarti, bahwa setiap tahun kira-kira sehari hilang pada setiap 1.000 jam-manusia. Atau dapat Pula dinyatakan 2,4 hari setiap tenaga kerja dalam setahun.

Perhitungan adalah lebih rumit, jika terjadi pula cacat menetap atau kematian. Jika terjadi kematian, hitungan hari-hari yang hilang dapat di tetapkan sebagai berikut:

- 1) Hari benar-benar hilang dalam tahun yang bersangkutan sejak kematian.
- 2) Di nyatakan hilang 6.000 hari kerja (menurut Amerika Serikat)
- 3) Di perhitungkan 7.500 hari kerja (menurut Organisasi Perburuhan Internasional).

Seandainya dari contoh di atas terjadi 1 kecelakaan lagi yang berakibat kematian pada hari 200 hari lagi menjelang habisnya tahun yang bersangkutan, maka:

$$F = \frac{61 \times 1,000,000}{1.140.000} = 53,5$$

1.140.000

S adalah sebagai berikut :

- Menurut hilangnya hari yang sebenarnya :

$$S = \frac{1.400 \times 1,000}{1.140.000} = 1,23$$

- Menurut organisasi Perburuhan internasional :

$$S = \frac{8.700 \times 1,000}{1.140.000} = 7,63$$

- Menurut Amerika Serikat

$$S = \frac{7.200 \times 1,000}{1.140.000} = 6,32$$

Jelaslah, bahwa suatu kecelakaan berat berpengaruh besar kepada angka beratnya kecelakaan tetapi tidak kepada angka frekuensi.

Angka-angka frekuensi dan beratnya kecelakaan memberikan keterangan tentang bahaya mengenai keselamatan dalam suatu perusahaan, baik angka absolut, maupun secara perbandingan dengan perusahaan-perusahaan lain yang keadaannya kira-kira serupa. Maka dari itu, sangat di anjurkan untuk menerbitkan angka-angka tersebut untuk jenis-jenis kegiatan ekonomi yang berlainan.

C. TINGKAT KEPERCAYAAN

Tidaklah selalu mungkin untuk memperoleh statistik kecelakaan yang memenuhi 100 % ketelitian. Ada pengusaha-pengusaha yang tidak melaporkan kecelakaan kepada pihak yang berwenang, oleh karena ketidak-tahuannya, terlupakan, atau tak dipenuhinya persyaratan-persyaratan kesela matan, sehingga peristiwa kecelakaan di sembunyikan terhadap pengawas keselamatan kerja. Pengusaha kadang-kadang mau melaporkan peristiwa terjadinya kecelakaan kepada dana kompensasi, tetapi tidak kepada pengawas, maka dari itu kerja sama antara dana tersebut dan pengawasan harus berjalan dengan sebaik-baiknya. Sering-sering hanya kecelakaan berat yang di laporkan, sedangkan kecelakaan – kecelakaan ringan cukup di obati di klinik-klinik perusahaan. Tidak jarang pula, kecelakaan dan kompensasinya di selesaikan oleh pihak pengusaha dan buruh secara diam – diam. Hal ini sangat merugikan usaha pencegahan kecelakaan yang sesungguhnya.

Tingkat kepercayaan suatu statistik kecelakan juga sangat tergantung kepada standar-standar statistik kecelakaan yang dipakai secara seragam. Dalam hal ini di perlukan pembatasan yang tegas misalnya mengenai jenis kecelakaan menurut akibatnya, misalnya kecelakaan dengan:

- 1) Kematian, yaitu kecelakaan-kecelakaan yang menyebabkan kematian.
- 2) Cacat menetap, yaitu kecelakaan-kecelakaan yang berakibat pembatasan atau gangguan fisik atau mental yang menetap
- 3) Cacat sementara, yaitu kecelakaan-kecelakaan yang

Soal-soal latihan

1. Apa yang dimaksud dengan statistik kecelakaan akibat kerja ?
Jelaskan !
.....
.....
2. Apa tujuan dari pengumpulan Statistik Kecelakaan ? Jelaskan !
.....
.....
3. Apa tujuan perhitungan angka-angka kecelakaan ? Jelaskan !
.....
.....
4. Suatu perusahaan dengan 750 tenaga kerja, yang kegiatannya 50 minggu dengan 48 jam kerja setiap minggunya, mengalami 60 kali kecelakaan dalam setahun. Di karenakan penyakit, kecelakaan dan sebab-sebab lain, tenaga kerja tidak masuk kerja sebanyak 5 % dari seluruh waktu kerjanya. Jadi besarnya jam manusia seluruhnya ($750 \times 50 \times 48 = 1.800.000$) masih harus dikurangi 5% (60.000) dan menjadi 1.500.000. Hitung Frekuensi kecelakaan yang terjadi !
.....
.....
5. Dari soal diatas, hitung angka beratnya kecelakaan !

BAB XVI

INSPEKSI KESELAMATAN KERJA

Telah kita ketahui bahwa program keselamatan kerja adalah untuk mencegah kecelakaan dengan menciptakan lingkungan kerja yang aman dan selamat.

Dalam usaha tersebut di perlukan penelitian dan pengawasan terhadap kondisi-kondisi di tempat kerja guna menghindarkan adanya faktor-faktor yang menjadi sumber penyebab terjadinya kecelakaan.

Seperti di ketahui bahwa, faktor penyebab kecelakaan dapat di golongan atas faktor manusia (human factor) dan faktor teknis (engineering factor). Kedua faktor tersebut merupakan unsur produksi yang utama. Dalam proses produksi kedua unsur yang saling berkaitan dan merupakan unsur produksi yang utama. Dalam proses produksi, kedua unsur tersebut saling berhubungan satu dengan yang lainnya.

Mesin menjadi alat produksi yang di kendalikan oleh manusia sebagai human factor. Dalam mata rantai tersebut dapat terjadi di penyimpangan--penyimpangan, baik yang bersifat teknis mau pun bersifat manusiawi. Penyimpangan ini, baik yang berupa keadaan-keadaan berbahaya (unsafe condition)-atau tindakan tidak aman dari manusia (unsafe act) merupakan titik utama terjadinya kecelakaan. Untuk menghindarkan terjadinya kecelakaan maka dalam program pencegahan kecelakaan harus di usahakan agar dalam tempat kerja tidak terjadi kedua faktor tersebut..

Salah satu cara adaiiah dengan mengadakan inspeksi keselamatan kerja (safety inspection).

A. TUJUAN INSPEKSI KESELAMATAN KERJA

Tujuan diadakannya suatu inspeksi keselamatan kerja secara singkat adalah sebagai berikut :

- 1) Memelihara lingkungan kerja yang aman dan selamat serta mencegah adanya tindakan-tindakan yang tidak aman dari manusia
- 2) Memelihara kelancaran proses produksi dan produktivitas perusahaan.

Dengan mengadakan inspeksi keselamatan kerja akan dapat di ketahui sedini mungkin adanya sumber-sumber bahaya (unsafe act dan unsafe condition), sehingga dapat di ambil tindakan-tindakan koreksi untuk menghindarinya.

Di samping tujuan umum di atas, suatu inspeksi keselamatan kerja juga mempunyai manfaat lain di antaranya :

- 1) Untuk mengecek apakah ada sesuatu yang bertentangan atau menyimpang dari program yang di tentukan.
- 2) Untuk menggairahkan kembali interest terhadap keselamatan kerja di lingkungan karyawan. Karena dengan adanya inspeksi, karyawan merasa bahwa keselamatannya mendapat perhatian.
- 3) Mengevaluasi kernbali semua safety standard yang telah di tentukan.
- 4) Sebagai bahan untuk pengumpulan data, guna mengadakan safety meeting.
- 5) Guna memeriksa fasilitas-fasilitas baru
- 6) Untuk menilai tingkat kesadaran keselamatan kerja di lingkungan karyawan perusahaan.

Di samping itu suatu program inspeksi keselamatan kerja dapat di jadikan alat bagi management (tool of management) dalam memelihara tingkat produktifitas dan efisiensi perusahaan.

Setiap laporan inspeksi yang di lakukan dapat di jadikan indikator untuk menilai tingkat performance (safety performance) dari suatu perusahaan.

B. PELAKSANA INSPEKSI KESELAMATAN KERJA

Pelaksana suatu kegiatan inspeksi keselamatan kerja dapat di bedakan dalam 2 (dua) golongan yang akan di uraikan sebagai berikut :

1) Extern perusahaan :

Yaitu inspeksi keselamatan yang di laksanakan oleh petugas-petugas di luar perusahaan misalnya:

- inspeksi keselamatan kerja dari instansi pemerintah (misalnya dari DEPNAKER).
- Petugas dari bidang asuransi dan lain sebagainya.

2) Intern perusahaan :

yaitu kegiatan inspeksi keselamatan kerja yang di laksanakan oleh petugas-petugas atau karyawan perusahaan seperti pengawas keselamatan kerja, petugas inspeksi teknis, kesehatan, pengawas setempat dan lain sebagainya.

Di lingkungan perusahaan atau intern perusahaan, pelaksanaan inspeksi keselamatan kerja sebetulnya merupakan tugas dan kewajiban setiap unsur karyawan dari level terendah sampai tingkat tinggi (management).

Masing-masing mempunyai fungsi dan peranannya sendiri yang dapat di simpulkan sebagai berikut:

a) Karyawan

Sernua karyawan bertanggung jawab terhadap keselamatan nya masing-masing sesuai dengan tugas dan lingkungan kerjanya.

Setiap karyawan dapat bertindak sebagai pelapor kepada pengawasnya masing-masing untuk memberikan informasi mengenai sumber-sumber bahaya yang terdapat di lingkungannya.

Akan tetapi karyawan pelaksana ini tidak mempunyai authority untuk mengadakan perbaikan atau perubahan.

Namun bila terjadi bahaya merekalah sebagai unsur terdepan yang pertama kali akan menderita dan menanggung akibatnya.

Karena itu setiap karyawan yang telah memiliki kesadaran keselamatan yang tinggi merupakan informan yang paling baik. Karena dialah yang setiap hari dan setiap saat di hadapkan kepada sumber bahaya, dan dialah yang paling tahu dan rnerasakan adanya keadaan berbahaya di lingkungannya masing-masing.

b) Pengawas (supervisor)

Setiap pengawas bertanggung jawab terhadap kelancaran jalannya operasi perusahaan di lingkungan pengawasannya masing-masing. Dalam hal ini terkandung pengertian aman, cepat dan selamat.

Dengan demikian dia ikut bertanggung jawab terhadap keselamatan bawahannya, serta sarana produksi yang di percayakan kepadanya. Disamping itu, setiap pengawas mempunyai wewenang untuk mengadakan tindakan koreksi, baik terhadap tindakan-tindakan tidak aman maupun kondisi tidak aman yang di temukannya.

Sering di sebut juga bahwa seorang pengawas merupakan key point dalam program keselamatan kerja. Sebagai unsur Denting, seorang pengawas memerlukan kegiatan inspeksi keselamatan kerja di lingkungannya guna dapat men-detek "source of hazard" dan sekaligus melakukan usaha penanggulangannya, baik secara langsung maupun dengan mengadakan konsultasi atau koordinasi dengan petugas keselamatan kerja.

c) Pengawasan Keselamatan Kerja

Seorang petugas keselamatan kerja melaksanakan inspeksi keselamatan kerja sebagai bagian dari tugasnya dalam mencegah kecelakaan. Dalam hal ini, inspeksi keselamatan kerja yang di lakukan oleh petugas atau pengwas keselamatan kerja mempunyai bobot tersendiri karena dia merupakan alat management dalam menegakkan ketentuan-ketentuan keselamatan kerja di lingkungan perusahaan.

d) Unsur Managemen :

Unsur managemen mengadakan observasi mengenai pelaksanaan program keselamatan kerja dilingkungannya managemen yang tanggap dengan sendirinya memberikan pengarahan dan stimulan terhadap pelaksanaan program kerja dalam perusahaan.

