



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201946742, 19 Juli 2019

Pencipta

Nama : **Dr. Yuyun Yuniati, ST., MT, Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA,**
Alamat : Mulyorejo Selatan Baru 67 Mulyorejo , Surabaya, Jawa Timur, -
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Universitas Ma Chung**
Alamat : Villa Puncak Tidar N-1, Malang, Jawa Timur, 65151
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : **Buku**
Judul Ciptaan : **Kesehatan Dan Keselamatan Kerja : Implementasi Program K3 Di Tempat Kerja Atau Industri**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 1 Januari 2019, di Surabaya
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.
Nomor pencatatan : 000147823

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL




Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Dr. Yuyun Yuniati, ST., MT	Mulyorejo Selatan Baru 67 Mulyorejo
2	Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA	Perum ITS T. Komputer 4/24, Keputih, Sukolilo



Kesehatan dan Keselamatan Kerja : Implementasi program K3 di tempat kerja

Yuyun YUNIATI

Mahfud MAHFUD

Kesehatan dan Keselamatan Kerja : Implementasi program K3 di tempat kerja

Penulis :

- Dr. Yuyun Yuniati, ST., MT
- Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA

Diterbitkan Oleh :



CV. REVKA PRIMA MEDIA

Anggota IKAPI No. 205/JTI/2018

Ruko Manyar Garden Regency No.27

Jl. Nginden Semolo 101 Surabaya

Telp/Fax. 031 592 6204

E-mail : revkaprimamedia@gmail.com

19.01.012

Januari 2019

ISBN : 978-602-4171-67-4

Dicetak oleh CV. REVKA PRIMA MEDIA

Sanksi Pelanggaran Hak Cipta (Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta)

Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi, tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta untuk penggunaan secara komersial dipidana pidana penjara dan/atau pidana denda berdasarkan ketentuan Pasal 113 Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah yang Maha Kuasa karena kami telah berhasil menyelesaikan buku “Pengantar Kesehatan & Keselamatan Kerja di Industri” ini. Buku ini dapat dipergunakan sebagai buku ajar maupun sebagai buku referensi untuk memahami maupun untuk menerapkan Kesehatan & Keselamatan Kerja (K3) di Industri maupun ditempat kerja yang lain. Penulis memberanikan diri untuk menerbitkan naskah sebagai pembuka wawasan pentingnya *safety* agar dapat membantu mahasiswa yang menempuh kuliah tentang K3 atau *Safety* maupun sebagai bahan bacaan bagi masyarakat yang membutuhkan informasi dan pengetahuan yang berhubungan dengan Kesehatan & Keselamatan Kerja.

Buku ini ditulis dengan sistematika sebagai berikut. Pada Bab 1 diawali dengan memberikan pendahuluan pengenalan apa itu kesehatan dan keselamatan kerja, Bab 2 membahas tentang kasus kecelakaan yang terjadi di Industri. Kemudian Bab 3 tentang macam-macam hazard, Bab 4 tentang klasifikasi bahan kimia, dan yang terakhir Bab 5 membahas program kesehatan dan keselamatan kerja. Keseluruhan materi yang ada sangat diperlukan sebagai informasi bagi masyarakat untuk menghindari terjadinya kecelakaan (Accident) di tempat kerja.

Akhir kata, kami mengharap saran dan kritik dari para pembaca demi kesempurnaan isi buku ini untuk perbaikan dimasa mendatang.

Surabaya, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
BAB I. PENGENALAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN	
KERJA	1
1.1. Definisi dan sejarah keselamatan di industri kimia	1
1.2. Tanggung jawab dan kode etik	7
1.3. Istilah bidang keselamatan standar OSHA	14
BAB II. KASUS KECELAKAAN DI INDUSTRI KIMIA	23
2.1. Statistik program keselamatan	23
2.2. Program keselamatan yang terintegrasi	36
2.3. Kasus kecelakaan pabrik kimia penting di dunia	45
BAB III. MACAM-MACAM HAZARD DI INDUSTRI	67
3.1. Tekanan	71
3.2. Bahaya mekanik	74
3.3. Bahan beracun	75
3.4. Kebakaran dan Ledakan	81

3.5.	Suhu tinggi	84
3.6.	Terjatuh dan benda jatuh	95
3.7.	Ruang Terbatas	97
3.8.	Radiasi	101
3.9.	Kebisingan dan getaran	103
3.10.	Vibrasi	111
3.11.	Tekanan psikis	113
 BAB IV. KLASIFIKASI BAHAN KIMIA		119
4.1.	Bahan kimia bersifat iritasi	121
4.2.	<i>Sensitizer</i>	131
4.3.	Asfiksia	135
4.4.	Anestesi dan Narkotika	136
4.5.	Pernafasan Fibrinogen	136
4.6.	Karsinogen	139
 BAB V. PROGRAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA		143
5.1.	Pengembangan Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja	145

5.2.	Persyaratan OSHA berkaitan dengan Program	
	Kesehatan dan Keselamatan	159
5.3.	Aturan Manajemen sebagai Model Program	
	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	171
5.4.	Program Tertulis	185

BAB I. PENGENALAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

Target pemahaman :

- Konsep dasar teknik keselamatan untuk industri kimia;
- Wawasan yang berkaitan dengan peran insinyur dan profesional dalam menjalankan sistem keselamatan di industri kimia;
- Tugas masing-masing pelaku di industri kimia; dan; dan
- Ruang lingkup OSHA dan istilah di dalamnya.

1.1. Definisi dan sejarah keselamatan di industri kimia

Keselamatan dalam hal ini mengandung arti/ pemahaman sebagai tindakan pencegahan kecelakaan melalui berbagai sistem maupun aturan yang berlaku termasuk juga pencegahan kerugian. Perlunya suatu program keselamatan disusun dan dijalankan adalah untuk meminimalkan dampak kerugian yang disebabkan

karena kelalaian, kesalahan prosedur, dan bahaya yang tidak terduga lainnya dari suatu proses industri.

Diawali dengan pandangan seorang ahli ekonomi abad ke 20, Robert M. Solow dari *Institute of Technology Massachusset* yang menyimpulkan bahwa laju pertumbuhan ekonomi ternyata merupakan hasil teknologi mutakhir (*upgrade* teknologi). Teori ini sangat masuk akal jika dihubungkan dengan kepentingan bidang keselamatan dalam penerapannya di industri kimia. Mengapa ?. Salah satu alasan yang kuat adalah di dalam proses industri kimia sangat berhubungan erat dengan terjadinya proses-proses yang cukup rumit (kompleks), misalnya saja adanya reaksi kimia seperti proses reaksi, penguapan, proses pengeringan, proses perubahan fase, dan lainnya. Proses-proses itu dilakukan dalam suatu alat yang memerlukan kondisi operasi dan kadang memerlukan suhu dan tekanan tinggi, rumit dalam pengoperasian, serta melibatkan bahan yang berbahaya. Oleh karena itu untuk menghindari bahaya industri kimia, maka diperlukan

suatu program yang dapat menjadi jaminan keselamatan kerja.

Sejak tahun 1950, sebenarnya telah diterapkan teknologi tinggi dalam upaya menunjang keselamatan proses kimia melalui berbagai disiplin ilmu yang meliputi aspek teknis dan teori, misalnya penerapan dari berbagai model hidrodinamik aliran fluida, model dispersi penyebaran gas/uap berbahaya beracun ataupun model matematika untuk memprediksi kegagalan suatu proses.

Teknik keselamatan di industri kimia ditekankan pada penggunaan peralatan berteknologi tinggi, perancangan pabrik serta operasional sebagai dasar pengambilan keputusan. Program keselamatan meliputi identifikasi *hazard*, evaluasi teknis, dan dilanjutkan dengan teknik perancangan untuk menghindari bahaya dan kerugian sebagai konsekuensi dari sebuah proses yang dijalankan. Berikut ini adalah kata-kata dasar yang banyak dipakai dalam bidang kesehatan dan keselamatan, diantaranya adalah :

- ✓ Keselamatan atau pencegahan kerugian: pencegahan kecelakaan melalui penerapan teknologi yang tepat untuk mengidentifikasi bahaya dari suatu pabrik kimia dan mengeliminasinya sebelum terjadi kecelakaan.
- ✓ *Hazard*: suatu kondisi kimiawi atau fisik yang berpotensi menyebabkan kerusakan/kecelakaan pada manusia, properti, atau lingkungan sekitar.
- ✓ Risiko: ukuran dari luka dan/atau sakit pada manusia, kerusakan lingkungan, atau kerugian ekonomi dalam kaitannya dengan kemungkinan terjadinya peristiwa atau kecelakaan.

Suatu pabrik atau industri kimia berisikan berbagai variasi *hazard* yang sangat besar. Pertama bisa berupa risiko mekanis umum yang menyebabkan kecelakaan kerja mulai dari luka-luka sampai dengan kerusakan peralatan. Kedua, berupa *hazard* kimiawi, yang meliputi kebakaran dan risiko ledakan, risiko

kereaktifan, serta risiko karena penggunaan bahan kimia yang memiliki sifat bahaya dan beracun.

Berbagai program keselamatan yang telah direncanakan dapat dijalankan dengan baik melalui dukungan : sistem, *attitude*, pengetahuan konsep dasar, pengalaman, waktu, dan manusia (pelaku itu sendiri).

Apa yang dibutuhkan dari sebuah program keselamatan agar berjalan baik ?

- ✓ Sistem. Diperlukan untuk mendukung pencatatan tentang hal apa saja yang dibutuhkan dalam program keselamatan, apa yang diperlukan dan bagaimana program keselamatan dapat dijalankan dengan baik, serta mengupayakan melakukan rekam kejadian /pencatatan/dokumentasi selama kegiatan berlangsung.
- ✓ Pelaksana. Merupakan individu yang melakukan tugas dalam program keselamatan. Seorang pelaksana harus berperilaku positif dan sungguh-

sungguh dalam menjalankan aturan keselamatan yang sudah ditetapkan. Pelaksana harus dibekali dengan pengetahuan yang baik terkait keselamatan proses (kimia) mulai dari desain konstruksi hingga operasional.

- ✓ Belajar dari pengalaman. Hal ini sangat diperlukan bagi setiap individu yang terlibat dalam program keselamatan untuk mengenal lingkungan kerjanya terutama dalam hal memahami serta menganalisis kecelakaan-kecelakaan yang mungkin pernah terjadi sebelumnya atau bisa saja merupakan riwayat bidang sejenis yang pernah terjadi di tempat lain. Perlunya mempunyai informasi yang akurat untuk mengetahui penyebab serta penanganan kecelakaan, baik dari internal maupun eksternal.
- ✓ Program keselamatan memerlukan waktu (*continuous program*). Artinya semua yang telah direncanakan mulai dari mempelajari sistem, merencanakan, mengimplementasikan, evaluasi,

dan perbaikan memerlukan waktu yang cukup lama. Oleh karenanya, dalam suatu tim akan memerlukan kesabaran serta konsistensi dalam menjalankan program ini.

- ✓ **Komitmen.** Suatu program keselamatan harus dilakukan dengan komitmen tinggi di semua level organisasi. Posisi keselamatan memberikan arti sama pentingnya dengan proses produksi di suatu industri.