C. MACAM – MACAM INSPEKSI KESELAMATAN KERJA.

Inspekal keselamatan kerja yang di lakukan dalam perusahaan dapat di golongkan atas beberapa jenis yang akan di uraikan sebagai berikut:

1) Inspeksi rutin.

Yaitu inspeksi keselamatan kerja yang di dilaksanakan secara rutin di setiap tempat kerja, baik oleh pengawas maupun oleh petugas keselamatan kerja.

Sering juga di sebut "safety on the spot".

Dalam hal ini, sasaran inspeksi adalah meyakinkan bahwa segala sesuatu berjalan sesuai dengan yang seharusnya. Baik dari segi manusia maupun dari segi teknis.

Misalnya inspeksi rutin sebelum pengeboran di mulai, tempat-tempat pengelasan dan sebagainya.

2) Inspeksi berkala

Dilakukan secara berkala (misalnya setiap setahun, 6 bulan, atau satu bulan) tergantung pada objek inspeksi.

Contoh:

- Inspeksi tempat kerja oleh DEPNAKER di adakan setiap enam bulan sekali.
- Inspeksi tempat kerja oleh petugas P.A.K di adakan setiap enam bulan sekali.

Dalam inspeksi tersebut di tinjau segenap aspek yang ada baik secara teknis maupun segi manusia. Hasil inspeksi biasanya berupa laporan rekomendasi yang di sampaikan kepada manajemen.

3) Inspeksi Khusus

Diadakan dalam hal-hal khusus misalnya :

- Inspeksi alat-alat pemadam api
- Inspeksi ketel uap / botol angin
- Inspeksi unit-unit yang baru selesai di bangun
- Inspeksi sehubungan dengan adanya kasus-kasus khusus seperti pencemaran, penyakit akibat kerja, keluhan-keluhan dari karyawan dan lain sebagainya.

D. TEKNIK INSPEKSI KESELAMATAN KERJA.

Pelaksanaan inspeksi keselamatan kerja baik oleh pengawas, petugas keselamatan atau pihak lainnya, dapat di capai hasil optimal bila dilakukan secara sistematis. Seperti di ketahui bahwa, sasaran inspeksi keselamatan kerja khususnya inspeksi berkala seringkali sangat luas, meliputi berbagai aspek-aspek baik manusia ataupun teknis. Untuk memudahkan petugas inspeksi, sasaran tersebut di bagi atas beberapa segi.

1) Lingkungan kerja.

Meliputi kondisi tempat kerja, kebersihan, penerangan, ventilasi, housekeeping, lantai, bordes, dan lain sebagainya.

2) Mesin-mesin dan alat-alat kerja.

Meliputi kondisi-kondisi mesin, alat-alat pengaman, peralatan kerja seperti hand tool dan power tool, pengaman serta perawatannya.

3) Listrik.

Meliputi kondisi/sarat-sarat instalasi listrik, arde atau hubungan tanah.

4) Alat-alat keselamatan kerja

Kondisi serta pemakaian jenis alat yang di gunakan dan pemeliharannya.

5) Alat – alat pertolongan pertama/emergency.

meliputi alat-alat pertolongan pertama seperti PPPK, water sprinkler, alat – alat pemadam api dan lain sebagainya.

6) Safe-working practices.

Cara kerja dari karyawan, metode atau unsafe act yang di temukan di tempat kerja.

7) Bahan-bahan pembinaan

Meliputi jenis-jenis bahan pembinaan serta peringatan yang di perlukan seperti gambar-gambar, peraturan peraturan, tanda-tanda, kode warna dan lain sebagainya.

8) Material

Meliputi bahan-bahan kimia, material serta bahan-bahan tertentu dan bahan mentah yang di gunakan dalam proses produksi.

Dalam melaksanakan inspeksi tersebut, dapat di lakukan dengan beberapa cara yaitu:

- a) Sistem langsung, yaitu petugas pemeriksa mengadakan pemeriksaan secara langsung dan sekaligus secara on the spot.
- b) Sistem check, yaitu mengadakan inspeksi dengan menggunakan daftar pemeriksaan yang telah di tentukan sekaligus.

Pelaksanaan kedua sistem tersebut tergantung kepada situasi dan kondisi serta luasnya aspek-aspek yang akan diteliti.

Alangkah baiknya apabila setiap aspek yang akan di teliti telah di ketahui kondis – kondisi berdasarkan catatan – catatan sebelumnya.

E. PERSIAPAN DALAM INSPEKSI KESELAMATAN KERJA

Untuk memperoleh hasil inspeksi keselamatan kerja yang baik seorang inspektor harus memenuhi sarat-sarat seperti berikut :

- 1) Mempunyai pengetahuan yang cukup tentang obyek yang akan di periksa. Artinya memahami setiap permasalahan tentang obyek yang akan diinspeksi /diperiksa
- 2) Mempunyai pengetahuan yang cukup tentang syarat-syarat keselamatan kerja serta peraturan-peraturan yang berkaitan.
- 3) Mengadakan persiapan mengenai obyek yang akan di periksa, baik dengan metoda checklist atau dengan metoda langsung.

- 4) Dapat berkomunikasi secara intensif dengan pekerja setempat, dan pengawas agar dapat memperoleh informasi sebanyak mungkin dan selengkap mungkin mengenai kondisi-kondisi di tempat kerja tersebut.
- 5) Memiliki integritas yang tinggi sehingga sanggup mengutarakan atau menjelaskan secara benar terhadap apa yang seharusnya dilakukan, serta tidak mudah terpengaruh oleh interest interest pribadi (obyektif).

Soal-soal latihan

1. Apa yang dimaksud dengan Inspeksi Keselamatan Kerja ?
Jelaskan !
.....
2. Apa tujuan dari Inspeksi Keselamatan Kerja ? Jelaskan !
.....
3. Apa tujuan dari Inspeksi Keselamatan Kerja? Jelaskan !
.....
4. Dilakukan oleh siapakah Inspeksi Keselamatan Kerja itu? Jelaskan !
.....
5. Sebutkan macam-macam Inspeksi Keselamatan Kerja !
.....
6. Jelaskan bagaimana teknik Inspeksi Keselamatan Kerja !

BAB XVII

SEJARAH PENCEGAHAN KECELAKAAN AKIBAT KERJA

A. SEJARAH PURBAKALA

Masalah keselamatan dan kecelakaan pada umumnya sama tua dengan kehidupan manusia. Demikian juga, keselamatan kerja dimulai sejak manusia bekerja.

Manusia purba mengalami kecelakaan-kecelakaan, dan dari padanya berkembang pengetahuan tentang bagaimana agar kecelakaan tidak berulang.

Suatu catatan kuno tentang keselamatan bangunan yang menyatakan dengan jelas, bahwa pada jaman dahulu kala pun telah di berikan perhatian terhadapnya.

Hamurabi, yang menjadi raja di Babilonia pada abad ke 17 sebelum masehi, mengatur dalam undang-undang di negaranya tentang hukuman bagi ahli bangunan yang membangun rumah dan bangunannya mendatangkan malapetaka kepada pemilik bangunan atau keluarganya. Lima abad kemudian sejak dia, yaitu pada zaman Mozaz, para ahli bangunan tersebut bertanggung jawab pula terhadap keselamatan para pelaksana dan pekerja-pekerja pembangunan. Antara lain telah di gariskan pula pada saat itu persyaratan keselamatan bangunan. Kemudian dari itu, masalah-masalah keselamatan ini meluas ke Yunani, Romawi, dan lain-lain. Catatan-catatan tentangnya di sana-sini terdapat. Namun kesemuanya belum merupakan suatu usaha terarah dan terorganisir. Aspek keselamatan terpenting adalah keselamatan perorangan bagi tentara-tentara lainnya lebih bersifat perorangan.

B. AWAL MULA PENCEGAHAN

Kecelakaan-kecelakaan akibat kerja dalam perindustrian mula-mula terjadi secara besar-besaran kira-kira 150 tahun yang lalu, ketika kemajuan-kemajuan pesat teknologi mulai di terapkan untuk produksi secara besar-besaran dengan mesin, sedangkan pabrik merupakan kesatuan proses kerja.

Keadaan-keadaan sebagai hasil Revolusi Industri di satu pihak merupakan kemajuan yang gemilang, di pihak lain adalah bertentangan dengan pri kemanusiaan dan memerlukan perbaikan.

Gerakan perbaikan tersebut dipimpin oleh orang-orang yang merasa bahwa mereka memiliki tanggung jawab moral terhadap kesejahteraan kawan-kawan sekerjanya. Pencegahan kecelakaan sejak semula berkembang atas perjuangan pria atau wanita yang berorientasi kepentingan umum dan bertekad melindungi pihak yang lemah. Perjuangan tersebut dilandasi pula oleh pengalaman-pengalaman yang penuh penderitaan.

Tujuan mereka pada awal mulanya mempengaruhi pemerintahan, agar melindungi buruh-buruh pabrik (terutama anak-anak), yang sering hidup dan bekerja pada keadaan-keadaan yang sangat buruk, seperti bahaya putus tangan atau jari, penyakit berat dan kerusakan moral.

Revolusi Industri mula-mula terjadi di Inggris. Disana gerakan – gerakan kemanusiaan pertama-tama di tunjukkan bagi pengurangan jam kerja dan perlindungan kesehatan anak-anak, yang terutama sangat menderita akibat dari kondisi-kondisi pekerjaan. Baru pada tingkat kemudianlah langkah – langkah diambil untuk pencegahan kecelakaan pada umumnya. Pada abad ke 18, sebagai akibat penemuan – penemuan teknologi baru, perindustrian. tekstil berubah dari industri dirumah – rumah menjadi industri pabrik. Tenaga kerja yang banyak di perlukan, sehingga di kerahkan anak-anak untuk

pekerjaan tersebut dengan upah relatif murah. "Mereka bekerja tanpa diketahui, tanpa perlindungan dan dilupakan orang", tulis seorang penulis pada tahun 1795. "Pada kondisi-kondisi yang tidak sehat selama 14 atau 15 jam seharinya". Sesudah 40 – 50 tahun berselang, keadaan-keadaan tersebut menampakan adanya perbaikan.

Kemudian perhatian di alihkan kepada masalah keselamatan. Meningkatnya tenaga, kecepatan dan makin banyaknya pemakaian mesin menyebabkan tambah berbahayanya pekerjaan pabrik.

Pada tahun 1844, terdapat banyak sekali orang cacat di daerah Manchester dan penduduk disana seperti tetara yang baru saja pulang dari medan perang. Pemilik pabrik sama sekali tidak bertanggung jawab atas kecelakaan dan cacat yang terjadi. Mula-mula pemilik tidak peduli akan desakan masyarakat, tetapi kemudian di undangkanlah Undang – undang pabrik (factory act) pada tahun 1844. Kesemuanya ini adalah hasil gerakan keadilan yang merupakan kerja sama di antara mereka yang berhati kemanusiaan, pengawas, negarawan, anggota-anggota parlemen, wartawan, dan lainlain.

C. PERUNDANG-UNDANGAN KESELAMATAN KERJA PALING AWAL

Hasil pertama perbaikan keadaan perburuhan yang buruk tersebut adalah di undangkan suatu undang-undang pada tahun 1802 yang melindungi kesehatan dan moral tenaga kerja yang mengikuti latihan dan mereka yang bekerja di pabrik tekstil dan pabrik-pabrik lain. Pengawasannya di lakukan oleh penegak hukum setempat. Undang-undang tersebut diubah pada tahun 1833 dan diciptakanlah inspektorat pengawasan dalam aparat pemerintah. Pada tahun 1844, di tambahkan kepada undang-undang tersebut kewajiban pengawasan mesin, penyediaan pengaman lainnya dan kewajiban lapor kecelakaan.

Di Perancis, anak-anak juga di pekerjakan secara tidak pada tempatnya, seperti di uraikan oleh ahli statistik Louis Rene Villerme

pada tahun 1840. Anak-anak yang berusia 6 dan 8 tahun bekerja sambil berdiri selama 16 sampai 17 jam sehari. Makanan dan pakaian anak-anak tersebut serba buruk, mereka harus berjalan kaki menempuh jarak jauh, bangun jam 5.00 pagi hari dan pulang dari pekerjaan malam – malam. Untunglah orang-orang yang menghendaki perbaikan termasuk beberapa pengusaha tekstil yang berpikiran maju dapat memperbaiki keadaan yang tak berperikemanusiaan itu. Pencegahan kecelakaan bersemi pada usaha perbaikan perburuhan dimaksud. Engel Dollfus, yang pada tahun 1867 mendirikan ikatan pencegahan kecelakaan dan pertukaran pengalaman dalam soal keselamatan, adalah seorang sosiawan yang berkaliber tinggi. Ia mengatakan sebagai berikut : Pengusaha berhutang budi kepada tenaga kerja lebih dari sekedar memberikan upah. Adalah tugas pengusaha untuk memelihara moral dan kondisi fisik tenaga kerja, dan kewajiban yang semata-matas moral ini dan tidak dapat di ganti dengan upah jenis apapun harus memenangkan kepentingan pribadi apapun. Undang-undang pertama tentang perusahaan di Perancis, yang berlaku pada tahun 1841, adalah mengenal kerja anak dalam industri, yang mempergunakan tenaga mekanik atau bekerja pada proses yang kontinyu dan pada perusahaan-perusahaan dengan jumlah buruh lebih dari 20 orang. Undang-undang tersebut memberikan ketentuan tentang sistem pengawasan. Namun begitu, undang-undang keselamatan kerja yang sebenarnya baru muncul pada tahun 1893.

Di Prusia, Tindakan pertama untuk mengadakan sistem pengawas perusahaan berupa keluarnya peraturan-peraturan tentang kerja anak-anak pada tahun 1839. Pada tahun 1845, dianjurkan pengangkatan pengawas medic bagi perusahaan-perusahaan. Perlindungan tenaga kerja secara umum terhadap kecelakaan dan penyakit akibat kerja di atur oleh ketentuan-ketentuan industri yang di keluarkan pada tahun 1869. Undang-undang tahun 1878 mewajibkan pengawas perusahaan

di seluruh Jerman. Undang-undang, asuransi kecelakaan lahir pada tahun 1844.

Di Belgia, asal mula undang-undang keselamatan kerja berlainan dari, negara-negara yang telah di uraikan. Asalnya sebagian dari undang-undang pengawasan dan sebagian lagi dari undang-undang gangguan. Undang-undang pertama lahir pada tahun 1810.

Di Denmark dan Swiss, undang-undang perusahaan telah ada sejak tahun 1840, tetapi pengawasan efektif tentang keselamatan kerja baru menjadi kenyataan pada tahun 1873 di Denmark dan pada tahun 1877 di Swiss.

Di Amerika Serikat, Massachusetts adalah negara bagian pertama yang memiliki undang-undang pencegahan kecelakaan di perusahaan. Undang-undang yang mulai berlaku pada tahun 1877 itu mengatur pagar pengaman, melarang perawatan mesin yang sedang hidup, dan pengadaan pintu-pintu darurat pada elevator. Pada tahun 1886, negara bagian tersebut pula mewajibkan pelaporan kecelakaan akibat kerja. Undang-undang serupa berlaku di Ohio pada tahun 1888, Missouri pada tahun 1891, dan Rhode Island pada tahun 1896.

Amerika Serikat, sebagaimana juga di Eropa, Undang-undang yang permulaan tidak memuat ketentuan tentang badan pengawasan, oleh karena pengaduan di perkirakan akan dimajukan oleh tenaga kerja yang mengalami kecelakaan. Kenyataannya, buruh tidak berani mengadukan, oleh karena khawatir dipecat dari pekerjaan. Maka dari itu, tahun 1860 adalah tahun awal penunjukan pengawas keselamatan kerja dan Massachusetts adalah yang pertama melakukannya, yaitu tahun 1867. Wisconsin mengundang undang-undang pengawas perusahaan pada tahun 1885 dan New York pada tahun 1886.

Dengan bertambah rumitnya industri di negara-negara barat maka di perlukan ahli menurut aspek masing-masing untuk membantu para

pengawas. Ahli-ahli tersebut antara lain adalah Dokter, ahli listrik, ahli kimia, dan lain-lain. Pada beberapa negara, peningkatan keselamatan ada kaitannya dengan lembaga-lembaga asuransi, yang membayar kompensasi dan turut mengusahakan pencegahan, agar biaya kompensasi menjadi sekecil-kecilnya. Peristiwa tersebut mula-mula terjadi di Jerman sejak tahun 1884. Kegiatan asuransi antara lain membuat dan menyebarkan brosur-brosur tentang keselamatan.

Di Amerika Serikat, tanggung jawab pengusaha mengenai kecelakaan meningkat sementara peranan asuransi lebih meningkat pula.

D. PERTUKARAN PENGALAMAN

Pandangan Engel Dollfus tentang perlunya tukar-menukar pengalaman mengenai keselamatan kerja mendorong penerapan usaha-usaha keselamatan yang cepat.

Sebelumnya, perusahaan-perusahaan secara sendiri-sendiri menyelenggarakan usaha-usaha keselamatan, yang kadang-kadang tidak pernah dipraktekkan pada perusahaan-perusahaan lainnya. Kegiatan Dollfus menyebabkan di terimanya usaha-usaha keselamatan pada semua perusahaan tekstil di Mulhouse.

Pada tahun 1889, atas gagasan Dollfus, diterbitkan suatu album tentang cara-cara keselamatan yang saat itu prakteknya akan memuaskan pada semua perusahaan. Album tersebut kemudian di kirim ke suatu pertunjukan di Paris. Perhatian banyak di berikan kepadanya, oleh karena pada saat itu keselamatan telah di pandang suatu masalah penting diberbagai negara. Terbitan kedua yang mengalami perbaikan yang berisi lebih luas di lakukan pada tahun 1895. Sungguh menarik, bahwa beberapa alat keselamatan yang dilukiskannya masih di anjurkan dan di pakai massa kini. Pada saat-saat bersamaan, kongres-kongres internasional di selenggarakan di Paris pada tahun 1889, di Bern tahun 1891, dan di Milan tahun 1894.

Kongres-kongres tersebut memberikan pengaruh yang sangat banyak terhadap perundang-undangan. Terbukti, bahwa tukar-menukar pengalaman publikasi membantu banyak dalam perkembangan keselamatan kerja. Namun begitu, tingkat tersebut belum memadai oleh karena kerja sama pengusaha dan buruh belum terjalin baik. Pada kongres di Bern, wakil-wakil pengusaha menyarankan agar di adakan undang-undang keselamatan beserta aparat pengawasannya, sehingga keselamatan di tempat kerja diwajibkan dengan undang-undang. Pengawas-pengawas harus bebas tanpa pengaruh setempat dari siapapun. Pada kongres di Milan, di anjurkan agar pemerintah mendorong pendirian aktifitas ikatan-ikatan keselamatan. Pengawas-pengawas harus bekerja sama dengan ikatan-ikatan tersebut.

E. SEJARAH TERBENTUKNYA IKATAN-IKATAN

Kebanyakan organisasi sukarela muncul lebih belakangan dari pada perundang-undangan.

Sejauh di ketahui, organisasi keselamatan yang tertua didunia adalah Ikatan Pencegahan Kecelakaan ;Mulhouse (Mul house Accident Prevention Association), yang di dirikan pada tahun 1867 di Perancis. Negara-negara Eropa segera mengikuti jejak Perancis ini. Ikatan Perusahaan Belgia untuk pencegahan Kecelakaan (Belgian Manufacturers Association for the Prevention of Industrial Accidents) di dirikan pada tahun 1890, sedangkan di Itali, ikatan serupa di bentuk pada tahun 1894. Ikatan Perlindungan Tenaga Kerja Swedia (Swedish Workers Protection Association) berdiri sejak tahun 1905. Ikatan Pengutamakan Keselamatan Nasional (British National Safety Association) yang sekarang menjadi Masyarakat Kerajaan untuk Pencegahan Kecelakaan (Royal Society for the Prevention of Accidents) lahir sesudah Perang Dunia I. Dewan Keselamatan Nasional (National Safety Council of United States) di dirikan pada

tahun 1913. Dewan Nasional Keselamatan Kuba (Cuban National Safety Council), yang merupakan organisasi pertama dari badan serupa, di Amerika Latin di bentuk di Kuba tahun 1936. Di Afrika Ikatan Pengutamaan Keselamatan Cape Province adalah ikatan pertama dan di dirikan tahun 1936. Di Asia mula-mula berdiri Masarakat Kesejahteraan Industri Jepang (Japanese Industrial Welfare Society) pada tahun 1928 dan kemudian Ikatan Pengutamaan Keselamatan Nasional Australia dan Ikatan Pengutamaan New South Wales memulai kegiatan-kegiatannya pada tahun 1927.

F. SEJARAH LEMBAGA-LEMBAGA PENGUJIAN DAN RISET

Dua jenis lembaga yang tumbuh atas keperluan kemajuan teknologi terhadap keselamatan kerja adalah lembaga-lembaga untuk Pengujian bahan. dan peralatan industri serta lembaga-Lembaga untuk pengujian bahan dan peralatan industri serta lembaga--lembaga untuk riset dalam lapangan--lapangan seperti teknologi fisiologi dan psikologi.

Dalam perkembangan keselamatan perkembangan, penelitian penelitian. keselamatan. penelitian-penelitian telah banyak pula di lakukan terhadap peledakan-peledakan gas, peledakan-peledakan debu,kebakaran, peralatan listrik dan peralatan untuk penarikan atau angkutan industry-industri telah mengambil keuntungan dari peralatan-peralatan tentang bahan-bahan kimia, bahan-bahan bangunan, alat-alat tarik, respirator (alat pernapasan), dan lain-lain.

Contoh-contoh lembaga tersebut adalah Ikatan Pengusaha Belgia, Lembaga Pengujian Bahan di Jerman, Pusat Penyelidikan dan Penelitian Tambang Batubara di Perancis, Lembaga Riset Silikosis di Bochrun, Jerman Barat, Lembaga Nasional Pencegahan Kecelakaan Italia, Badan Riset Keselamatan Pertambangan di Shoffield, Kerajaan Inggris dan Biro Pertambangan Amerika Serikat.

G. SEJARAH KESELAMATAN KERJA DI INDONESIA.

Sejalan dengan sejarah purbakala, maka keselamatan dan kecelakaan juga sama tuanya dengan bangsa Indonesia. Nanun pada saat itu, keselamatan, baik umum maupun khusus dalam kaitan pekerjaan, lebih bersifat perorangan. Demikian pula ia pada tingkat sejarah selanjutnya, keselamatan tentara dalam peperangan di zaman kerajaan-kerajaan yang di ciptakan oleh nenek moyang kita dahulu merupakan segi penting kehidupan.

Kemudian Belanda datang di abad ke-17, Indonesia di jadikan penghasil aneka ragam hasil pertanian dan pertambangan yang di kirim khususnya ke negeri Belanda. Industri pt ngolah sederhana di sana-sini berkeimbang, mula-mulct lambat kemudian cepat, bersama-sama industri kecil-kecil millk rakyat. Masalah keselamatan dalam perusahaan mulai to rasa terutama untuk melindungi modal yang di tanam. Namun keadaan tidak banyak berubah sampai pertengahan abad ke -19. Saat itu telah di pakai 120 ketel uap yang merupakan suatu teknologi baru pada zaman tersebut. Undang-undang uap yang merupakan suatu teknologi baru pada zaman tersebut. Undang-undang uap di adakan tahun 1853. Penggunaan ketel uap sangat cepat.