Sistem manajemen yang berkaitan dengan keselamatan pada umumnya digunakan mengarah pada mengeliminasi keberadaan *hazard*, melakukan audit keselamatan, teknik-teknik identifikasi *hazard*, catatan kejadian, dan aplikasi yang sesuai dengan pengetahuan teknis.

1.2. Tanggung jawab dan kode etik

Berikut ini adalah siapa saja yang bertanggung jawab terhadap keselamatan kerja di sebuah perusahaan/ industri.

- Direksi dan manajer senior. Bertanggung jawab atas kebijakan perusahaan, tujuan dan sasaran;
- Pengawas. Bertanggung jawab untuk memeriksa operasional sehari-hari sesuai dengan arah kebijakan;
- Tim kesehatan dan keselamatan. Bertanggung jawab untuk memberikan masukan/ arahan selama investigasi kecelakaan dan kedisiplinan terhadap aturan;
- Tim ahli seperti perawat kerja, analis kimia dan listrik. Bertanggung jawab untuk memberikan saran spesialis pada isu-isu kesehatan dan keselamatan tertentu;
- Tim kesehatan dan keselamatan. Bertanggung jawab untuk mewakili karyawan selama konsultasi pertemuan-pertemuan tentang isu-isu kesehatan dan keselamatan dengan majikan;
- Karyawan. Bertanggung jawab terhadap diri sendiri untuk menerapkan perilaku yang

menjamin kesehatan serta menghindari tindakan kelalaian;

- Petugas kebakaran. Bertanggung jawab untuk evakuasi yang aman dari gedung dalam keadaan darurat;
- Petugas pertolongan pertama. Bertanggung jawab untuk melakukan pertolongan pertama kepada orang-orang yang terluka.

Ringkasan tanggung jawab organisasi untuk kesehatan dan keselamatan bagi para manajer di sebuah perusahaan akan dijelaskan sebagai berikut.

1. *Managing Director/CEO* bertanggung jawab atas kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan semua orang yang bekerja atau berkunjung di perusahaan itu. Tugas seorang CEO antara lain :
 - bertanggung jawab terhadap kinerja kesehatan dan keselamatan dalam organisasi;

- harus memastikan bahwa perusahaan memiliki sumber daya yang memadai sebagai persyaratan kesehatan dan keselamatan dalam organisasi;
- menetapkan, menerapkan dan memelihara program formal, kesehatan dan keselamatan organisasi yang mencakup semua bidang risiko kesehatan dan keselamatan yang signifikan;
- menyetujui, memperkenalkan serta memonitor semua kebijakan kesehatan dan keselamatan situs, aturan dan prosedur;
- meninjau setiap efektivitas program dan merevisi program kesehatan dan keselamatan jika diperlukan.

2. Tugas Manajer Departemen antara lain :

- bertanggung jawab terhadap setiap kinerja kesehatan dan keselamatan di departemen yang dipimpinnya;

- harus memastikan bahwa setiap mesin, peralatan yang digunakan dijaga/ dipelihara dan harus memenuhi standar kesehatan dan keselamatan kerja. Salinan catatan semua pemeliharaan, pemakaian, inspeksi dan asuransi harus disimpan oleh Manager Departemen;
 - mengembangkan rencana pelatihan yang mencakup instruksi kerja khusus bagi pegawai baru atau pegawai yang mengalami rotasi (dipindah kerjakan) dan data rekaman harus disimpan sesuai masa simpan arsip perusahaan;
3. Para pengawas bertanggung jawab dan melaporkan pekerjaannya kepada Manajer Departemen dan memiliki tugas :
- bertanggung jawab atas kinerja kesehatan dan keselamatan atas tim kerjanya;

- menjamin keamanan sistem dan prosedur kerja yang telah ditentukan oleh Manajer Departemen;
- menegakkan aturan kesehatan dan keselamatan yang relevan atas karyawan yang dipimpinnya;
- menegakkan aturan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) serta mencatat pelanggaran kebijakan Alat Pelindung Diri (APD)

Bagaimana dengan keberadaan seorang insinyur dan profesional lainnya ?. Secara etika seorang insinyur bertanggung jawab untuk memperkecil kerugian serta menjamin keselamatan dan keamanan lingkungan perusahaan. Seorang insinyur bertanggung jawab pada diri mereka sendiri, para pekerja, keluarga, masyarakat, dan profesi teknik. Rangkuman bagian tanggung jawab insinyur menurut *American Institute of Chemical Engineers (AIChE)* dapat dibaca pada tabel berikut.

Tabel 1.1. Kode Etik Insinyur menurut AICHE

<i>Prinsip Dasar</i>
<p>Seorang insinyur harus menjunjung tinggi dan memajukan integritas, kehormatan, dan martabat profesi dengan :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Menggunakan kemampuan & pengetahuannya untuk mencapai kesejahteraan manusia;2. Bersikap jujur dan tidak memihak, setia dalam memberikan pelayanan kepada masyarakat, perusahaan, dan klien;3. Berjuang untuk meningkatkan kompetensi & martabat profesi.
<i>Norma/ etika</i>
<ol style="list-style-type: none">1. Seorang insinyur selalu mengutamakan keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan masyarakat dalam melaksanakan tugas profesionalnya ;2. Memberikan pelayanan sesuai dengan kompetensi yang dimiliki ;3. Insinyur dalam memberikan pernyataan publik dilakukan secara obyektif dan jujur.4. Insinyur harus bertindak profesional baik untuk atasan atau klien serta menghindari konflik kepentingan;5. Membangun reputasi profesional untuk memberikan manfaat terhadap pelayanannya;6. Menegakkan dan meningkatkan kehormatan, integritas, dan martabat profesinya;

7. Senantiasa melakukan pengembangan profesional melalui karir dan memberikan peluang bagi pengembangan profesional bagi insinyur lain yang berada di bawah pengawasannya.

1.3. Istilah bidang keselamatan standar OSHA

OSHA merupakan kependekan dari *Occupational Safety and Health Administration of the United States* didirikan oleh pemerintah Amerika Serikat. OSHA bertanggung jawab untuk memastikan bahwa para pekerja berada pada lingkungan kerja yang aman. Sebagai lembaga pemerintahan, OSHA telah mendefinisikan tingkat insiden berdasar pada kasus-kasus yang terjadi pada 100 orang pekerja per tahun. Pada definisi tersebut, seorang pekerja diasumsikan bekerja selama 2000 jam dalam waktu satu tahun yaitu 50 minggu /tahun x 40 jam/minggu. Dengan demikian, OSHA *incidence rate* didasarkan pada kondisi bahaya yang dihadapi 200.000 jam pekerja. OSHA *incidence rate* menghitung jumlah kerugian dan macam-macam penyakit akibat kerja pada jumlah jam kerja karyawan

selama periode tertentu dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{OSHA incidence rate (based on injuries and illness)} = \frac{\text{Number of injuries and illnesses} \times 200.000}{\text{Total hours worked by all employee during period covered}}$$

(1.1)

Sedangkan *Incidence Rate* standar OSHA jika didasarkan pada hari kerja mengikuti persamaan (1.2) di bawah ini.

$$\text{OSHA incidence rate (based on lost workdays)} = \frac{\text{Number of injuries and illnesses} \times 200.000}{\text{Total hours worked by all employee during period covered}}$$

(1.2)

Berbagai istilah dalam standar OSHA antara lain :

- a. *First aid*/ Pertolongan pertama :

Tindakan dalam melakukan pengobatan saat itu juga ketika terjadi insiden hingga perawatan lanjutan yang biasanya untuk pengamatan goresan kecil, luka, luka bakar, serpihan dimana

cidera pekerja tidak memerlukan perawatan medis khusus.

b. Incidence rate/ intensitas kecelakaan atau frekuensi kecelakaan

Jumlah kecelakaan kerja atau penyakit atau hari kerja yang hilang setiap 100 pekerja (yang bekerja penuh waktu).

c. Lost workdays /kehilangan hari kerja

Jumlah hari (tidak termasuk hari cedera/ sakit)di mana sebagai akibat kecelakaan atau adanya penyakit, seseorang menjadi tidak layak untuk bekerja pada setiap hari setelah hari terjadinya kecelakaan. Setiap hari termasuk hari libur, hari akhir pekan, atau hari libur.

d. Medical treatment = perawatan medis

Suatu tindakan perawatan medis yang diberikan oleh dokter atau tenaga profesional dalam menangani kasus kecelakaan kerja.

- e. Occupational injury / kecelakaan
Cedera pada tangan, kepala, tulang belakang, kulit atau bagian tubuh lainnya yang dihasilkan dari kecelakaan kerja atau dari paparan tunggal sesaat di dalam lingkungan kerja.
- f. Occupational illnesses = penyakit akibat kerja
Suatu penyakit yang disebabkan karena paparan terhadap faktor lingkungan yang terkait dengan kerja. Misalnya, pekerja menghirup atau berkontak langsung dengan bahan kimia beracun berbahaya, dimana gangguan fungsi tubuh bisa bersifat akut atau kronis.
- g. Recordable cases = kasus kecelakaan yang terekam/ tercatat
Kasus cedera kerja atau menderita penyakit akibat kerja termasuk kematian yang terekam/ tercatat memerlukan tindakan medis. Dalam hal ini juga meliputi semua kasus kecelakaan yang berdampak pada pelanggaran karyawan untuk bekerja.

- h. Recordable fatality cases = kasus kematian yang terekam/tercatat
Kasus kecelakaan kerja yang terekam atau tercatat, terdokumentasi dengan baik dan diketahui menjadi penyebab kematian.
- i. Recordable nonfatal cases without lost workdays
= kasus kecelakaan tidak fatal dengan tanpa kehilangan hari kerja
Kasus kecelakaan kerja tidak fatal dengan tanpa kehilangan hari kerja yang terekam/ tercatat. Pada kasus ini tidak menyebabkan : mutasi kerja / pemutusan hubungan kerja; perawatan medis khusus; diagnosa penyakit secara mendalam; hilangnya kesadaran; atau pembatasan ruang kerja.
- j. Recordable lost workday cases due to restricted duty = kasus hilangnya hari kerja akibat pembatasan tugas rutin yang terekam/ tercatat
Cedera yang mengakibatkan pekerja terluka sehingga tidak mampu melakukan tugas-tugas

rutin tetapi masih mampu melaksanakan tugas pada pekerjaan normal.

- k. Recordable cases with days away from work = kasus kehilangan hari kerja yang terekam/ tercatat

Cedera yang mengakibatkan orang yang terluka sehingga tidak dapat kembali bekerja pada hari kerja rutin berikutnya.

- l. Recordable medical cases = kasus perawatan medis yang terekam/ tercatat

Kasus kecelakaan yang memerlukan perawatan oleh dokter atau di bawah pengawasan dokter. Pekerja tersebut masih dapat kembali bekerja dan melakukan tugas rutinnnya. Cedera yang dimaksud adalah terlukanya bagian tubuh luka jahitan, luka bakar tingkat dua (luka bakar dengan lepuhan), patah tulang, atau hilangnya kesadaran

Referensi :

1. Crowl, D.A and Louvar, J.F. 2002. Chemical Process Safety: Fundamental with Applications. 2nd ed. New Jersey. Prentise Hall, Inc.
2. Reese, C.D. 2009. Industrial Safety and Health for Infrastructure Service. CRC Press. London, New York.