H. ORGANISASI KESELAMATAN KERJA.

Organisasi keselamatan kerja terdapat pada unsur Pemerintah, di tingkat pusat terdapat dalam bentuk Direktorat Pembinaan Norma Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Direktorat jenderal perlindungan dan perawatan tenaga kerja. dalam ikatan profesi, badan-badan konsultasi di masyarakat,

Program pemerintah khususnya pembinaan dan pengawasan bersama-sama dengan praktek keselamatan kerja di perusahaan-perusahaan isi-mengisi, sehingga di capai tingkat keselamatan di

perusahaan yang setinggi-tingginya. Selain itu, perusahaan-perusahaan dalam meningkatkan penerapan keselamatan kerja di perusahaannya dapat memperoleh bantuan keahlian dari badan-badan konsultasi atau lembaga-lembaga pengujian. Pada tingkat perusahaan, pengusaha dan buruh adalah kunci ke arah keberhasilan program keselamatan kerja. Ikatan profesi meningkatkan pula profesi keselamatan kerja, agar menunjang keselamatan kerja.

Secara keilmuan, keselamatan kerja memerlukan keahlian-keahlian lain-lain seperti teknologi, kimia, fisika, toksikologi kesehatan, statistik, fisiologi, psikologi dan lain-lain.

Maka dari itu, selain ahli atau teknisi keselamatan kerja masih diperlukan insinyur, dokter, ahli faal, ahli jiwa, ahli statistik dan lain-lain.

1. Organisasi Pemerintah.

Organisasi keselamatan kerja dalam administrasi Pemerintah di tingkat pusat terdapat dalam bentuk Direktorat Pembinaan. Norma Keselamatan dan Kesehatan kerja. Direktorat Jendral Perlindungan dan Perawatan Tenaga Kerja. Fungsi-fungsi direktorat tersebut antara lain adalah:

- 1) Melaksanakan pembinaan, pengawasan serta penyempurnaan dalam penetapan norma keselamatan kerja di bidang mekanik.
- 2) Melakukan pembinaan, pengawasan serta penyempurnaan dalam penetapan norma keselamatan kerja di bidang listrik.
- 3) Melakukan pembinaan; pengawasan serta penyempurnaan dalam penetapan norma keselamatan kerja di bidang uap.
- 4) Melakukan pembinaan, pengawasan serta penyempurnaan dalam penetapan norma-norma keselamatan kerja di bidang pencegahan kebakaran.

Subdirektorat--subdirektorat yang ada sangkut pautnya dengan keselamatan kerja mekanik, keselamatan kerja listrik, keselamatan kerja uap dan pencegahan kebakaran. Seksi-seksi di bawah keselamatan kerja mekanik adalah seksi mesin produksi, seksi pesawat tekanan, seksi pesawat transport dan angkut dan seksi pesawat umum. Di dalam sub direktorat keselamatan kerja listrik terdapat seksi pembangkit listrik, seksi distribusi listrik, seksi instalasi listrik dan seksi pesawat listrik. Sub direktorat keselamatan kerja uap membawahi seksi ketel uap, seksi bejana uap, seksi pengujian air ketel dan seksi pengujian logam. Ada pun sub direktorat pencegahan kecelakaan terdiri dari seksi pencegahan bidang logistik, seksi pencegahan bidang kimia, seksi pencegahan bidang minyak dan seksi pencegahan bidang minyak dan seksi pencegahan peledakan.

Pada tingkat daerah di Kantor Wilayah Direktorat Jendral Perlindungan dan Perawatan Tenaga Kerja terdapat pengawas pengawas keselamatan kerja yang memeriksa perusahaan-perusahaan penting di patuhinya ketentuan--ketentuan persyaratan keselamatan kerja. Selain itu, pengawas perburuhan akan pula memeriksa tentang kecelakaan akibat kerja.

Di samping organisasi tersebut, terdapat pula PERUM ASTEK yang berkantor Pusat di Jakarta dan cabang-cabangnya di daerah-daerah. Kecelakaan akibat kerja di pertanggungkan ke pada PERUM ini dan PERUM tersebut akan membayar ganti rugi serta angkos-ongkos perawatan dan lain-lainnya, manakala tertanggung menderita kecelakaan.

Laboratorium Keselamatan Kerja sedang dalam tarap pembangunan. di kemudian hari, pengujian-pengujian dalam soal keselamatan kerja mekanik, listrik dan uap serta pencegahan kebakaran.

2. Organisasi di Tingkat Perusahaan

Organisasi keselamatan kerja di tingkat perusahaan ada dua jenis, yaitu:

a. Organisasi sebagai bagian struktural

Organisasi sebagai bagian dari struktur organisasi perusahaan dan di sebut bidang, bagian, dan lain-lain keselamatan kerja. Olehkarena merupakan bagian organisasi perusahaan, maka tugasnya kontinyu, pelaksanaannya menetap dan anggarannya tersendiri. Kegiatan-kegiatan biasanya cukup banyak dan efeknya terhadap keselamatan kerja adalah banyak dan baik. Kedudukannya pada perusahaan-perusahaan berbeda-beda.

b. Panitia Keselamatan Kerja

Panitia keselamatan kerja yang biasanya terdiri dari wakil pimpinan perusahaan, wakil buruh, teknisi keselamatan kerja, dokter perusahaan, dan lain-lain. Keadaannya biasanya pencerminan panitia pada umumnya.

Pembentukan panitia dernikian adalah atas dasar kewajiban undang-undang.

Tujuan keselamatan pada tingkat perusahaan adalah sebagai berikut:

- 1) Pencegahan terjadinya kecelakaan.
- 2) Pencegahan terjadinya penyakit-penyakit akibat kerja.
- 3) Pencegahan atau penekanan menjadi sekecil-kecilnya terjadi kematian akibat kecelakaan oleh karena pekerjaan.
- 4) Pencegahan atau penekanan menjadi sekecil-kecilnya cacat akibat pekerjaan.

- 5) Pengaman material, konstruksi, bangunan, alat-alat kerja, mesin-mesin, pesawat-pesawat, instalasi--instalasi, dan lain-lain.
- 6) Peningkatan produktivitas kerja atas dasar tingkat keamanan kerja yang tinggi.
- 7) Penghindaran pemborosan tenaga kerja, modal, alat-alat dan sumber produksi lainnya sewaktu bekerja.
- 8) Pemeliharaan tempat kerja yang bersih, sehat, nyaman dan aman.
- 9) Peningkatan dan pengamanan produksi dalam rangka industrialisasi dan pembangunan.

c. Organisasi-organisasi Lain

Ikatan Higiene Perusahaan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja di dirikan pada tanggal 27 Juli 1971 di Jakarta. Tujuan dari ikatan tersebut adalah;

- 1) Menunjang pelaksanaannya tugas-tugas Pemerintah, khususnya di bidang peningkatan taraf hidup dan kesejahteraan tenaga kerja di perusahaan, industri, perkebunan, pertanian melalui antara lain keselamatan kerja.
- 2) Menuju tercapainya keseragaman tindak di dalam menaggulangi masalah-masalah yang di antaranya adalah keselamatan kerja.

Usaha-usaha Ikatan meliputi;

- 1) Menghimpun dan meningkatkan kerja sama antara para dokter perusahaan, ahli-ahli higiene perusahaan kesehatan kerja, serta ahli-ahli keselamatan kerja di Indonesia

- 2) Menuju usaha-usaha peningkatan keahlian para anggota dalam bidang-bidang antara lain keselazatan kerja dan pengintegrasian dalam pembangunan.

Soal-soal latihan

1. Kapan dimulainya Keselamatan Kerja ? Jelaskan !
.....
2. Jelaskan secara singkat bagaimana awal mula pencegahan kecelakaan !
.....
3. Kapan Perundang-Undangan Keselamatan Kerja yang paling awal ?
.....
4. Kongres-kongres Internasional Keselamatan Kerja dimana dan kapan diselenggarakan ? Sebutkan !
.....
5. Jelaskan secara singkat sejarah Keselamatan Kerja di Indonesia !
.....
6. Organisasi Keselamatan Kerja di tingkat perusahaan ada dua jenis, sebutkan dan jelaskan !
.....
7. Kapan dan dimana Ikatan Higiene Perusahaan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja Indonesia di dirikan ?
.....
8. Apa tujuan dari Ikatan tersebut ?
.....
....

BAB XVIII

DASAR-DASAR KIMIA API

A. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari manusia sangat membutuhkan api, baik untuk kebutuhan rumah tangga seperti memasak atau sebagai lampu penerangan sampai pada kebutuhan untuk menggerakkan roda industri.

Meskipun sangat dibutuhkan, tetapi ada kalanya api justru tidak dikehendaki atau bahkan sangat dihindari karena sangat membahayakan juga dapat mengakibatkan kerugian yang besar yaitu “Api kebakaran”. Hal ini jelas karena api (yang berguna) bersifat dapat diatur sesuai dengan kebutuhan sedangkan api kebakaran justru sebaliknya yaitu sulit untuk dikendalikan.

Dalam industri migas maupun petrokimia *bahaya api kebakaran* mendapat perhatian yang serius karena seperti kita ketahui bersama bahwa dalam industri tersebut mempunyai potensi yang besar akan timbulnya bahaya tersebut karena bahan atau material yang dikelola adalah bahan yang mudah terbakar serta didalam kegiatan operasinya unsur-unsur penyebab timbulnya api banyak digunakan.

Meskipun ada perbedaan antara api (yang berguna) dengan api kebakaran, akan tetapi secara fisik dan kimiawi keduanya adalah sama.

Dari data statistik peristiwa-peristiwa kebakaran yang pernah terjadi menunjukkan bahwa kebakaran besar pada umumnya diawali oleh api kebakaran mula kecil yang beberapa saat kemudian menjadi besar.

Sebagai salah satu langkah agar dapat melakukan usaha pencegahan timbulnya api, kebakaran adalah memahami bagaimana proses terjadinya api mula secara mendasar sehingga pemahaman ini dapat diaplikasikan dalam usaha pencegahan tersebut. Usaha pencegahan kebakaran patut mendapatkan prioritas pertama karena filosofi dasar menunjukkan bahwa mencegah lebih baik daripada memadamkan.

B. PROSES TIMBUL / TERJADI API

Pada umumnya timbulnya api diawali dengan munculnya campuran antara bahan atau material yang siap untuk terbakar dengan oksigen pada perbandingan yang tepat dimana selanjutnya campuran ini mendapatkan sumber penyalaan yang cukup maka dalam waktu sekejap maka akan timbul api.

Meskipun nampaknya sederhana proses timbulnya api kadang-kadang sulit untuk dipahami secara keseluruhan karena sering kali sangat kompleks sifatnya.

Untuk memahami keterangan tersebut, selanjutnya perlu kita ketahui pengertian beberapa hal berikut ini.

1. Definisi

Menurut National Fire Protection Association (dalam Fire Protection Hand Book) api (fire) didefinisikan sebagai suatu proses oksidasi yang berjalan cepat (Rapid Oxidation Proses). Hal ini mengandung arti bahwa api berasal dari suatu reaksi oksidasi antara suatu bahan dengan oksigen yang berjalan dengan cepat.

Sumber lain mengatakan bahwa api adalah suatu reaksi oksidasi antara suatu substansi dengan oksigen yang diikuti oleh evolusi yaitu pengeluaran cahaya dan panas.

Dengan demikian bila digabungkan kedua hal tersebut maka api diartikan sebagai suatu reaksi kimia (oksidasi) antara suhu bahan

substansi dengan oksigen yang diikuti dengan pengeluaran cahaya dan panas.