Ruang Diskusi

- a. Sebutkan perbedaan dan berikan contoh dari *Hazard* (bahaya) dan *Risk* (risiko).
- b. Bagaimanakah suatu program keselamatan dapat dijalankan? dan siapa sajakah yang bertanggung jawab melaksanakan tugas tersebut.
- c. Bagaimana tanggung jawab/ kode etik seorang insinyur terhadap terwujudnya keselamatan kerja
- d. Uraikan ruang lingkup OSHA (Occupational Safety and Health Administration of the United

States) dan bagaimana OSHA menyatakan *incidence rate* ?

- e. Sebutkan dan berikan penjelasan beberapa kata-kata penting yang banyak diterapkan di dalam OSHA.
- f. Berikan contoh beberapa ketentuan di dalam peraturan nasional dalam hal standar keselamatan.

BAB II. KASUS KECELAKAAN DI INDUSTRI KIMIA

Target pemahaman :

- Berbagai pernyataan statistik pada suatu program keselamatan;
- Konsep dasar statistik sebagai penentu faktor risiko dalam kegiatan industri;
- Analisis penyebab terjadinya suatu kecelakaan di industri kimia;
- Skenario sederhana untuk meminimalis atau mencegah terjadinya kecelakaan di industri kimia; dan
- Analisis teknis mengapa suatu kecelakaan industri bisa terjadi.

2.1. Statistik program keselamatan

Metode yang dipakai dalam menyatakan statistik dari sebuah program keselamatan antara lain:

- a. *OSHA incidence rate*
- b. *Fatal accident rate (FAR)*, dan
- c. *Fatality rate* atau kematian per-orang per-tahun

OSHA incidence rate menghitung jumlah kerugian dan macam-macam penyakit akibat kerja pada jumlah jam

kerja karyawan selama periode tertentu sesuai dengan pers. (1.1) pada Bab I.

Standar FAR kebanyakan digunakan oleh industri-industri kimia di Inggris karena memiliki banyak manfaat dan data-data FAR banyak tersedia di berbagai literatur. Laporan FAR berdasarkan jumlah kematian 1000 pekerja dengan asumsi lama bekerja adalah 50 tahun, dengan persamaan sebagai berikut.

$$FAR = \frac{\text{Number of fatalities} \times 10^8}{\text{Total hours worked by all employees during period covered}} \quad (2.1)$$

Metode perhitungan lain yang bisa diterapkan adalah *fatality rate* atau jumlah kematian per-orang per-tahun. Sistem ini tidak memperhitungkan jam kerja, hanya melaporkan banyaknya kematian per-orang per-tahun. Pendekatan ini bermanfaat untuk melakukan perhitungan pada populasi yang lebih umum, di mana pada jam kerja sulit ditentukan. Persamaan yang digunakan adalah.

$$\text{FatalityRate} = \frac{\text{Number of fatalities per year}}{\text{Total number of people in applicable population}} \quad (2.2)$$

Tabel 2.1. berikut memberikan informasi posisi statistik berbagai industri menurut standar OSHA dan FAR. Sedangkan jika berdasarkan aktivitasnya, standar FAR memberikan nilai seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1. Posisi statistik industri menurut standar OSHA dan FAR

Jenis Industri	<i>OSHA incidence rate</i>		<i>FAR</i>	
	1985	1998	1986	1990
Industri kimia	0,49	0,35	4	1.2
Kendaraan bermotor	1,08	6,07	1.3	0.6
Baja	1,54	1,28	8	
Kertas	2,06	0,81		
Tambang batubara	2,22	0,26	40	
Makanan	3,28	1,35		
Konstruksi	3,88	0,6	67	5
Pertanian	4,53	0,89	10	3,7
Produk makanan	5,27	0,96		
Perusahaan truk	7,28	2,1		
Semua manufaktur		1,68		1,2

Sumber : Crowl, D.A and Louvar, J.F. 2002

Tabel 2.2. Statistik risiko berdasarkan aktivitas

Aktivitas	<i>FAR</i> Kematian/ 10 ⁸ jam	<i>Fatality Rate</i> (kematian per orang-per tahun)
Berdiam di rumah	3	
Perjalanan dengan :		
Mobil	57	17 x 10 ⁻⁵
Sepeda	96	
Kapal	240	
Kendaraan bermotor	1000	
Berkano	1000	
Mendaki gunung	4000	4 x 10 ⁻⁵
Merokok (20 batang/hari)		500 x 10 ⁻⁵

Sumber : Crowl, D.A and Louvar, J.F. 2002

Sebagai ilustrasi di Tabel 2.2. terlihat bahwa kegiatan berkano ternyata jauh lebih berbahaya jika dibandingkan dengan bersepeda motor. Fenomena ini menunjuk langsung pada banyaknya jam penyebab kematian dan dapat disimpulkan bahwa kegiatan berkano ternyata mengakibatkan kematian per jam lebih banyak jika dibandingkan bersepeda motor.

Industri kimia dikenal memiliki sistem keamanan lebih baik jika dibandingkan dengan bidang industri

lainnya, namun mengapa masih begitu banyak perhatian dalam hal keselamatan yang diperdebatkan seputar industri kimia?. Perhatian khusus memang harus dilakukan pada industri yang berpotensi mengakibatkan banyak kematian, seperti yang terjadi di Bhopal, India. Kadangkala, statistik kecelakaan tidak mencakup informasi pada jumlah kematian total pada peristiwa tunggal dan kadangkala bisa menyesatkan. Sebagai contoh, ada dua pabrik kimia. Keduanya memiliki peluang kemungkinan terjadi ledakan dan kecelakaan besar sekali setiap 1000 tahun. Pabrik pertama mempekerjakan operator tunggal. Ketika pabrik meledak, operatornya mengalami kematian. Pabrik yang kedua mempekerjakan 10 operator. Ketika pabrik meledak, maka ke-10 operator meninggal. FAR dan OSHA *Incidence Rate* memberikan nilai yang sama pada kedua kasus tersebut, walaupun pada pabrik kedua korban kecelakaan lebih banyak, tetapi keduanya berkaitan langsung dengan jumlah waktu *exposure* yang

lebih besar. Kedua kasus mempunyai risiko individual yang sama.

Tiap perusahaan memerlukan penentuan suatu tingkatan yang sesuai untuk menentukan level risiko manajemen. Jika dilihat dari sudut pandang teknis, perusahaan dengan operator tunggal dengan sistem keselamatan yang kompleks akan berimbas pada biaya operasional. Tidak berhenti di situ saja, bisa jadi dengan adanya peralatan rumit yang dipakai akan menambah masalah baru dalam pengoperasian. Oleh karenanya, dalam perencanaan sistem keselamatan perlu mempertimbangkan alternatif lain yang lebih sederhana namun efektif dan sesuai keperluan.

Sebagai tindak lanjut maka sangat penting untuk mengenali penyebab kecelakaan yang kematian, sehingga paling tidak jika semua program keselamatan perusahaan diarahkan ke arah pencegahan kecelakaan kerja untuk karyawan, program-program ini perlu meliputi keselamatan *off-the-job*, terutama pelatihan untuk pencegahan kecelakaan. Secara prinsip, kita tidak

bisa menghilangkan keseluruhan risiko karena setiap proses kimia mempunyai tingkat risiko tertentu. Pada tahap perancangan, kita perlu memutuskan risiko mana yang masih bisa diterima dan melakukan upaya-upaya untuk memperkecil risiko tersebut.

Masyarakat umum mengalami kesulitan dalam membuat konsep *acceptable risk* atau risiko mana yang bisa diterima, terutama dalam menelaah risiko-risiko alamiah (seperti bencana alam). Para perancang proses pabrik kimia mengemukakan bahwa yang dimaksud dengan *acceptable risk* adalah sebuah risiko yang bisa diterima terutama oleh masyarakat yang tinggal di sekitar pabrik. Justru, seringkali banyak kejadian disebabkan karena kurangnya pemahaman pada masyarakat atas sebuah risiko tersebut.

Suatu hasil survey yang diposting oleh The Detroit News terkait dengan “Pendapat anda tentang pabrik kimia, lebih banyak manfaatnya kah ?, atau lebih banyak bahayanya kah ?, atau kedua-duanya artinya antara manfaat dan bahaya nilainya sebanding. Hasil

dari survey itu adalah sebanyak 28% mengatakan bahwa pabrik kimia lebih banyak manfaatnya, 29% mengatakan pabrik kimia lebih banyak bahayanya, dan 38% mengatakan pabrik kimia mempunyai kemanfaatan yang sebanding dengan bahayanya. Akibatnya, muncul pemikiran dari para naturalist untuk mengeleminasi sifat bahaya pabrik kimia dengan cara **returning to nature**. Sebagai contoh upaya pelaku industri mengganti serat sintetis dengan serat alam (kapas).

Berdasarkan tipe kecelakaan terbesar dari sebuah risiko yang ada pada pabrik kimia dapat dibaca pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3. Tiga tipe kecelakaan di pabrik kimia

Tipe kecelakaan	Besarnya probabilitas	Potensi kematian	Potensi kerugian ekonomi
Kebakaran	Tinggi	Rendah	Menengah
Ledakan	Menengah	Menengah	Tinggi
Lepasnya bahan berbahaya (toksik)	Rendah	Tinggi	Rendah

Sumber : Crowl, D.A and Louvar, J.F. 2002

Bagaimana dengan sifat alami dari suatu kecelakaan?. Ternyata, berbagai macam kecelakaan yang terjadi di pabrik kimia mengikuti pola yang khas. Oleh karenanya, sangat penting untuk mempelajari pola ini agar bisa mengantisipasi jenis dari kecelakaan-kecelakaan yang akan terjadi, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4. Jenis kecelakaan yang terjadi di industri hidrokarbon

Jenis kecelakaan di industri kimia	Prosentase terjadinya (%)
Vapor Cloud Explotion (VCE)/ ledakan awan uap bahan kimia	36
Kebakaran	31
Ledakan	30
Lain-lain	3

Sumber : Crawl, D.A and Louvar, J.F. 2002

Dari Tabel 2.4. dapat disimpulkan bahwa kecelakaan yang disebabkan karena kebakaran adalah menjadi hal yang paling umum terjadi, dimana sebuah

insiden kecelakaan akan diikuti oleh ledakan dan dilanjutkan dengan pelepasan bahan berbahaya beracun. Selanjutnya, pada peristiwa pelepasan bahan beracun akan mempunyai potensi terbesar penyebab kematian. Kerugian ekonomi pada kecelakaan yang disertai ledakan selalu tinggi, dan jenis ledakan yang paling merusak adalah *unconfined vapor cloud*. Pada jenis ini sebuah awan *volatile* (sifat mudah menguap) besar dan sangat mudah terbakar dilepaskan dan dapat memporak-porandakan seluruh lokasi pabrik diikuti oleh kebakaran serta ledakan awan.

Tabel di bawah ini menunjukkan penyebab kerugian terbesar pada kecelakaan pabrik kimia.