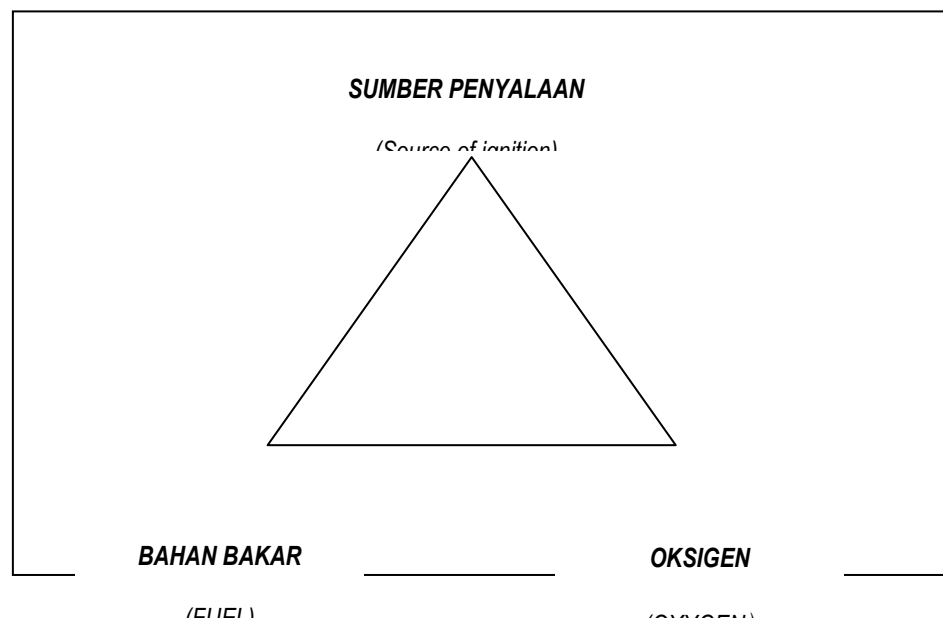
2. Unsur-unsur penyebab timbulnya api

Ditinjau dari unsur-unsur penyebab timbulnya api terdapat beberapa teori yang membahas tentang proses terjadinya api antara lain :

- Segitiga api (the fire triangle)
- Empat bidang api (the tetrahedron of fire)
- Siklus hidup api (the life cycle of fire)

Segitiga api

Teori ini mengemukakan bahwa unsur atau komponen-komponen pokok yang harus ada antara lain bahan bakar, oksigen dan sumber penyalaan (source of ignition) yang digambarkan dalam bentuk geometris sebagai berikut :



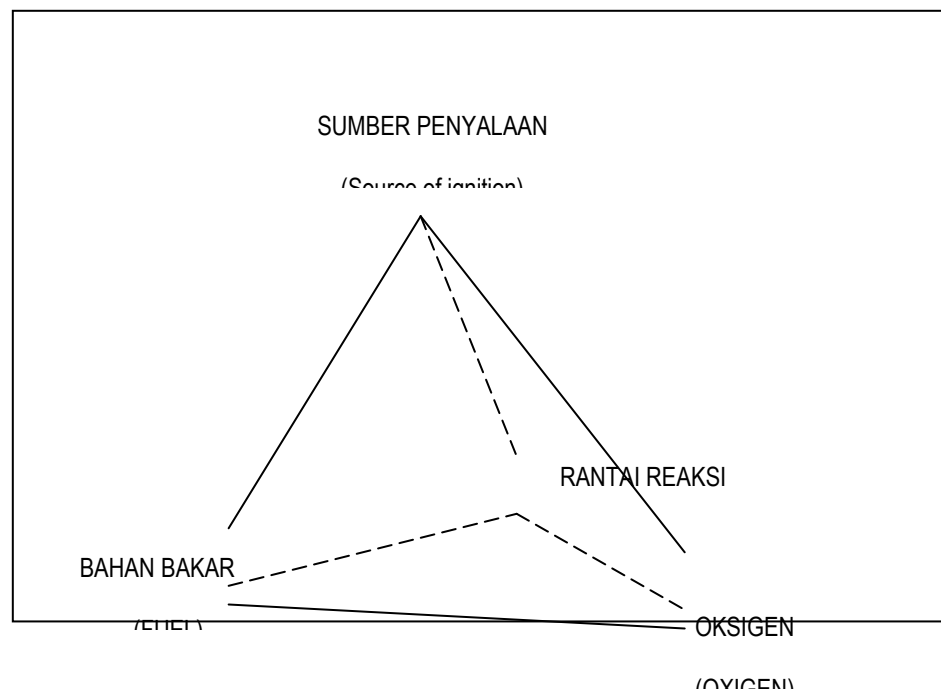
Gambar 8.1. Segitiga Api

Akan tetapi disini perlu diingat bahwa campuran antara bahan bakar dengan oksigen harus dalam batas-batas konsentrasi tertentu serta sumber penyalaan pada jumlah yang sesuai dengan jenis kebutuhan bahan bakar yang bersangkutan.

Empat bidang api

Unsur-unsur atau komponen pokok yang diketengahkan pada teori ini tidak jauh berbeda dengan teori pertama, hanya ada tambahan satu unsur yaitu rantai reaksi.

Sehingga bentuk geometrisnya digambarkan sebagai berikut :



Gambar 8.2. Empat Bidang Api

Siklus hidup api

Dalam terori yang dikembangkan Powel ini unsur atau komponen-komponen yang menunjang terjadinya api antara disebutkan :

- Panas yang masuk (input of heat)
- Bahan bakar
- Oksigen
- Perbandingan
- Percampuran
- Sumber penyalaan yang berkelanjutan

3. Syarat berlangsungnya reaksi

Seperti telah dijelaskan dibagian depan bahwa agar proses timbulnya api dapat berlangsung maka unsur atau masing-masing komponen pokok harus dalam jumlah campuran atau perbandingan tertentu.

Hal ini mengandung maksud sebagai berikut :

a). Bahan Bakar

Bahan bakar baik secara fisik berupa padat, cair atau gas maka secara prinsip unsur bahan bakar agar menjadi bahan yang siap untuk dapat terbakar harus berupa uap atau gas.

Sedangkan dari sisi jumlahnya harus dalam batas-batas atau daerah terbakar (flamable range).

Perlu diketahui bahwa hampir setiap jenis bahan bakar mempunyai daerah batas terbakar yang berbeda-beda.

b). Oksigen

Oksigen merupakan unsur atau komponen pokok yang sangat diperlukan pada proses timbulnya api. Unsur ini sangat banyak tersedia di alam bebas yang berjumlah $\pm 21\%$ di udara.

Dari penyelidikan-penyelidikan yang dilakukan para peneliti menunjukkan bahwa konsentrasi terendah yang harus ada dalam campuran dengan bahan bakar adalah 10 %.

c). Sumber nyala

Dalam kita ini terdapat banyak hal yang dapat berfungsi sebagai sumber penyalaan pada proses terjadinya api.

Beberapa sumber nyala yang telah dikenal antara lain :

- Listrik
- Api terbuka
- Benturan
- Gas yang dimampatkan
- Reaksi kimia (tertentu)
- Petir
- Sinar matahari

Meskipun banyak jenis-jenis sumber penyalaan yang kita kenal seperti tersebut diatas, akan tetapi dalam beberapa hal diperlukan kondisi tertentu untuk dapat berfungsi sebagai sumber penyalaan (source of ignition).

Dengan kata lain hal ini diartikan bahwa tidak semua hal tersebut diatas akan selalu dapat berfungsi sebagai sumber penyalaan karena disamping setiap bahan bakar memerlukan sejumlah minimal energi, kondisi dari sumber nyala serta keadaan lingkungan juga sangat menentukan.

C. BATAS-BATAS PEMBAKARAN (FLAMMABLE RANGE)

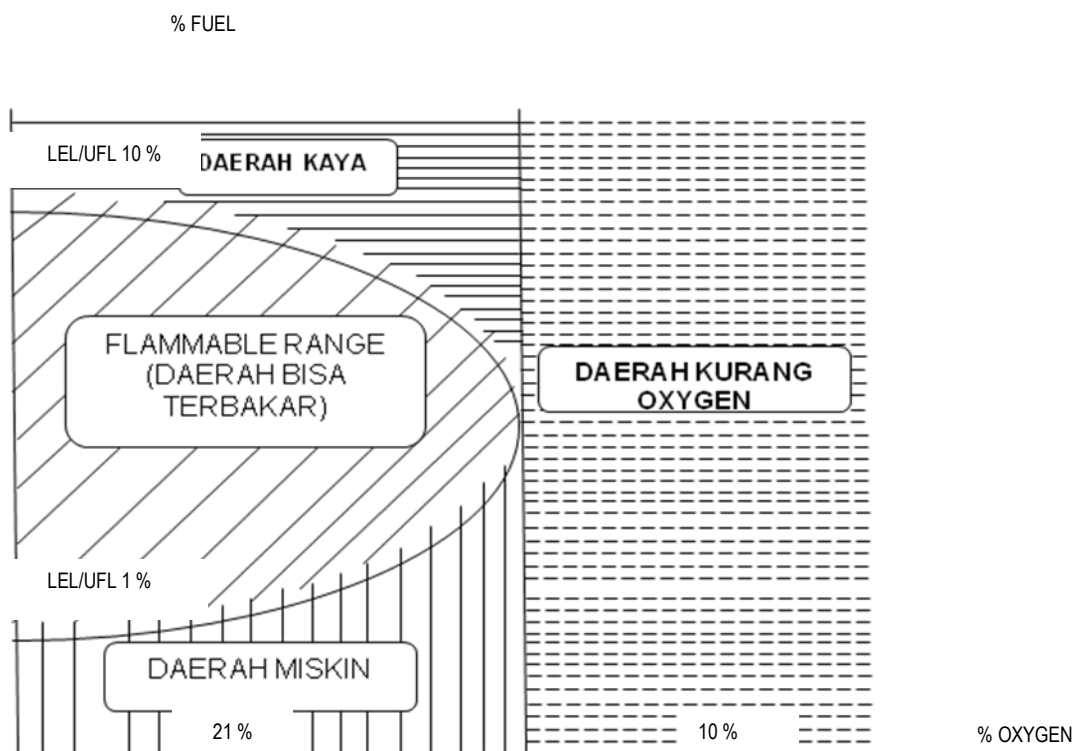
Daerah dapat terbakar adalah batas konsentrasi campuran antara uap bahan bakar dengan oksigen yang dapat menyala atau terbakar bila dikenal diberi sumber penyalaan yang cukup.

Pengertian konsentrasi disini adalah perbandingan antara uap bahan bakar dengan oksigen diudara terbuka atau pada tempat tertutup.

Daerah dapat terbakar dibatasi oleh :

- a. Daerah dapat terbakar bawah (lower explosion limit)
- b. Daerah dapat terbakar atas (upper explosion limit)

Untuk memudahkan memahami hal tersebut diatas, akan dapat lebih jelas dengan melihat gambar kurva sebagai berikut ;



Gambar 8.3. Kurva Batas-batas Pembakaran

Perlu diketahui bahwa daerah dapat terbakar untuk berbagai bahan bakar akan berbeda-beda.

Tabel 8.1. Flamable range untuk berbagai bahan bakar

Jenis	Flamable Limit (% vol)	
Bahan	Lower	Uper
Methana	5.3	14.0
Ethana	3.0	12.5
Propana	2.2	9.5
Benzena	1.6	8.0
Butana	1.9	8.5
Toluena	1.8	7.0
Pentana	1.5	7.8
Hexana	1.2	7.5
Heptana	1.2	6.7
Crude oil	1.0	10.0
Gasoline	1.4	7.6
Kerosine	0.7	5.0
Avtur	1.6	6.0

D. PROSES PENYALAAN

1. Suhu Penyalaan

Penyalaan atau ignition adalah saat permulaan dari proses pembakaran yang telah menghasilkan panas sendiri sebagai penunjang proses selanjutnya. Penyalaan suatu zat ditentukan oleh ignition temperatur dari masing-masing bahan itu sendiri atau merupakan suhu terendah yang mana zat atau bahan tersebut mulai dapat terbakar.

Apabila penyalaan tersebut disebabkan oleh bantuan dari luar (sumber penyalaan luar) maka proses penyalaan tersebut disebut penyalaan berbantuan (*piloted ignition*). Sedangkan apabila penyalaan tersebut disebabkan dari bahan itu sendiri (tanpa bantuan dari luar) maka proses penyalaan tersebut disebut Penyalaan spontan (*Auto Ignition*).

Untuk bahan bakar cair kemudahan menyala dari bahan tersebut ditandai dengan titik nyala.

Titik nyala (flash point)

Titik nyala dari suatu bahan cair didefinisikan sebagai suhu terendah dimana zat atau bahan tersebut telah mengeluarkan sejumlah uap yang cukup untuk terbakar menyala sekejap bila dikenai sumber nyala yang cukup.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin rendah titik nyala suatu zat maka semakin mudah zat tersebut menguap dan semakin mudah pula zat tersebut untuk terbakar.