Tabel.2.5. Jenis kecelakaan di industri kimia dan prosentase terjadinya

Jenis kecelakaan di industri kimia	Prosentase terjadinya (%)
Faktor mekanis	44
Kesalahan operator	22
Penyebab tidak diketahui/	12

tidak jelas	
Proses upsets	11
Hazard alamiah	5
Perancangan	5
Sabotase dan sejenisnya	1

Sumber : Crowl, D.A and Louvar, J.F. 2002

Kecelakaan sebagai penyebab kerugian terbesar pada pabrik kimia adalah kegagalan mekanis. Hal ini sangat erat hubungannya dengan proses/ kegiatan perawatan peralatan. Misalnya : pompa, klep-klep, serta alat kontrol/ pengendali bisa saja tidak berfungsi dengan baik jika terdapat kesalahan atau kelalaian dalam perawatan. Kerugian terbesar kedua disebabkan karena kesalahan operator. Hal ini bisa terjadi misalnya kesalahan pada pembukaan klep yang tidak sesuai dengan urutannya, atau bisa juga kesalahan pada pemeliharaan atau pemeriksaan yang tidak sesuai prosedur. Sedangkan kerugian yang disebabkan oleh proses *upsets* adalah kegagalan power atau sistem pendingin yang juga dapat mengganggu jalannya proses produksi.

Dilatar belakangi banyaknya kecelakaan yang terjadi di industri kimia, maka sejak tanggal 24 Februari 1992 pemerintah Amerika Serikat menerapkan standar OSHA melalui publikasi "*Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals*". Dampak dari peraturan ini adalah semakin tingginya kesadaran negara-negara lain dalam hal keselamatan dan akhirnya mengadopsi peraturan serupa.

Secara umum, terjadinya kecelakaan sebenarnya bukan secara spontan atau sekaligus, melainkan secara bertahap. Berikut ini merupakan ilustrasi atau gambaran yang membuktikan bahwa kecelakaan dipicu oleh sesuatu hal sepele hingga menjadi serius dan umumnya bisa terjadi di pabrik kimia.

Kecelakaan diawali dengan seorang pekerja yang berjalan di jalur ketinggian sebuah pabrik mengalami kejadian tersandung dan jatuh ke arah jalur tepi. Untuk mencegah agar tidak jatuh, pekerja itu meraih sebuah tangkai katup terdekat. Ternyata,

tangkai katup yang diraihnya tadi merupakan katup pengaman tangki yang berisi cairan yang mudah terbakar. Sebagai akibat dari tangkai katup yang rusak, maka keluarlah cairan tersebut dari dalam tangki. Cairan yang mudah terbakar itu kemudian keluar membentuk kabut di sekitar pabrik dan terbakar karena adanya pemicu lain berupa percikan api. Maka ledakan dan kebakaran dengan cepat menyebar pada peralatan yang ada di dekatnya sehingga menyebabkan semua bahan-bahan yang mudah terbakar akan habis dan pabrik hancur total. Bencana ini terjadi di tahun 1969 dan telah menimbulkan kerugian sebesar \$ 4.161.000.

Apa yang bisa disimpulkan dari kejadian tersebut ?.
Bahwasannya, dipicu dengan kejadian sederhana atau sepele dapat menyebabkan sebuah bencana yang sangat besar. Jika diambil runutan kejadian kecelakaan di industri maka mengikuti tahapan berikut.

- ✓ inisiasi (peristiwa awal mula kecelakaan),

- ✓ pengembangan (peristiwa perluasan dari kecelakaan), dan
- ✓ penghentian (peristiwa terhentinya atau berkurangnya suatu proses kecelakaan).

Pada contoh pekerja tersandung seperti uraian di atas hal itu merupakan inisiasi kecelakaan, selanjutnya terjadi perluasan kecelakaan pada saat katup rusak yang mengakibatkan terjadinya kebakaran dan ledakan. Proses penghentian terjadi saat semua bahan-bahan yang mudah terbakar telah habis.

2.2. Program keselamatan yang terintegrasi

Teknik Keselamatan merupakan serangkaian sistem yang terdiri dari eliminasi tahap inisiasi, menghindari tahap perluasan proses kecelakaan melalui penghentian dengan segera awal dari kecelakaan. Tabel berikut menjelaskan bagaimana penanggulangan proses kecelakaan mulai dari tahapan, dampak yang diinginkan, dan prosedur yang harus dilakukan.

Tabel 2.6. Penanggulangan proses kecelakaan

Tahapan	Dampak yang diinginkan	Prosedur
<i>Initiation/</i> Inisiasi	Pengurangan	<i>Grounding & bounding</i> <i>Inerting</i> <i>Explosion proof electrical</i> <i>Guardrails and guards</i> <i>Maintenance procedures</i> <i>Hot work permits</i> <i>Human factors design</i> <i>Process design</i> <i>Awareness of dangerous properties of chemicals</i>
<i>Propagation/</i> Propagasi	Pengurangan	<i>Emergency material transfer</i> <i>Reduce inventories of flammable materials</i> <i>Nonflammable construction materials</i> <i>Installation of check and emergency shutoff valves</i>
<i>Termination/</i> Terminasi	Meningkatkan	<i>Firefighting equipment and procedures</i> <i>Relief systems</i> <i>Sprinkler systems</i> <i>Installation of check and Emergency shutoff valves</i>

Sumber : Crowl, D.A and Louvar, J.F. 2002

Secara teori, kecelakaan dapat dihentikan dengan mengeliminasi tahap inisiasi. Tetapi pada praktiknya hal itu tidak efektif, dimana akan menjadi sangat tidak realistis jika dilakukan eliminasi terhadap semua inisiasi-inisiasi. Pendekatan lebih efektif yang bisa diterapkan adalah meningkatkan kewaspadaan pada tiga tahap tersebut dan secepatnya mengenali apabila ada pemicu kecelakaan, dengan tidak dibiarkan berkembang dan segera menghentikan secepat mungkin.

Pada umumnya, keselamatan proses dilakukan berdasarkan pengamanan berlapis atau disebut sebagai *multilayer protection*. Lapisan pertama adalah proses desain. Lapisan berikutnya meliputi sistem kontrol, *interlocks*, pengamanan melalui *shutdown*, sistem perlindungan, alarm-alarm, dan rencana tanggapan darurat.

Teknik keselamatan terintegrasi atau dikenal dengan *Inherent Safety* adalah bagian dari semua

lapisan yang bertujuan untuk perlindungan proses dan terutama diarahkan pada desain proses karena pendekatan terbaik untuk pencegahan kecelakaan adalah membuat desain/ perancangan proses yang dapat mencegah situasi-situasi yang berisiko bahaya.

Keamanan pabrik yang terintegrasi lebih bisa menjamin toleransi kesalahan operator dan kondisi abnormal. Jika ada kesalahan prosedur yang dilakukan oleh operator maka secara otomatis sistem yang akan mengendalikan dengan kata lain suatu sistem tertentu akan otomatis berhenti, jika terjadi keadaan abnormal.

Meskipun secara teknis sebuah proses atau pabrik dapat dimodifikasi saat proses berjalan dalam rangka meningkatkan *Inherent Safety*, namun baiknya hal itu dilakukan pada tahap awal perancangan proses. Hal ini mempertimbangkan karena pada saat tahap awal proses, teknisi dan ahli kimia mempunyai keleluasaan terbesar untuk melakukan perencanaan dalam hal spesifikasi pabrik serta proses serta mempertimbangkan

alternatif proses dasar, seperti mengganti teknologi yang digunakan dengan kondisi yang lebih aman.

Pendekatan utama untuk disain proses *inherent safety* terbagi dalam beberapa kategori, meliputi :

- **Intensifikasi**
- **Penggantian**
- **Perampingan**
- **Pembatasan dampak**
- **Penyerderhanaan / toleransi kesalahan**

Kelima kategori tersebut telah digunakan sejak konsep *inherent safety* dikembangkan. Beberapa perusahaan dapat menambahkan atau mengurangi kategorinya agar program lebih mudah dipahami dan diaplikasikan.

Berikut ini adalah beberapa istilah di dalam sistem keselamatan yang banyak digunakan :

- a) **Accident**: Terjadinya tahapan peristiwa yang tidak disengaja atau non prosedural sehingga mengakibatkan cedera, kematian, atau kerusakan properti. Kecelakaan berkenaan

dengan kejadian dan bukan merupakan akibat dari kejadian.

- b) **Hazard**: Kondisi kimiawi atau fisika yang berpotensi menyebabkan kerusakan baik pada manusia, properti, maupun lingkungan.
- c) **Incident**: Hilangnya kendali/ kontrol terhadap bahan atau energi, namun demikian tidak semua kejadian yang dimaksud dapat berakibat pada kecelakaan.
- d) **Concequence**: Ukuran dampak/ akibat yang disebabkan karena adanya kejadian.
- e) **Likelihood**: Sebuah ukuran probabilitas yang diharapkan atau frekuensi suatu kejadian. Hal ini dapat dinyatakan sebagai frekuensi atau probabilitas selama interval waktu maupun atau kondisi tertentu.
- f) **Risk**: Sebuah ukuran terhadap cedera manusia, kerusakan lingkungan, kerugian ekonomi.
- g) **Risk analysis**: Suatu analisis untuk memperkirakan risiko kuantitatif yang dilakukan

berdasarkan perhitungan teknis dan matematis dengan mengkombinasikan baik konsekuensi dan frekuensi.

- h) **Risk assessment**/penakaran risiko: Proses di mana hasil analisis risiko yang digunakan untuk membuat keputusan, baik melalui strategi pengurangan risiko atau melalui perbandingan target risiko.
- i) **Scenario**: Penjelasan mengenai peristiwa yang mengakibatkan kecelakaan atau insiden atau kejadian. Deskripsi yang diberikan harus berisi informasi yang relevan untuk mendefinisikan akar penyebab.

Dalam mengupayakan kategori-kategori ini agar lebih dapat dimengerti berikut empat kata kunci yang direkomendasikan untuk menjelaskan *inherent safety*, yaitu :

- **Minimize** (meminimalis)
- **Subtitute** (penggantian)

- **Moderate** (perampingan dan pembatasan efek)
- **Simplify** (penyederhanaan dan toleransi kesalahan)

Berbagai teknik dalam *inherent safety* disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 2.7. Berbagai jenis teknik dalam sistem keselamatan terintegrasi

Tipe/ jenis	Teknik yang digunakan
<i>Meminimalis risiko</i>	Mengubah jenis reaktor dari tipe <i>batch</i> berukuran besar menjadi reaktor kontinyu yang dibuat kecil-kecil
<i>Mensubstitusi</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mengurangi penyimpanan bahan baku ➤ Improvisasi pengendalian untuk mengurangi tingkat bahaya bahan baku ➤ Mengurangi <i>hold-up</i> di dalam proses

Menengah

- Menggunakan sistem vakum untuk mengurangi titik didih
- Mengurangi penggunaan suhu dan tekanan tinggi
- Tangki penyimpanan dengan pendingin

Penyederhanaan

- Menyederhanakan sistem panel
 - Menyederhanakan plant desain serta sistem *maintenance* yang aman
-

Teknik pengurangan bahaya melalui penggunaan bahan berbahaya sesedikit mungkin di dalam reaktor, kolom distilasi, tangki penyimpanan, dan perpipaan. Hal ini secara langsung akan meminimalis penyimpanan dan pengangkutan material yang berbahaya. Uap material yang dilepaskan ke atmosfer atau lingkungan dapat dikurangi dengan perancangan tanggul sehingga bahan yang mudah terbakar maupun beracun tidak akan terakumulasi di sekitar tangki.

2.3.Kasus kecelakaan pabrik kimia penting di dunia

Studi kasus pada sejarah tragedi kecelakaan industri sangat berguna untuk penyelidikan yang berhubungan dengan keselamatan dan menakar seberapa besarkah potensi bahaya yang ada di suatu pabrik kimia. Informasi yang terkait dengan hal itu akan digunakan untuk melakukan improvisasi prosedur dalam mencegah bencana serupa dimasa datang. Semua bencana ini berdampak pada kemerosotan penilaian publik terhadap pabrik kimia serta menimbulkan banyak tekanan agar diberlakukan standarisasi terhadap profesi sains dan teknik.

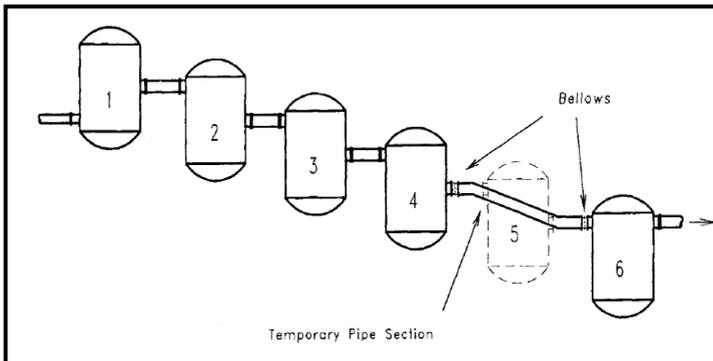
2.3.1. Flixborough, Inggris

Kecelakaan terjadi pada hari Sabtu, di bulan Juni 1974. The Flixborough Works Of *Nypro Limited* memproduksi kaprolaktam dengan kapasitas 70.000 ton per-tahun sebagai bahan dasar untuk membuat nilon. Proses ini menggunakan bahan kimia sikloheksana yang mempunyai kandungan seperti gasolin. Kondisi operasi

proses yang digunakan adalah suhu pada 155°C dan tekanan 7,9 atm. Sifat dari sikloheksana sendiri adalah sangat mudah menguap jika mengalami penurunan tekanan hingga kondisi atmosfer.

Kecelakaan ini dipicu dengan beroperasinya 6 (enam) reaktor yang tersusun secara seri. Proses yang terjadi dalam reaktor adalah sikloheksana teroksidasi menjadi sikloheksanon dan selanjutnya akan menjadi sikloheksanol. Reaksi ini menjadi lebih cepat dengan masuknya udara ke dalam sistem. Cairan hasil reaksi terakumulasi di dalam reaktor-reaktor itu, dimana setiap reaktor berisi 20 ton sikloheksana. Beberapa bulan sebelum terjadi kecelakaan, telah diadakan perbaikan pada reaktor nomor 5 karena ditemukan adanya kebocoran pada reaktor tersebut. Agar produksi tidak terganggu, maka aliran dari reaktor nomor 4 langsung di *bypass* ke reaktor nomor 6 walaupun secara perhitungan akan mengalami pengurangan yieldnya. Berdasarkan standar keamanan proses seharusnya pipa yang menghubungkan antar reaktor berdiameter

28 inch, tetapi karena persediaan *stock* hanya ada pipa berukuran 20 inch, maka penyambungan dilakukan pada kondisi non ideal atau tidak sesuai.



Gambar. 2.1. Kesalahan pemasangan pipa sambungan antar reaktor

Sumber : Crowl, D.A and Louvar, J.F. 2002

Kecelakaan terjadi karena pipa *by-pass* pecah sebagai akibat dari kelebihan beban tekanan dimana adanya perbedaan ukuran pipa berpengaruh pada ketahanan terhadap tekanan. Pipa penyambung tidak kuat dan pecah sehingga menyebabkan sekitar 30 ton sikloheksana terlepas ke udara dan membentuk awan. Dalam waktu 45 detik telah terjadi pelepasan awan

sikloheksana secara meluas dan menimbulkan ledakan di seluruh fasilitas pabrik. Korban meninggal 28 orang dan 36 orang lainnya luka berat. Sekitar 18 dari korban meninggal di dalam ruang pengendali utama ketika langit-langit ruangan runtuh. Saat kejadian kecelakaan, pabrik dalam keadaan libur, dan bisa diperkirakan korban akan bertambah banyak bila kecelakaan terjadi di hari kerja, dimana seluruh karyawan masuk pada hari itu. Akibat dari kecelakaan ini juga mengakibatkan kerusakan pada 1821 rumah, 167 toko dan pabrik disekitar lokasi kejadian.

Berdasarkan uraian di atas, sebenarnya kecelakaan ini akan dapat dicegah dengan mengikuti pemeriksaan prosedur keselamatan yang sesuai. Pertama pipa *by-pass* yang terpasang tanpa adanya analisis keselamatan dan pengawasan yang cukup dari teknisi yang berpengalaman.

Kedua, pabrik ini menyimpan banyak bahan-bahan campuran yang berbahaya, diantaranya 330.000 gallon sikloheksana, 66.000 gallon naptha, 11.000 galon

toluen, 26.400 gallon benzena, dan dan 450 gallon gasolin. Bahan-bahan ini mempunyai kontribusi terjadinya ledakan setelah adanya inisial ledakan. Terakhir, modifikasi yang dilakukan (pipa *by-pass*) dibawah standar dari disainnya. Padahal, secara aturan penggantian peralatan harus mempunyai kualitas sama dengan yang terpasang sebelumnya.

2.3.2. Bhopal, India

Peristiwa di Bhopal terjadi pada 3 Desember 1984 dan merupakan kejadian yang lebih besar daripada di Fliborough. Korbannya lebih dari 2000 orang sipil. Pabrik ini dimiliki oleh Union Carbridge, dimana penduduk di sekitar pabrik menjadi sumber utama tenaga kerja. Pabrik ini memproduksi pestisida dan komponen intermediate pada proses reaksi yang terjadi adalah *methyl isocyanate* (MIC). Senyawa MIC adalah campuran yang sangat berbahaya, sifatnya reaktif, beracun, mudah menguap dan mudah terbakar. Paparan maksimum konsentrasi MIC pada manusia

selama periode 8 jam adalah 0,02 ppm. Bila terjadi paparan uap MIC vapor pada manusia sekitar 21 ppm, maka akan terjadi iritasi pada hidung dan tenggorokan. Kematian terjadi bila terpapar dalam konsentrasi yang lebih besar. Senyawa MIC kaya akan kandungan yang berbahaya dengan titik didih pada kondisi atmosferik 39,1°C dan tekanan uap 348 mm Hg pada 20° C.

Uap MIC mempunyai sifat yang dua kali lebih berat daripada udara sehingga ini akan membuat vapor berada di permukaan tanah ketika pelepasan. Di samping itu, MIC mempunyai reaksi sangat ekstrem dengan air meskipun reaksinya berjalan lambat tetapi suhu reaksi akan menyebabkan terjadinya penguapan pada MIC.

Kecelakaan terjadi sebagai akibat tidak mencukupinya kebutuhan untuk proses pendinginan sebagai akibat meningkatnya suhu setelah MIC terkontaminasi dengan air di salah satu tangki penyimpan. Tidak diketahui bagaimana kejadiannya

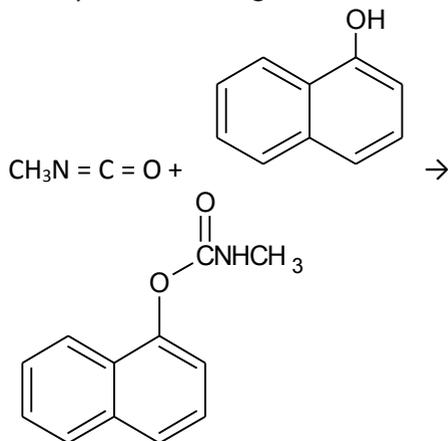
sampai air bias masuk secara pasti, namun akhirnya tangki yang berisi MIC terkontaminasi air semakin banyak jumlahnya. Akibat dari kontaminasi ini adalah terjadinya reaksi kimia yang mengakibatkan suhu meningkat hingga mengubah fase MIC menjadi uap. Uap MIC ini mengalir ke sebuah sistem pengaman yang fungsinya untuk mengurangi tekanan sekaligus penyerapan uap. Seharusnya, dalam kondisi demikian peralatan *scrubber* dapat membantu melalui penyerapan uap MIC berlebih. Tetapi pada kenyataannya, saat kejadian itu peralatan penyerap (scrubber) justru tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya alias mati.

Akibat dari proses kecelakaan ini diperkirakan 25 ton uap beracun MIC dilepaskan ke udara bebas. Awan beracun segera menyebar ke seantero kota, dan mengakibatkan kematian lebih dari 2.000 penduduk sipil dan korban luka-luka diperkirakan berjumlah 20.000 lebih.

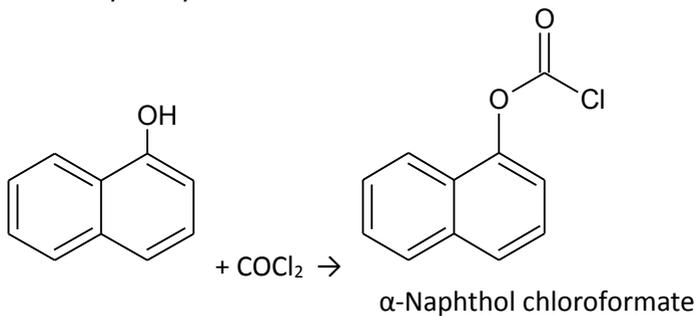
Penyebab pasti kontaminasi MIC dengan air tidak diketahui. Jika kecelakaan ini disebabkan karena masalah pada proses, maka seharusnya dilakukan peninjauan ulang keselamatan sehingga dapat dilakukan identifikasi masalah *scrubber* supaya berjalan dengan baik. Inventori bahan-bahan berbahaya, terutama bahan setengah jadi juga harus diminimasi.

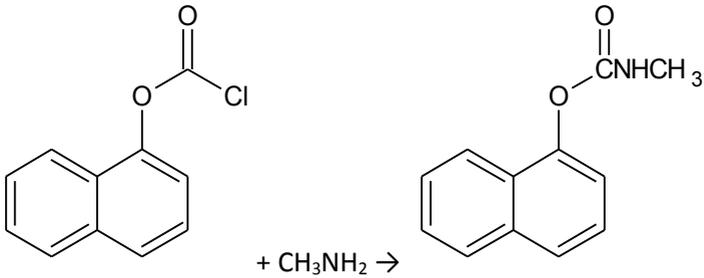
Skema reaksi yang digunakan di industri Union Carbide Bhopal adalah sebagai berikut.

Methyl Isocyanate route



Nonmethyl isocyanate route





Gambar.2.2. Rute reaksi kimia pembuatan pestisida
 (Sumber : Crowl, D.A and Louvar, J.F. 2002)

Pada rute pertama, senyawa *intermediate* yang dihasilkan berupa MIC, sedangkan untuk mengurangi dampak bahaya MIC maka pada reaksi dilakukan modifikasi dimana pada produk intermediate tidak dihasilkan MIC melainkan *chloroformate*. Solusi lainnya yaitu melakukan re-desain proses agar jumlah produk intermediate berkurang dan memperhatikan tata letak untuk keperluan lokalisasi area pabrik jika terjadi kecelakaan.