Titik bakar (fire point)

Titik bakar dari suatu bahan atau zat cair didefinisikan sebagai suhu terendah dimana zat atau bahan tersebut telah mengeluarkan sejumlah uap yang cukup untuk terbakar menyala secara terus menerus apabila dikenai sumber nyala yang cukup.

Auto ignition temperature

Auto ignition temperatur adalah suhu terendah dimana pada kondisi itu zat atau bahan tersebut dapat menyala dengan sendirinya tanpa bantuan dari sumber nyala luar.

2. Pirolisa

Pada proses pembakaran, nyala yang terjadi adalah seluruhnya reaksi dalam phase uap atau gas.

Uap atau gas yang menyala ini dibentuk oleh penguapan dari bahan cair, atau bila bahan padat maka uap / gas tersebut dihasilkan dari penguraian bahan padat menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana dan kemudian ke bentuk uap atau gas yang mudah menyala.

Jadi agar dapat selalu terjadi nyala, maka bahan bakar baik padat maupun cair harus menghasilkan gas uap yang siap untuk terbakar. Peristiwa ini disebut proses pirolisa, yaitu proses penguraian bahan bakar oleh panas (heat decomposition reaction).

Untuk bahan padat, misalnya kayu, kertas, plastik atau batubara maka bila dipanaskan pertama-tama bahan akan kehilangan kandungan airnya (menguap) kemudian oleh kenaikan suhu sampai mendekati auto ignition temperature maka oleh penguraian secara kimia akan dihasilkan CO, CO₂ hydrogen hydrocarbon serta uap air.

Selanjutnya permukaan bahan menjadi berwarna hitam atau mengarang (terjadi proses karbonisasi) dan kehilangan kekuatannya dan bila mencapai auto ignition temperature maka bahan akan membara (glowing) kemudian menyala (flaming).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa proses pembakaran itu sendiri bisa disebut proses pirolisa karena menerangkan secara bertahap perubahan fisika dan kimia baik sebelum mencapai temperatur penyalaan maupun sesudahnya dimana pirolisa itu juga berlanjut sampai bahan terurai semuanya.

Soal-soal latihan

1. Apa bedanya Api dan Api kebakaran ?
.....
2. Jelaskan proses timbul/terjadinya api !
.....
3. Ada berapa unsu-unsur penyebab timbulnya api? jelaskan !
.....
4. Jelaskan syarat berlangsungnya reaksi proses timbulnya api !
.....
5. Oksigen adalah mempunyai peran penting pada proses timbulnya api, berapa konsentrasi terendah yang harus ada dalam campuran dengan bahan bakar tersebut?
.....
6. Gambarkan komposisi udara bebas normal !
.....
7. Gambarkan kurva batas-batas pembakaran untuk Avtur beserta keterangannya ! dan gambarkan secara actual pada botol !
.....
8. Apa yang dimaksud dengan titik nyala (flash point)?
.....
9. Apa yang dimaksud dengan titik bakar (fire point)?
.....
10. Apa yang dimaksud dengan auto ignition temperature?

BAB XIX

TEKNIK PEMADAMAN KEBAKARAN

A. PRINSIP DASAR PEMADAMAN KEBAKARAN

Pada prinsipnya didalam melakukan pemadaman kebakaran, adalah dengan cara merusak keseimbangan unsur-unsur yang terlibat dalam “Bidang Empat Api”.

Prinsip tersebut dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- ❖ Starvation
- ❖ Smothering
- ❖ Dillution
- ❖ Cooling
- ❖ Break Chain Reaction

1. Starvation

Teknik pemadaman starvation ini adalah teknik pemadaman yang dilakukan dengan cara mengambil / mengurangi bahan bakar yang terbakar sampai dibawah batas bisa terbakar bawah (Lower Flammable Limit).

2. Smothering

Smothering adalah teknik pemadaman yang dilakukan dengan cara memisahkan atau mengisolasi udara dengan bahan bakar yang terbakar pada proses pembakaran.

Cara ini dilakukan misalnya dengan menyelimuti permukaan bahan bakar dengan menggunakan selimut api (Fire Blanket) atau dengan menggunakan busa, dan lain-lain.

3. Dillution

Dilution adalah merupakan salah satu pemadaman dengan cara mengurangi atau melakukan pengenceran kadar oksigen diudara sampai dibawah batas minimum sehingga pembakaran tidak lagi dapat berlangsung.

Teknik pemadaman ini dilakukan misalnya dengan menggunakan CO₂ atau gas inert.

4. Dillution

Cooling adalah teknik pemadaman kebakaran yang dilakukan dengan cara mengambil / menurunkan temperatur bahan bakar yang terbakar sampai dibawah titik nyalanya, sehingga api padam.

Teknik pemadaman ini dapat dilakukan, misalnya dengan menyemprotkan air pada tempat kebakaran pada kebakaran solid material.

5. Break Chain Reaction

Teknik pemadaman ini dapat dilakukan dengan dua cara, yakni secara fisis dan secara kimiawi.

Secara fisis misalnya dengan cara peledakan atau dengan cara menebas api sedangkan secara kimiawi dapat dilakukan dengan menyemprotkan sejumlah media pemadam Halon, misalnya Halon 1301 pada proses pembakaran.

B. STRATEGI DAN TAKTIK PEMADAMAN KEBAKARAN

1. Strategi Pemadaman Kebakaran

Strategi adalah merupakan suatu tindakan perencanaan, maka dalam menghadapi sesuatu, dengan demikian dalam prosesnya mengikuti beberapa langkah yang saling berkaitan satu sama lainnya.

Strategi didalam pemadaman kebakaran bertujuan agar pelaksanaan pemadaman kebakaran dapat terorganisir secara cepat dan tepat, sehingga dapat mencapai seoptimal mungkin.

Langkah-langkah yang harus diambil didalam menghadapi perencanaan (strategi pemadaman) adalah :

a. Pengenalan sumber bahaya

b. Sumber bahaya akan dapat ditangani dengan baik

Apabila kita telah mengenal apa dan dimana sumber bahaya ada,

termasuk sifat-sifat fisik dan kimiawinya.

c. Pengumpulan data

Pengumpulan data ini mengandung maksud bahwa disamping pengenalan sumber bahaya yang ada juga data-data yang lain diantaranya data kondisi peralatan serta fasilitas yang ada.

d. Analisis data

Langkah selanjutnya setelah pengumpulan data adalah analisis data, untuk menentukan timbulnya bahaya yang lain.

e. Pengembangan strategi

Pengembangan bentuk strategi yang telah diambil diperlukan setelah mobil pemadam tiba dilokasi kebakaran. Hal ini didasarkan pada keadaan dimana setiap kebakaran yang terjadi tidak sesuai dengan yang diperkirakan.

f. Strategi Penyelidikan

Yang dimaksud dengan strategi penyelidikan ialah bahwa pada saat mobil sampai ditempat kejadian belum tampak jelas gejala adanya api (kebakaran), seperti adanya nyala, asap dan sebagainya.

g. Strategi penyerangan

Bentuk ini menunjukkan bahwa pada saat mobil pemadam sampai ditempat kebakaran sudah terlihat adanya api (kebakaran) dan terus langsung melakukan penyerangan.

Hal ini dimaksudkan untuk segera dapat menguasai api (kebakaran) sebelum menjadi lebih besar.

h. Strategi pertahanan

Bentuk dari strategi pertahanan ini dilaksanakan apabila pada saat mobil pemadam sampai ditempat kebakaran terlihat bahwa kebakaran sudah membesar, sehingga untuk pemadaman dinilai kurang bermanfaat.

Untuk itu upaya yang perlu dilakukan adalah menjaga agar kebakaran tersebut tidak meluas.

Setelah kita menentukan bentuk-bentuk strategi seperti tersebut diatas, maka segera kita harus membuat pedoman pelaksanaan operasi secara tertulis atau pedoman penanggulangan keadaan darurat (Emergency Response Plan).

2. Taktik Pemadaman Kebakaran

Taktik pemadaman kebakaran adalah untuk melaksanakan strategi pemadaman. Hal tersebut dapat diartikan bahwa taktik Pemadaman Kebakaran adalah seni pengelolaan peralatan, tenaga dan media pemadam untuk mencapai tujuan dari pemadaman kebakaran.

Seperti juga strategi pemadam, maka taktik pemadaman kebakaran juga mempunyai beberapa langkah, yang masing-masing bisa berjalan secara bersamaan, dan saling berkaitan.

Dasar-dasar taktik pemadaman tersebut antara lain adalah :

- a. Penyelamatan jiwa (Rescue)
- b. Penyelamatan harta benda (Salvage)

- c. Pencegahan pemaparan
- d. Pelokalisasian
- e. Pemadaman (Fighting)
- f. Peranginan (Ventilation)
- g. Penataan kembali (Overhaul)

C. HASIL-HASIL PEMBAKARAN

1. Asap

Pada proses pembakaran yang terkendali, biasanya diperhitungkan suplai udara / oksigen cukup untuk proses pembakaran, sehingga asap yang dihasilkan sedikit sekali. Sebaliknya pada proses pembakaran yang tidak terkendali, seringkali kekurangan oksigen juga berkaitan dengan potensi bahan yang terbakar (Fire Load).

Dengan oksigen yang terbatas, maka proses pembakaran akan banyak mengeluarkan asap atau dapat dikatakan sebagai proses pembakaran yang tidak sempurna. Walaupun cukup udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran, beberapa jenis bahan bakar akan banyak mengeluarkan Asap dalam bentuk TIR (Tars), DAMAR (Rensin) dan Carbon.

Asap yang dihasilkan dari kejadian kebakaran yang mencapai temperatur antara 1000°F s/d 1200°F oleh efek pemanasan menyebabkan asap naik ke langit-langit atau atap bangunan dan membentuk seperti gumpalan jamur / cendawan kemudian berpencah secara horizontal dan kebawah mengisi seluruh ruangan.

Asap mempunyai sifat tidak bagus menyimpan panas, tetapi asap cenderung memberikan panasnya secara konduksi ke dinding, langit-langit atau struktur bangunan lainnya dan bila perpindahan panas ini berlangsung secara terus menerus, maka akan

memanaskan struktur bangunan dan cukup mencapai ignition temperatur.

Bahaya-bahaya asap bagi manusia dapat menyebabkan rangsangan (irritant) terhadap mata, selaput lendir pada hidung dan kerongkongan.

Dari bau, asap dapat diidentifikasi asal material yang terbakar, misalkan tekstil, furniture, daging terbakar atau peralatan listrik, dan lain-lain. Beberapa gas beracun juga mungkin ada dalam komposisi asap tergantung dari jenis bahan yang terbakar, hal itu menjadikan bahaya tambahan yang perlu dicurigai / diperhatikan bagi regu pemadam kebakaran (Fire Brigade).

2. Panas (Heat)

Panas adalah hasil pembakaran yang paling sulit diatasi oleh regu pemadam kebakaran, Pada temperatur 300°F dikatakan sebagai temperatur tertinggi dimana seseorang dapat bertahan (bernafas) hanya untuk waktu yang singkat dan bila dalam udara kering. Bila pada udara yang lembab pada temperatur ini akan dapat menyebabkan hal yang fatal untuk waktu yang singkat.

Akibat terpaparnya dengan panas yang tinggi dapat menyebabkan manusia menderita kehabisan tenaga, kehilangan cairan tubuh (dehydration), terbakar atau luka bakar pada pernafasan dan menaikkan kerja jantung.

3. Nyala (Flame)

Nyala (flame) adalah normal timbul pada proses pembakaran yang sempurna, memberikan cahaya yang berkaitan (luminous). Dengan

kelihatannya nyala, itu membuktikan adanya api atau kebakaran dan menunjukkan besar / intensitasnya.

Disamping itu nyala juga dapat menyebabkan luka bakar.

4. Gas-gas Beracun

a. Carbon Monoksida (CO)

Carbon Monoksida (CO) adalah gas hasil pembakaran yang mempunyai sifat tidak berbau, tidak mempunyai rasa dan dapat terbakar.

Daerah Flammable Limit Carbon Monoksida adalah antara 12 % - 75 % dalam udara, disamping itu Carbon Monoksida lebih ringan dari udara dengan vapour density = 0,967.

Carbon Monoksida (CO) ini selalu dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna, terutama oleh bahan-bahan Organik.

Ignition temperatur gas CO adalah 1128°F, hal ini dapat mengakibatkan terjadinya peledakan asap dalam suatu ruangan.

Gas CO pada konsentrasi yang cukup rendah dapat melukai / meracuni manusia bila terpapar, sedangkan Nilai Ambang Batas (NAB) gas CO adalah 50 ppm.

b. Carbon Dioxide (CO₂)

Carbon Dioxide atau sering disebut gas Asam Arang adalah merupakan salah satu dari hasil pembakaran yang mempunyai sifat tidak berwarna, tidak berbau, tidak dapat terbakar dan tidak beracun.

CO₂ lebih berat dari udara dengan Vapour Density = 1,529. Walaupun gas CO₂ tidak beracun tetapi tetap berbahaya bila terhisap oleh penafasan manusia, karena sifatnya mendesak kadar oksigen dalam udara.

Pada konsentrasi 0,1 – 0,5 % bila terpapar dapat mengakibatkan gejala pusing dan lemas.

Pada konsentrasi 8 – 9 % mungkin dapat menyebabkan mati lemas karena sesak nafas (asphyxia) meskipun kematian karena gas CO₂ jarang sekali terjadi.

Bahaya lain CO₂ adalah memberi perangsangan pada sistem pernafasan lebih cepat dan berat. NAB CO₂ = 5000 ppm

c. Sulfur Dioxide (SO₂)

Sulfur Dioxide (SO₂) adalah gas yang tidak dapat terbakar, tidak berwarna, tidak mempunyai rasa, beracun dan sangat merangsang (iritant gas).

SO₂ lebih berat dari udara, dengan Vapour Density = 2,264

Pada kadar SO₂ sangat beracun dengan ciri bau belerang (Sulfurous) yang tajam, sehingga akan merangsang dan merusak sistim pernafasan karena sulit bernafas, sehingga orang berusaha untuk menyelamatkan diri. Dan bila terlambat dapat berakibat fatal / kematian.

NAB gas SO₂ = 2 ppm

d. Hydrogen Sulfide (H₂S)

Hydrogen Sulfide (H₂S) adalah merupakan gas yang lebih beracun dari gas CO, sedikit lebih berat dari udara dengan Vapour Density = 1,2. Pada konsentrasi rendah ditandai oleh bau yang khas seperti telur busuk, tetapi pada konsentrasi yang tinggi H₂S tidak berbau, sehingga menjadikan orang tidak sadar bahwa ada gas H₂S disekitarnya.

Konsentrasi 4 % sampai 7 % bila terpapar selama 30 menit dapat menyebabkan gejala pusing (dizziness), kekeringan (dryness) dan gangguan pencernaan melalui sistem pernafasan.

Konsentrasi yang lebih tinggi dapat menyebabkan kelumpuhan atau kerusakan sistem saraf pusat dan kematian.

NAB gas H₂S = 10 ppm

e. Amonia (NH₃)

Amonia (NH₃) adalah gas yang tidak berwarna, mudah terbakar (flammable) dan gas yang beracun dengan penetrasi bau dan rasa yang tajam. Batas daerah yang bisa terbakar antara 15 % - 26 % dalam udara NH₃ lebih ringan dari udara dengan Vapour Density = 0,597.

Konsentrasi 25 % sampai 65 % bila terpapar selama satu setengah jam (90 menit) dapat berakibat kematian. Tetapi karena tajam (pedas) mengakibatkan efek iritasi pada mata, hidung, tenggorokan dan paru-paru. Sifat NH₃ adalah mudah larut (bercampur) dengan air, maka uap Amonia dalam udara dapat diserap untuk menurunkan konsentrasi dengan menggunakan pancaran air (water spray) NAB NH₃ = 25 ppm.

f. Hydrogen Cyanide (HCN)

Hydrogen Cyanide (HCN) adalah gas yang sangat beracun, tidak mempunyai rasa, mempunyai bau yang sangat menyengat atau pahit dan dapat terbakar dengan batas bisa terbakar antara 5 % - 40 % dalam udara. HCN lebih ringan dari udara dengan Vapour Density = 0,0697. Bila terpapar dengan konsentrasi 0,3 % bisa berakibatkan fatal / kematian.

NAB HCN = 10 ppm

g. Acrolein (C₃H₄O)

Acrolein atau Acrylic Aldehyde adalah gas yang sangat beracun yang dihasilkan oleh pembakaran hasil-hasil minyak bumi

(Petroleum Product) seperti Fat, Oil, Grease dan bahan-bahan lainnya.

Acrolein mudah terbakar dengan batas bisa terbakar antara 2,8 % - 31 % dalam udara, Vapour Density = 1,9 NAB Acrolein = 0,1 ppm

h. Gas-gas yang dihasilkan oleh bahan-bahan tertentu

Hasil-hasil pembakaran dari zat / bahan tertentu adalah gas-gas dengan cirri-ciri tertentu pula.

Pembakaran plastik akan memberikan hasil-hasil carbon monoxide, hydrochloric acid, cyanide, nitrogen oxide dan senyawa-senyawa beracun lainnya.

Pembakaran karet (Rubber) akan menghasilkan Carbon Monoxide, Hydrogen Sulfide, Sulfur Dioxide dan asap hitam yang tebal.

Pembakaran bahan sutera (Silk) akan dapat menghasilkan Hydrogen Cyanide yang mematikan, dan gas Amonia.

Pembakaran Wool akan menghasilkan Carbon Monoxide, Sulfur Dioxide, dan Hydrogen Cianide.

Hasil-hasil minyak bumi akan mengeluarkan asap hitam yang tebal, Acrolein, Carbon Monoxide, dan Carbon Monoxide dan Carbon Dioxide.

Soal-soal latihan

1. Ada berapa prinsip dasar pemadaman kebakaran? Sebutkan !
.....
2. Apa yang dimaksud dengan Starvation?
.....
3. Apa yang dimaksud dengan Smothering?
.....
4. Pemadaman kebakaran dengan cara mengurangi atau melakukan pengenceran kadar oksigen di udara sampai dibawah batas minimum disebut apa?
.....
5. Pemadaman kebakaran dengan cara menurunkan temperatur vahan bakar yang terbakar sampai dibawah titik nyalanya disebut apa?
.....
6. Apa yang dimaksud dengan Break Chain Reaction?
.....
7. Apa tujuan dari pada strategi di dalam pemadaman kebakaran?
.....
8. Apa langkah-langkah yang harus di ambil didalam menghadapi perencanaan pemadaman? Sebutkan !
.....
9. Apa yang dimaksud dengan taktik pemadaman kebakaran?
.....
10. Setelah terjadi kebakaran ada hasil-hasil pembakaran, apa hasil-hasil pembakaran tersebut? Sebutkan dan Jelaskan !
.....

BAB XX

ALAT PEMADAM API RINGAN (APAR)

A. PENDAHULUAN

Penggunaan Alat Pemadam Api Ringan (Portable Fire Extinguisher) untuk memadamkan kebakaran awal telah terbukti banyak manfaatnya. Menurut hasil penelitian National Association of Fire Equipment Distributor di Amerika (Bryan, hal 27), dari sejumlah 5400 kasus insiden kebakaran yang diteliti, sekitar 5037 kasus dapat dipadamkan oleh penghuni dengan menggunakan Alat Pemadam Api Ringan. Sedangkan kasus sisanya dipadamkan dengan menggunakan dengan springkler otomatis atau oleh fire brigade (regu pemadam kebakaran).

Oleh karena itu, NFPA menentukan bahwa APAR harus tetap disediakan untuk memadamkan kebakaran awal. Walaupun tempat tersebut telah dilindungi dengan springkler otomatis atau alat pemadam kebakaran yang alin.

NFPA memberikan batasan, Alat Pemadam Api Ringan (APAR) adalah : “Suatu Peralatan Ringan yang berisi tepung, cairan atau gas yang dapat disemprotkan bertekanan, untuk tujuan pemadaman kebakaran”.

Sedangkan menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per-04/MEN/1980, tentang Syarat-syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan adalah : “Alat yang ringan serta mudah dilayani oleh satu orang untuk memadamkan api mula terjadinya kebakaran (BAB1, pasal 1, ayat 1).

Dari kedua batasan diatas tampak jelas cirri-ciri yang dimiliki APAR, yaitu : Ringan, berisi media pemadam, mempunyai tenaga dorong, digunakan untuk memadamkan kebakaran awal, dan dapat dilayani oleh satu orang saja.

Pada kenyataannya apar dikelompokkan menjadi dua kelompok, yakni APAR-BIASA (Hand Portable Fire Extinguisher) yang mempunyai berat total tidak lebih dari 55 pound sehingga dapat diangkat dengan mudah. Dan APAR-BERODA (Wheeled Fire Extinguisher) dengan berat lebih besar dari 55 pound, sehingga perlu dilengkapi dengan roda untuk memindahkannya (Ansul First Aid Fire Training, 1974).

Untuk memadamkan kebakaran, APAR memiliki beberapa keterbatasan, baik dalam jumlah media pemadam, jarak jangkauan serta lamanya semprotan.

Oleh karena itu APAR harus dipergunakan secara cepat dan tepat, agar tidak banyak media pemadam yang terbuang percuma.

B. JENIS-JENIS ALAT PEMADAM API RINGAN

Berdasarkan penggunaan APAR dapat dibedakan menurut beberapa jenis,

yakni :

- Kelas / jenis kebakaran (Klasifikasi Kebakaran)
- Jenis media pemadam kebakaran
- Tenaga dorong konstruksi APAR
- Kemampuan/Rating APAR

1. Kelas / jenis Kebakaran (Klasifikasi Kebakaran)

Yang dimaksud dengan klasifikasi kebakaran adalah penggolongan / pembagian kebakaran berdasarkan jenis bahan bakarnya.

Dengan adanya klasifikasi tersebut akan lebih mudah, lebih cepat dan lebih tepat didalam pemilihan media pemadam yang akan digunakan untuk memadamkan kebakaran, sehingga akan diperoleh hasil pemadaman yang efektif dan efisien.

Klasifikasi kebakaran yang ada telah mengalami perkembangan, sehingga timbulah berbagai klasifikasi. Perkembangan tersebut dikarenakan oleh :

- a. Ditemukan makin intensifnya jenis bahan bakar yang sifat-sifatnya berbeda satu sama lainnya.
- b. Ditemukannya jenis-jenis media pemadam baru, yang lebih tepat (efektif) bagi suatu jenis bahan bakar tertentu.

Sampai sekarang ini terdapat 4 (empat) macam klasifikasi yang berlaku dalam teknologi penanggulangan kebakaran, yakni :

a. Klasifikasi Sebelum tahun 1970

Sebelum tahun 1970, negara-negara Eropa mengakui klasifikasi ini :

- Kelas A : Bahan bakar padat, seperti : kain, kertas, kayu, dan lain-lain.
- Kelas B : Bahan bakar cair dan padat lunak, seperti Bensin, minyak tanah, grease, wax, dan lain-lain.
- Kelas C : Kebakaran listrik.

Sampai sekarang yang masih mengikuti klasifikasi ini ialah Australia,

Afrika Selatan.

b. Klasifikasi sesudah tahun 1970

Pada bulan Juni 1970 diadakan konvensi Internasional sehingga melahirkan klasifikasi kebakaran sebagai berikut :

- Kelas A : Bahan bakar bila terbakar akan meninggalkan arang dan abu.

- Kelas B : Bahan bakarnya cair dan padat lunak.
- Kelas C : Bahan bakarnya gas.
- Kelas D : Bahan bakarnya logam.

Sampai sekarang Negara-negara Eropa masih mengakui klasifikasi kebakaran ini.

c. Klasifikasi Menurut NFP

Klasifikasi menurut NFPA (National Fire Protection Association) ini

dikenal sebagai klasifikasi Amerika daratan.