2.3.3. Seveso, Itali

Seveso saat itu merupakan kota kecil dengan jumlah penduduk kurang lebih 17.000 jiwa yang berjarak 15 mil dari Milan, Itali dimana mempunyai pabrik yang memproduksi *hexachlorophene* milik Icmesa Chemical Company. Pabrik ini menggunakan *trichlorophenol* sebagai medianya.

Pada kondisi operasi normal selain produk utama maka akan dihasilkan sejumlah kecil TCDD atau 2,3,7,8-tetraklorodibenzoparadioksin di dalam reaktor sebagai produk samping yang tidak dikehendaki.

Senyawa TCDD dikenal sebagai jenis racun paling kuat bagi manusia. Studi yang dilakukan pada hewan menunjukkan dengan dosis 10^{-9} dari berat manusia sudah berakibat fatal (kematian). Senyawa TCDD tidak bisa larut dalam air dan ketika terjadi dekontaminasinya akan sangat sulit untuk mengatasinya secara cepat. Pada kondisi *non lethal dose*, senyawa TCDD bisa mengakibatkan munculnya sejenis penyakit kulit yang

bisa menjangkit beberapa tahun kemudian dan sulit disembuhkan.

Pada 10 Juli 1976, reaktor *Trichlorophenol* tidak bisa dikendalikan sehingga menyebabkan suhu operasi lebih tinggi dari normal dan menyebabkan kenaikan jumlah TCDD. Diperkirakan sekitar 2 kg TCDD telah terlepas melalui sistem *relief* dan menyebabkan kabut putih di atas Seveso. Berikutnya terjadi hujan lebat yang menyebabkan TCDD mencemari lahan. Kira-kira dalam radius 10 mil persegi telah terkontaminasi zat ini. Evakuasi tidak langsung dilakukan hingga beberapa hari kemudian dikarenakan buruknya sistem komunikasi. Akibat dari peristiwa ini lebih dari 250 kasus keracunan. Dilaporkan, lebih dari 600 orang dievakuasi dan 2000 orang menjalani pengujian darah untuk melihat seberapa parah tingkat kontaminasinya.

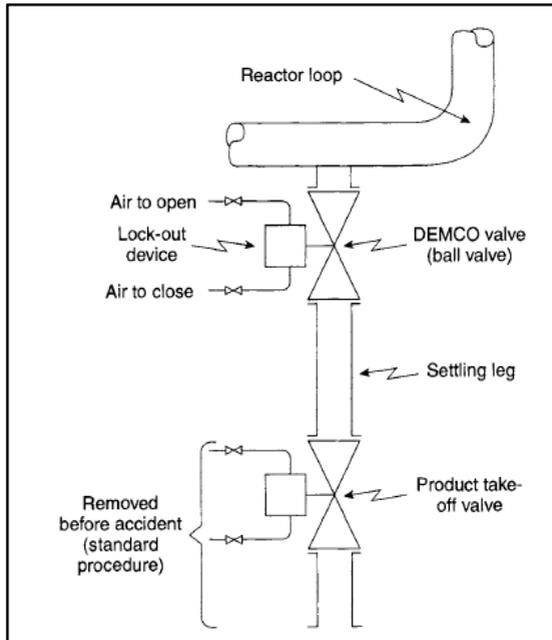
Peristiwa di Seveso kemungkinan bisa dihindari jika pada reaktor menggunakan *containment system*. Aplikasi yang sesuai dengan dasar-dasar teknik keselamatan semestinya akan dapat mencegah

kecelakaan tersebut. Pertama dengan mengikuti prosedur pemeriksaan yang sesuai sehingga tahap inisiasi tidak akan terjadi. Kedua dengan menggunakan prosedur evaluasi hazard yang tepat sehingga hazard akan bisa diidentifikasi dan diperbaiki sebelum kecelakaan itu terjadi.

2.3.4. Pasadena, Texas

Sebuah ledakan besar di Pasadena, Texas terjadi pada tanggal 23 Oktober 1989 yang mengakibatkan 23 orang meninggal, 314 luka berat dan menderita kerugian sebesar lebih dari \$715 juta. Ledakan ini terjadi dalam pabrik polietilen setelah peristiwa terlepasnya 85.000 lb campuran yang mudah terbakar . Beberapa bahan kimia itu dengan segera membentuk awan gas yang besar dan arena sistem berjalan pada tekanan dan suhu yang tinggi, maka awan terbakar dalam waktu 2 menit setelah pelepasan tanpa diketahui dengan pasti pemicunya. Proses pelepasan produk polietilen dalam

sistem pengeluaran) yang terjadi saat kecelakaan seperti pada Gb. 2.3.



Gambar. 2.3. Skenario kecelakaan pada pabrik polietilen

Sumber : Crawl, D.A and Louvar, J.F. 2002

Biasanya dalam kondisi normal partikel polietilen sebagai produk ditampung di dalam ruang pengendapan dan dipindahkan melalui *take-off valve*. Adakalanya penyumbatan yang terjadi ditangani melalui perawatan

oleh operator. Dimana prosedur normal yang aman adalah menutup katup DEMCO, memindahkan aliran udara, dan mengunci *valve* pada posisi tertutup/ terkunci.

Berdasarkan hasil penyelidikan kecelakaan membuktikan bahwa prosedur kewanan tidak diikuti dengan baik. Penyelidikan OSHA menemukan beberapa temuan antara lain : (1) tidak ada analisis *hazard* yang dilakukan pada pabrik polietilen sebagai hasilnya banyak de-efisiensi keamanan dan dibiarkan dalam waktu lama; (2) *valve single-block* (DEMCO) pada *settling leg* tidak dirancang pada posisi *safe closed* ketika ada kebocoran udara; (3) Indikator *valve single-block*, *valve double-block-and-bleed* atau *blind flange* setelah *valve single-block* sudah harus digunakan; (4) tidak ada ketentuan yang dibuat untuk pengembangan, implementasi dan penyelenggaraan sistem yang efektif (sebagai contoh aliran terbuka); (5) tidak ada alat pendeteksi dan kebakaran gas yang ditempatkan pada area reaktor. Faktor pendukung lain terjadinya kecelakaan ini adalah :

- a. Terlalu dekatnya ruang kendali dengan lokasi operasional yang berisiko;
- b. Jarak antar bangunan tidak memenuhi standar (kurang leluasa);
- c. Alat-alat proses dalam kondisi saling berdekatan.

2.3.5. Texaco

Pada tanggal 24 Juli 1994, sebuah ledakan diikuti oleh sejumlah kebakaran terjadi pukul 13:23 di kilang Texaco di Milford Haven , Wales , Inggris . Sebelum ledakan ini terjadi , sekitar jam 9 pagi , ditemukan ada masalah listrik yang cukup parah sehingga mempengaruhi distilasi vakum , unit alkilasi, sistem butamer, dan unit FCC. Timbulnya ledakan dikarenakan adanya kombinasi kegagalan antara manajemen, peralatan, dan sistem kontrol. Kerusakan yang ditimbulkan setara dengan ledakan 4 ton TNT. Beruntung kecelakaan terjadi pada hari Minggu, sehingga tidak ada korban jiwa.

Sebagai upaya pabrik dalam menangani badai listrik itu, sejumlah cairan terus dipompa ke dalam tangki proses dengan katup tertutup. Ternyata, sistem kontrol mengindikasikan katup tersebut justru terbuka. Akibatnya, tangki proses menjadi penuh dengan cairan. Satu-satunya cara yang telah ditempuh adalah mengalirkannya ke saluran khusus uap. Saat cairan mencapai sistem pelepasan, beban material hidrokarbon cukup besar terlepas ke lingkungan. Beberapa menit sebelum ledakan, personil penjagaan merespon sebanyak 275 alarm bahaya dengan tingkat risiko 80%. Sebuah sumber ledakan terjangkau hingga 110 meter. Rekomendasi dari investigasi kecelakaan ini manajemen perlu melengkapi pekerja dengan pengetahuan tentang indikator dan neraca massa, perbedaan jenis alarm (keamanan biasa dan kritis), serta sistem *relief* atau pelepasan yang memadai.

2.3.6. Louisville, Kentucky (ledakan tangki di D.D Williamson & Co.,Inc (DDW),

Pada 11 April 2003, tangki *spray dryer* (tangki umpan) yang terbuat dari *stainless steel* pada perusahaan D.D. Williamson & Co.,Inc, Louisville, Kentucky meledak. Satu operator tewas. Kecelakaan terjadi dikarenakan adanya pemanasan berlebih sebanyak 130 psi steam yang disuplai. *Feed tank* dikontrol secara manual baik suhu dan tekanannya serta mempunyai tekanan operasi maksimal 40 psi. Sebuah blok yang terbuat dari dinding beton di sebelah Timur memisahkan tangki umpan dari tangki penyimpanan larutan amoniak 29,4% sebanyak 12.000 galon. Setelah terjadi ledakan, tangki umpan itu terbelah dalam garis vertikal yang pada akhirnya menghantam tangki penyimpanan amoniak yang berjarak 15 ft. Akibatnya, tangki penyimpan amoniak terpejal dan robek pada bagian pipanya dan menyebabkan kebocoran larutan amoniak sebanyak 26.000 lb. Departemen Kesehatan Metro Louisville

mencatat adanya tingkat cemaran amoniak 50 ppm di area batas pabrik dan 35 ppm di jalan sekitar lokasi. Tidak ada korban luka yang dilaporkan pada insiden ini. Latar belakang kejadian yang merupakan kesalahan dari pihak manajemen adalah tidak adanya program untuk mengevaluasi pentingnya lapisan pelindung pada tangki umpan spray dryer. Di samping itu juga tidak ada rekomendasi untuk menyediakan sistem indikator pada proses dan instrumentasi alarm pada kedua tangki umpan. Ketergantungan pada indikator suhu tunggal lokal yang harus dibaca oleh operator tidak mencukupi. Pada hari kejadian, operator tidak menyadari bahwa sistem operasi telah melebihi batas kondisi normal. Tangki umpan yang dipasang untuk digunakan proses *spray dryer* tanpa didahului dengan analisis desain yang layak, dimana katup pengaman pada *spray dryer* telah dihilangkan. Sistem analisis bahaya juga tidak dapat mengidentifikasi tangki umpan ini dengan baik. Sesuai aturan ASME Code, bagian VIII (ASME Boiler and Pressure Vessel Code: Design and Fabrication of

Pressure Vessels, American Society of Mechanical Engineers, 2001) mensyaratkan bahwa semua tangki/ vessel yang memiliki tekanan internal melebihi 15 psi harus dilengkapi dengan *pressure relief* (sistem pelepasanan tekanan). Pada akhirnya, tata letak peralatan juga harus mempertimbangkan tahap desain seperti pada metode The Dow Fire and Explosion Index (AIChE, 1994) yang mengatur jarak antar unit/ bagian.

Referensi :

1. Crowl, D.A and Louvar, J.F. 2002. Chemical Process Safety: Fundamental with Applications. 2nd ed. New Jersey. Prentise Hall,Inc.
2. Spellman, F.R and Bieber, R.M. 2009. Occupational Safety and Health For Chemical Industry. Government Institute.

Ruang Diskusi :

- a. Berikan penjelasan mengenai definisi dan pernyataan statistik dari suatu program keselamatan
- b. Buatlah uraian apa relevansi dari pernyataan statistik suatu program keselamatan sebagai penentu risiko pada kegiatan industri
- c. Apakah yang dimaksud dengan program keselamatan terintegrasi
- d. Sebutkan beberapa definisi sekaligus artinya istilah-istilah yang banyak dipakai dalam program keselamatan terintegrasi
- e. Uraikan kembali bagaimana suatu kecelakaan industri dapat terjadi sesuai dengan contoh-contoh yang telah diberikan pada Bab ini.
- f. Menurut anda, bagaimana sebaiknya perilaku atau sikap dari pelaksana di industri kimi untuk meminimalis timbulnya kecelakaan kerja.

BAB III. MACAM-MACAM HAZARD DI INDUSTRI

Target Pemahaman :

- Klasifikasi tekanan dan dampak adanya tekanan pada peralatan industri;
- Bahaya mekanik dan ruang lingkungnya;
- Dampak paparan bahan beracun bagi pekerja ;
- Jenis peralatan perlindungan pernapasan;
- Kronologi terjadinya kebakaran dan ledakan di industri;
- Bagaimana bahan kimia sebagai pemicu terjadinya kebakaran dan ledakan di industri;
- Dampak suhu tinggi terhadap pekerja dan ruang lingkup pekerjaan yang melibatkan suhu tinggi;
- Rumus WBGT untuk mengukur level *heat stress*;
- Ruang lingkup pekerjaan berisiko terjatuh;
- Definisi dan lingkup pekerjaan dengan ruang terbatas; dan
- Klasifikasi ruang terbatas dalam suatu pekerjaan.

Pengertian (definisi) bahaya (*hazard*)

Berdasarkan OHSAS 18001:2007 pengertian bahaya (*hazard*) adalah faktor intrinsik yang melekat pada sesuatu (bisa pada barang ataupun suatu kegiatan

maupun kondisi), misalnya pestisida yang ada pada sayuran ataupun panas yang keluar dari mesin pesawat. Bahaya ini akan tetap menjadi bahaya tanpa menimbulkan dampak atau konsekuensi ataupun berkembang menjadi *accident* bila tidak ada kontak (*exposure*) dengan manusia. Sebagai contoh, panas yang keluar dari mesin pesawat tidak akan menimbulkan kecelakaan jika kita tidak menyentuhnya. Proses kontak antara bahaya dengan manusia ini dapat terjadi melalui tiga mekanisme, yaitu:

- **Manusia yang menghampiri bahaya.**
- **Bahaya yang menghampiri manusia melalui proses alamiah.**
- **Manusia dan bahaya saling menghampiri.**

Berdasarkan potensi bahaya yang ditimbulkan, maka *hazard* dikelompokkan menjadi 5 (lima), yaitu:

1. Hazard biologi

Hazard biologi adalah potensi bahaya yang ditimbulkan dari faktor makhluk hidup dan banyak

ditemukan di lingkungan-lingkungan yang tidak bersih, kotor, atau sejenisnya. Contohnya adalah cacing tambang. Jenis cacing ini dapat membuat kaki kita berlubang seperti dimakan oleh cacing tersebut. Kasus tersebut banyak ditemukan di daerah pertambangan.

2. Hazard kimia

Hazard kimia adalah potensi bahaya yang disebabkan oleh sifat dan karakteristik kimia dari suatu bahan. *Hazard* kimia ini sangat berbahaya apabila pengguna maupun masyarakat tidak mengetahui secara detail sifat dari bahan tersebut. Sehingga diperlukan penanganan yang intensif terhadap potensi bahaya ini.

Contoh dari *hazard* kimia adalah amoniak yang bercampur di udara memiliki potensi bahaya khususnya bagi saluran THT pada manusia.

3. Hazard fisik

Hazard fisik adalah potensi bahaya yang disebabkan oleh faktor fisik dari seseorang yang sedang melakukan pekerjaan. Hazard fisik erat sekali hubungannya dengan manusia, yang seringkali justru menjadi sumber masalah dari permasalahan yang terjadi.

4. Hazard ergonomi

Hazard ergonomi adalah potensi bahaya yang disebabkan terjadi karena tidak efisiennya hubungan alat kerja dengan manusianya. Hal ini biasanya berhubungan dengan perilaku kerja manusia dengan alatnya. Akibatnya akan muncul penyakit akibat kerja karena kesalahan-kesalahan dalam perilaku penggunaan alat selama bekerja.

5. Hazard psikologi

Hazard psikologi adalah potensi bahaya yang disebabkan karena terjadinya suatu konflik dalam

lingkungan kerja tertentu, baik secara langsung dan tidak langsung. Psikologi menjadi bagian penting karena ternyata memiliki potensi untuk mempengaruhi bagaimana orang itu bekerja. Semakin tinggi dan kompleks konflik berada di tempat kerja maka perkerjaan semakin tidak efisien dan akan berakibat lebih banyak menimbulkan masalah lebih lanjut.

3.1.Tekanan

Kadangkala lebih baik bekerja pada kondisi tekanan rendah untuk menghindari pekerja sakit atau kerusakan lainnya, dimana kebanyakan beranggapan bahwa bekerja pada tekanan tinggi sangat berisiko. Tekanan tinggi diperlukan pada pekerjaan yang berhubungan dengan boiler (kukus), reaktor, atau kompresor. Klasifikasi tekanan yang dioperasikan di industri yaitu :

Tekanan rendah

: 1 atm (14,6 psi) hingga
500 psi

Tekanan menengah	: 500 – 3000 psi
Tekanan tinggi	: 2000 – 10.000 psi
Tekanan sangat tinggi	: di atas 10.000 psi

Ketika kekuatan ekspansif cairan di dalam wadah melebihi kekuatan wadah itu sendiri, maka wadah penyimpanan akan pecah. Pecahnya wadah penyimpan bisa jadi berasal dari paku keliling atau merembesnya cairan dari celah-celah yang retak. Namun jika terjadi ledakan, maka wadah penyimpanan akan hancur. Seorang pekerja yang berada di dekat lokasi akan menerima dampak cedera, baik disebabkan karena terkena pecahan wadah penyimpanan maupun cairan yang di dalamnya. Rusaknya tangki bertekanan bisa terjadi karena gaya total yang mengenainya lebih besar dari kekuatan material tangki. Misalnya saja, peralatan boiler bekerja pada tekanan dan suhu tinggi harus dilengkapi dengan katup pengaman disertai dengan alarm peringatan untuk menjamin batas aman tekanan yang bisa dikendalikan sehingga mencegah keretakan (hingga pecah). Selain itu perlu dibuatkan sistem

pelepasan di tempat-tempat yang berpotensi bahaya, terutama yang berhubungan dengan cairan sangat panas, mudah terbakar, beracun, dan korosif.

Tangki penyimpan dan fermentor bertekanan harus dilengkapi dengan peralatan pengendali tekanan dan suhu. Tangki bertekanan diletakkan pada posisi jauh dari sumber panas, seperti radiator, kukus atau *furnace* dan jika diletakkan di area terbuka harus diberikan cover pelindung. Demikian juga dengan tangki yang berisi cairan kriogenik (disimpan pada suhu rendah) dapat menyerap panas dari lingkungan sehingga berakibat pada mendidihnya cairan dan naiknya tekanan. Oleh karenanya tangki atau hal lain untuk cairan yang mudah menguap tidak disimpan di dekat sumber panas karena dapat berakibat meledak hebat.

Tangki vakum (bertekanan di bawah atmosferik) dapat juga rusak sebagaimana tangki bertekanan. Kadangkala, sistem pada tangki vakum rusak karena struktur material tidak dirancang untuk menahan beban/ stres jika terjadi kenaikan tekanan tiba-tiba.

3.2. Bahaya mekanik

Sebagian besar cedera pekerja di industri kimia disebabkan karena faktor mekanik, antara lain disebabkan karena pengoperasian peralatan *belt-driven rotating, gear, hammer, cutter, kiln, dan incinerator*. Selain itu bisa juga disebabkan arena aktivitas memotong, merobek, dan menghancurkan. Seseorang yang bekerja di bagian pemotongan pabrik kertas manual akan berisiko terpotong atau kulit robek sebagai akibat pemakaian alat pemotong yang tajam. Bekerja dengan alat penghancur dan berputar juga sangat berisiko menimbulkan cedera bagi pekerja. Jika terjadi kesalahan fatal di dalam pengoperasiannya sehingga mengenai pekerja, dapat menyebabkan hancurnya jaringan otot atau bagian tubuh lainnya. Misalnya, risiko ketika bekerja dengan *gear, roller, rubber mills, paper calenders*. Terkena alat penghancur dapat menyebabkan rusaknya jaringan otot pada manusia sehingga bisa dilakukan amputasi pada bagian tubuh itu.

3.3. Bahan beracun

Berbagai insiden yang disebabkan karena terlepasnya bahan kimia beracun yang terlepas di lingkungan dapat menyebabkan kerugian material hingga kematian. Oleh karenanya, industri kimia yang melibatkan bahan kimia berbahaya dan beracun harus memiliki kesadaran untuk melindungi pekerja dan masyarakat umum dengan menghindari terlepasnya bahan ini ke lingkungan. Berbagai bahan kimia berbahaya dan beracun banyak dipakai di bidang industri, sektor pertanian, penelitian, dan pertahanan keamanan, dimana beberapa diantaranya bersifat karsinogenik, teragenik, dan menyebabkan cedera dalam waktu lama. Oleh karenanya, sangat penting untuk mempersiapkan pengamanan untuk melindungi, meminimalis cedera bagi pekerja dan masyarakat umum akibat adanya aktivitas industri.

Selain itu pemahaman terkait dengan cara masuknya bahan kimia ke dalam tubuh manusia dan efek fisiologis perlu dikuasai dengan benar, meski

tindakan pencegahan adalah hal yang utama. Hampir semua bahan kimia bisa menimbulkan bahaya bagi kesehatan pada level (dosis) tertentu. Misalnya saja, oksigen yang kita hirup ini akan berbahaya jika terhirup pada kadar 100% tanpa pengenceran. Sedangkan nitrogen dan karbon monoksida juga berbahaya bagi paru-paru jika terdapat pada konsentrasi tinggi.

Konsentrasi maupun level toksisitas dari suatu bahan kimia bukanlah satu-satunya faktor keracunan bahan kimia, karena kemampuan tubuh menerima tingkat toksisitas berbeda-beda dengan konsentrasi yang bervariasi. Selain itu, faktor berpengaruh lainnya adalah lamanya seseorang terpapar bahan kimia, rute (bagaimana caranya bahan kimia masuk ke dalam tubuh), dan suhu. Cedera yang disebabkan bahan kimia bisa terjadi saat pertama kali terjadi kontak antara bahan kimia dan tubuh manusia, dimana akan terjadi kerusakan sistem organ secara sistemik. Sedangkan rute bagaimana bahan kimia masuk ke dalam tubuh manusia

bisa melalui kulit, saluran pernapasan, atau saluran pencernaan.