Adapun pembagian klasifikasi tersebut adalah :

- Kelas A : Bahan bakar bila terbakar akan meninggalkan arang dan abu
- Kelas B : Bahan bakarnya cair dan gas
- Kelas C : Bahan bakarnya listrik
- Kelas D : Bahan bakarnya logam

Indonesia mengakui klasifikasi kebakaran menurut NFPA ini, yang

dikuatkan dengan : Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi

No. PE-04/MEN/1980, tentang "Syarat - syarat Pemasangan dan

Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan".

d. Klasifikasi Menurut Coast Guard (Amerika Serikat)

Menurut Coast Guard, klasifikasi kebakaran dibagi dalam 7 kelas,

yakni :

- Kelas A : Bahan bakar bila terbakar akan meninggalkan arang dan abu
- Kelas B : Cairan dengan titik nyala lebih kecil dari 170 °F dan tidak larut dalam air. *Contoh : Gasoline, Kerosine, dll.*
- Kelas C : Cairan dengan titik nyala lebih kecil dari 170 °F dan larut dalam air, *contoh : Alkohol, Aseton, dll.*
- Kelas D : Cairan dengan titik nyala sama dengan 170 °F atau lebih tinggi dan tidak larut dalam air. *Contoh : Minyak kelapa, Minyak trafo, dll.*
- Kelas E : Cairan dengan titik nyala sama dengan 170 °F atau lebih tinggi dan larut dalam air. *Contoh : Gliserin, Glikol, dll.*
- Kelas F : Kebakaran Logam
- Kelas G : Kebakaran listrik

2. Jenis Media Pemadam Kebakaran

Yang dimaksud dengan media pemadam kebakaran adalah suatu media, baik itu padat, cair, maupun gas yang sifatnya non flammable dan dapat difungsikan untuk tujuan pemadaman kebakaran.

Tujuan kita mengenal berbagai jenis media pemadam kebakaran adalah agar kita dapat memilih jenis media pemadam tertentu yang sesuai dengan kelas kebakaran yang akan kita padamkan.

Media pemadam menurut fasenya digolongkan menjadi 3 (tiga), yakni :

- Jenis padat
- Jenis cair
- Jenis gas

a. Media pemadam jenis padat

1. Pasir dan tanah :

Media pemadam pasir dan tanah berfungsi untuk membatasi menjalarnya kebakaran

Namun untuk kebakaran-kebakaran kecil dapat dipergunakan untuk menutup permukaan bahan yang terbakar sehingga memindahkan udara dari proses nyala yang terjadi.

2. Tepung Kimia (Dry Chemical)

Tepung kimia berdasarkan klasifikasi yang dapat dipadamkan digolongkan menjadi :

a. Tepung Kimia Reguler

Tepung kimia ini hanya efektif untuk memadamkan kebakaran

kelas B dan C. Bahan tepung tersebut adalah :

- Sodium bikarbonat/baking soda
- Potasium bikarbonat
- Potasium karbonat
- Kalium klorida

b. Tepung Kimia Multipurpose (Serbaguna)

Tepung kimia ini sangat efektif untuk pemadaman kebakaran

kelas A, B dan C.

Adapun jenis-jenis tepung kimia ini adalah sebagai berikut :

- Mono Amonium Phospate (MAP)
- Kalium Sulfat



Gambar 10.1. APAR Jenis Dry Chemical

b. Media pemadam jenis cair

1. Air

Dalam pemadaman kebakaran air adalah paling banyak dipergunakan disebabkan air mempunyai banyak keuntungan-keuntungan yakni :

- Mudah didapat dalam jumlah yang besar
- Murah harganya
- Mudah ditransfer
- Mudah dibuat dalam berbagai bentuk pancaran
- Mempunyai daya cooling yang tinggi
- Mengembang menjadi uap yang tinggi

Untuk pemadaman air hanya efektif untuk memadamkan kebakaran kelas A.



Gambar 10.2. APAR Jenis Air

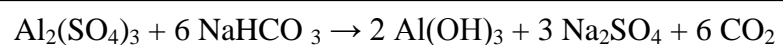
2. Busa

Berdasarkan terbentuknya busa digolongkan menjadi 2 golongan, yakni busa kimia dan busa mekanik.

Pada dasarnya baik busa kimia maupun busa mekanik hanya efektif untuk memancarkan kebakaran kelas A dan B.

a. Busa kimia :

Busa kimiapada dasarnya terjadi busa karena reaksi kimia antara bahan busa : Alumunium Sulfat : $Al_2(SO_4)_3$ dan Natrium bikarbonat : $NaHCO_3$. kedua bahan baku tersebut dilarutkan didalam air dengan perbandingan tertentu yaitu, dan apabila dicampur akan menjadi busa yang siap digunakan untuk pemadaman.





Gambar 10.3. APAR Jenis Busa Kimia

a. Busa Mekanik :

Terjadi busa karena proses mekanik / agitasi antara air, cairan busa dan udara.

ANGUS

MP80 9LITRE MULTI-PURPOSE 'ALCOSEAL' FOAM FIRE EXTINGUISHER



Gambar 10.4. APAR Jenis Busa Mekanik

3. Cairan yang mudah menguap

Media pemadam jenis cairan yang mudah menguap ini adalah bekerja secara memutus rantai reaksi pembakaran dan mengencerkan oksigen pada proses pembakaran (Dilution).

Media pemadam jenis ini adalah HALON atau Halogenated Hydrocarbon, yaitu suatu ikatan Metane dengan Halon (Fluor, Chlor dan Brom).

Dibanding dengan udara halon ini lebih berat yaitu sekitar 5 kali lebih berat dari udara, untuk itu apabila suatu ruangan yang terbakar telah dipadamkan dengan halon ini, maka segeralah mengamankan diri keluar dan seluruh ventilasi segera dibuka.

Media pemadam jenis halon ini hanya efektif untuk memadamkan kebakaran kelas A, B, untuk kelas C juga bisa tetapi dalam jumlah yang cukup besar (kurang efektif)

Catatan : Untuk media pemadam jenis halon ini mulai Tahun 2010 sudah tidak boleh dipergunakan lagi



Gam

c. Media pemadam jenis gas

Media pemadam jenis gas ini akan memadamkan api secara fisis, yaitu mengencerkan oksigen pada proses pembakaran (Dillution).

Berbagai gas dapat dipergunakan dalam pemadaman api, namun hanya gas asam arang (CO_2) dan gas lemas (N_2) yang banyak dipakai. Untuk N_2 lebih banyak digunakan untuk gas inert dan sebagai pendorong tepung kimia pada instalasi pemadaman tetap atau dilarutkan dalam BCF.

Sedangkan yang langsung dipergunakan untuk pemadaman kebakaran adalah gas CO_2 . Dalam pemakaiannya CO_2 disimpan dalam botol dalam bentuk cair dan sedikit gas dengan tekanan sekitar 1000 – 1200 psi (± 80 atm). CO_2 ini hanya efektif untuk memadamkan kebakaran kelas B dan C.

Kebaikan dari pada media pemadam ini adalah bersih tanpa meninggalkan residu (clean agent), terutama untuk memadamkan kebakaran yang syarat akan peralatan instrumentasi





Gambar 10.7. APAR Jenis Carbon dioxide 2

3. Tenaga Dorong Konstruksi APAR

Tenaga untuk menyemprotkan media pemadam yang ada dalam APAR dapat diperoleh dengan beberapa cara, yaitu :

- a. Swa-Cipta (Self-Generating) dimana gas pendorong didapat sebagai hasil reaksi antara dua zat yang ada dalam media pemadam itu sendiri, sewaktu ia digunakan
- b. Swa-Pancar (Self-Expelling), dimana tenaga dorong diperoleh dari uap media pemadam itu sendiri (tekanan uapnya cukup tinggi pada temperature kamar)
- c. Tabung-Gas (Gas- Cartridge), dimana gas pendorong disimpan dalam tabung kecil tersendiri (terpisah dari media pemadamnya).

Pada saat digunakan, gas ini dikeluarkan dari tabung dan akan memberikan tekanan terhadap media pemadam, sehingga dapat menyemprot keluar.

- d. Tekanan-Tersimpan (Stored-Pressure), dimana tenaga dorong disimpan pada tempat yang sama dengan media pemadam dalam APAR tersebut.
- e. Pompa-Mekanik (Mechanically-Pump), dimana tenaga dorong diperoleh dengan menggunakan pompa mekanik yang digerakkan oleh operator pemadam.
- f. Tenaga-Tangan (Hand-Propelled), dimana media pemadam dilontarkan oleh tangan.

4. Rating APAR

Pengertian : adalah kemampuan yang dimiliki APAR tersebut

Sampai saat ini rating APAR yang ada barulah untuk Klas "A"

dan "B", sedangkan untuk klas "C" dan "D" belum diratingkan.

APAR dengan Rating 1-A :

Adalah APAR tersebut dapat digunakan untuk memadamkan kebakaran klas "A" yang isinya setara dengan 1 ¼ gallon air

(±5 liter).

APAR dengan Rating 60-B :

APAR tersebut dapat digunakan untuk memadamkan kebakaran klas "B" seluas 60 ft² bagi orang yang belum ahli.

Soal-soal latihan

1. Apa yang anda ketahui tentang APAR?

.....

2. Sebutkan peraturan tentang APAR

.....

3. Klasifikasi kebakaran menurut NFPA dapat digolongkan menjadi berapa ? Sebutkan jenis bahan bakarnya !

.....

4. Apa yang dimaksud dengan Media Pemadam Kebakaran?

.....

5. Media pemadam menurut fasenya digolongkan menjadi berapa? Sebutkan !

.....

6. Ada berapa media pemadam jenis padat? Sebutkan !

.....

7. Tepung kimia reguler efektif untuk memadamkan kebakaran klas apa?

.....

8. Ada berapa media pemadam jenis cair? Sebutkan !

.....

9. Media pemadam jenis busa digolongkan menjadi berapa dan efektif untuk memadamkan kebakaran klas apa?

.....

10. Apa prinsip dasar dari media pemadam jenis gas?

.....

Praktek :

Pemadaman kebakaran dengan menggunakan APAR.

DAFTAR PUSTAKA

- A Rinto Pudyantoro, 2012, *A to Z Bisnis Hulu MIGAS*, Petromindo, ISBN 978-602-17292-0-5
- Coordinating Committee for Offshore Prospecting (CCOP), 1996, *The CCOP Guidelines for Risk Assesment of Petroleum Prospect. Publication*
- Kaswir Badu, *Basic Drilling Technology*, PT Patriatex Bhinneka Pratama, Sorong, 2005.
- Neal J. Adams. *Drilling Engineering, A Complete Well Planning Approach*, PennWell Books, Tulsa Oklahoma, 1985
- OSHA Team, *Drilling Rig and Its Component*, Oil and Gas Well Servicing eTool, Washington, USA, 2005
- Otis, R. M., N. Shneidermann. 1997. *A Process for Evaluating Exploration prospects*. AAPG Bul., 81, 7 (July), 1087-1109.
- Schlumberger, *Rig System*, Drilling System Equipment, 2004
- Ten Haven, H.L., Schiefelbein, C., 1995. The Petroleum Systems of Indonesia. In: Proceedings of 24th Industrial Petroleum Association Annual Convention, IPA95-1.3-013, pp. 443–458.
- Mc, Kinnon Gordon, *“Fire Protection Hand Book”*, NFPA, 15 th, Quincy, 1981.
- Akhir Agus, *“Mengenai Kimia Ila”*, Bumi Siliwangi Mengabdi (BSM), Bandung, 1985.
- IFSTA, *“Essential Of Fire Fighting”*, Thrid Edition, Hal. 13
- Ashar Saa, *“Proses Penyalaan dan Hasil-hasilnya”*, Jakarta, 1989.
- Pusdiklat Migas, *“Latihan Dasar Fire & Safety”*, Cepu, 1990.
- Pusdiklat Migas, *“Training K3LL Tingkat Dasar”*, Cepu, 2007.
- Pusdiklat Migas, *“Training Basic Fire Fighting”*, Cepu, 2007.