Bahan kimia berbahaya dan beracun bisa berwujud padat, cair, dan gas. Material padatan merupakan substansi radioaktif dan logam-logam seperti Pd, Cd, As, Cr, Al, dan sejenisnya. Pada fase cair antara lain dietil bromida, klorofluoro karbon (CFCs), trikloroetan atau triklorometana, sedangkan fase gas seperti klorin, karbon monoksida, hidrogen sianida, dan isosianat.

Bisakah dibayangkan, apa yang terjadi jika di suatu pabrik kimia terjadi kebocoran gas beracun seperti isosianat, etana, atau lainnya ? Akibat dari kejadian ini adalah meningkatnya kadar/konsentrasi bahan kimia beracun dan turunnya konsentrasi oksigen. Dampak yang terjadi adalah seseorang yang menghirupnya akan lemas atau menderita asfiksia karena kadar karbon dioksida dalam darah meningkat dan menurunkan konsentrasi oksigen (hipoksia). Pada kondisi ini, pekerja akan mengalami penurunan aktivitas

otak, tidak sadarkan diri, dan sesak nafas. Selanjutnya dapat menyebabkan kerusakan otak secara permanen, kelumpuhan, bahkan kematian.

Sebagai contoh misalnya sebagai akibat terpaparnya karbon monoksida pada konsentrasi 1-1,5 % mengakibatkan menurunnya kandungan oksigen di dalam darah sehingga mengakibatkan hipoksia. Bahan kimia seperti nitrat, nitrit, atau bahan pengoksidasi lain juga menyebabkan kondisi bahaya bagi manusia. Bahan kimia lain juga dapat menyebabkan iritasi dan luka serius pada tubuh. Bahan kimia seperti ammonia, akrolein, hidrazin, asam florida, asam fluorosilik, dan asbes dapat menyebabkan luka pada saluran pernapasan bagian atas. Sedangkan klorin, fluorin, ozon, asam nitrat, dan tetraoksida nitrogen dapat mempengaruhi alveoli (ujung dari saluran pernapasan, dimana kedua sisinya merupakan tempat pertukaran udara dengan darah).

Beberapa bahan kimia yang bersifat karsinogen seperti bitumen, minyak, senyawa aromatis, vinil

klorida, benzidin, serta piridin seharusnya disubstitusi dengan bahan yang tidak berbahaya dan memiliki fungsi sama. Asbes sebagai partikulat dapat menyebabkan kanker paru, usus, rektum dan perut. Oleh karenanya, OSHA telah melarang penggunaan bahan partikulat di lingkungan kerja.

Peralatan pelindung diri terhadap bahaya gas dan uap beracun sangat diperlukan di industri kimia yang melibatkan bahan kimia beracun berbahaya. Peralatan perlindungan pernafasan wajib diterapkan di semua aktivitas proses produksi. Dua tipe peralatan pelindung pernafasan adalah :

1. *Air purifier* (pembersih udara)

Udara yang terkontaminasi dimurnikan dengan cara kimiawi atau mekanis. Udara yang mengandung oksigen, partikulat, gas, dan uap pertama-tama akan melewati filter untuk menghilangkan partikel yang dikandungnya. Selanjutnya, udara masuk ke ruang reaksi yang terlebih dahulu diisi bahan kimia untuk

memurnikan udara. Contohnya, bahan seperti arang, *silica gel*, dan susu soda dipakai untuk menyerap uap organik dan zat asam seperti ammonia, karbon monoksida, dan karbon dioksida di udara.

2. Peralatan pernapasan

Peralatan portabel yang memasok oksigen untuk kebutuhan pernapasan disebut alat oksigen pernapasan. Ada banyak jenis peralatan yang tersedia tergantung pada komposisi kualitas udara yang bisa dihasilkan. Peralatan pernapasan itu mengandung udara (penyedia oksigen), helm (pelindung wajah), dan regulator gas.

Pakaian pelindung juga sangat penting disediakan di lokasi kerja yang melibatkan bahan kimia berbahaya dan beracun. Pakaian itu terbuat dari bahan yang tahan terhadap asam, basa, senyawa beracun, suhu tinggi bahkan api. Pada unit operasional, setiap wadah penyimpanan bahan kimia harus diberi label yang sesuai.

Bahan-bahan kimia itu dikategorikan ke dalam beberapa kelas yang berbeda. Perbedaan warna klasifikasi akan memberikan tanda sifat fisik dan kimia yang berpotensi bahaya pada bahan kimia.

3.4.Kebakaran dan Ledakan

Kebakaran dan ledakan merupakan risiko di kebanyakan industri kimia. Berbagai pemicu kebakaran berasal dari bahan bakar, oksidator, dan sumber-sumber penyalan. Berbagai jenis bahan bakar dan oksidator di industri bisa berwujud padat, cair, dan gas. Bahan bakar banyak dipakai sebagai pemanas boiler, pengoperasian mesin, dan pengelasan. Demikian juga bahan kimia sebagai bahan bakar banyak digunakan juga sebagai bahan pembersih atau pelarut.

Elemen berikutnya penyebab kebakaran adalah zat oksidator, dimana dengan adanya oksigen di udara akan memicu teroksidasinya bahan yang mudah teroksidasi. Kadangkala adanya bahan kimia juga dapat menyala sendiri karena berkontak dengan oksigen di

udara, contohnya fosfor putih yang bisa terbakar seketika saat berkontak dengan udara. Oksigen murni merupakan oksidator kuat, dimana suatu kebocoran kecil saja di tabung oksigen dapat menyebabkan kebakaran.

Selain itu, zat fluor juga termasuk oksidator kuat. Zat ini dapat bereaksi dengan uap air di udara dan terbakar dan sebagai pengencer digunakan nitrogen. Oksidator lain seperti klorin, komponen terhalogenasi, nitrat, nitrit, peroksida, dan asam. Dalam hal ini pada bahan-bahan oksidator harus ditangani sangat hati-hati dan menghindari kontak dengan bahan-bahan tersebut.

Sumber pengapian terdiri dari bahan-bahan yang dapat menginisiasi kebakaran karena gesekan. Reaksi dimulai ketika tercampurnya bahan bakar dengan oksidan. Sebagai hasil dari reaksi ini, panas berkembang dalam bentuk api atau cahaya yang menghasilkan api setelah reaksi dengan bahan bakar dan oksidator, sedangkan penyalanya bisa jadi sinar matahari, busur (anak panah), atau percikan listrik

Api memiliki efek yang luar biasa pada kehidupan manusia, lingkungan sekitarnya, dan bahkan pada lingkungan hidup. Api menghasilkan karbon monoksida, karbon dioksida, partikel karbon padat, dan asap. Panas dan suhu tinggi membuat api yang sangat berbahaya bagi pekerja di industri kimia. Pada kasus kebakaran, kematian dapat terjadi karena konsentrasi oksigen di udara menurun drastis. Oleh karenanya, pekerja harus lekas-lekas meninggalkan lokasi sebelum api membesar dan suhu melebihi 65°C. Pada setiap industri kimia, terdapat perangkat yang dipasang untuk mendeteksi segala jenis api, asap, jelaga atau panas, diantaranya adalah detector termokonduktif, detektor energi radiasi, detektor gas, atau detektor ionisasi. Di saat timbul api karena bahan bakar, selama tidak ada bahaya listrik di lokasi, maka air bisa digunakan untuk memadamkan api. Air sangat umum dan banyak tersedia di lokasi pabrik, murah, mudah digunakan dan efektif. Biasanya petugas pemadam kebakaran menggunakan air sungai untuk mengatasi kebakaran,

namun air tidak dianjurkan jika kebakaran akibat adanya logam natrium atau magnesium.

3.5.Suhu tinggi

Lingkungan kerja dengan suhu tinggi akan menyebabkan *heat stress*, yaitu salah satu bahaya fisik yang dapat terjadi di tempat kerja dengan operasi yang melibatkan suhu udara tinggi, radiasi sumber panas, tingkat kelembaban tinggi, adanya kontak langsung dengan benda panas, atau kegiatan fisik yang berat sehingga dapat menginduksi tekanan panas pada pekerja yang terlibat dalam kegiatan tersebut. Contoh tempat bekerja yang dapat menimbulkan *heat stress* adalah pekerjaan konstruksi, pertambangan, pabrik besi dan baja, pabrik keramik dan kaca, pabrik karet, pabrik kimia, dan pekerja dapur yang sehari-hari berurusan dengan api.

Heat stress terjadi sebagai akibat penumpukan panas tubuh yang dihasilkan oleh otot-otot ketika melakukan pekerjaan dalam lingkungan yang panas.

Ketika terjadi penumpukan panas dalam tubuh, pekerja menjadi lemah, konsentrasi menurun dan menjadi kurang waspada. Tubuh manusia memiliki mekanisme pertahanan alami dalam menerima informasi dari sel saraf dan diubah menjadi respon. Pengaruh atau respon tubuh terhadap *heat stress* adalah naiknya suhu tubuh, detak jantung berdenyut lebih kencang, dan berkeringat. Keluarnya keringat adalah respon utama tubuh untuk menghilangkan panas dari tubuh. Namun sayangnya, selama ini pekerja sering menggunakan pakaian kedap air yang dapat menghambat proses penghilangan panas dari kulit dan tubuh.

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan seseorang terkena *heat stress* dalam melakukan pekerjaan, seperti faktor kebugaran fisik, usia, tingkat obesitas, penggunaan alkohol dan obat-obatan, penyakit turunan, maupun faktor dari kapasitas pekerjaan. Oleh karena itu, sangat penting untuk menyediakan tenaga medis selama sistem operasi berjalan sebagai pelaksanaan tanggap darurat untuk

membantu, terutama bagi mereka yang memiliki toleransi yang rendah terhadap suhu yang panas.

Di sisi lain, OSHA tidak memiliki regulasi dalam hal *heat stress*. Namun jika merujuk pada The American Conference of Governmental Industrial Hygienist (1992) batas suhu bekerja normal adalah sampai 38°C (100,4 °F). Pada suhu lingkungan di atas 34 C, tubuh akan mendapat radiasi panas dari lingkungan. Sebaliknya, jika suhu lingkungan lebih rendah dari 37-38°C maka panas tubuh akan keluar melalui penguapan dan ekspirasi sehingga tubuh kehilangan panas.

Pada kondisi pekerja bekerja di lingkungan panas, maka penilaian beban kerja harus dibuat dalam kondisi suhu tinggi dan beban kerja yang berat. Kategori beban kerja ditentukan oleh rata-rata tingkat metabolisme untuk melakukan suatu kegiatan dengan urutan sebagai berikut.

- **Beban kerja ringan memerlukan 100 – 200 kkal/jam.**

- **Beban kerja sedang memerlukan >200 - 350 kkal/jam.**
- **Beban kerja berat memerlukan >350 - 500 kkal/jam.**

Beberapa contoh kegiatan dan beban kerja antara lain.

- Pekerjaan ringan menggunakan tangan: menulis, merajut.
- Pekerjaan tangan yang berat: mengetik.
- Pekerjaan berat dengan satu tangan: kegiatan menggunakan palu.
- Pekerjaan ringan dengan dua lengan: menyapu, menghaluskan kayu.
- Pekerjaan berat dengan tubuh: menggali tanah, menguliti pohon.

Dalam melakukan penilaian level *heat stress*, para praktisi menggunakan rumus *Wet-Bulb Globe Temperature* (WBGT), dimana efek tekanan panas

dipengaruhi oleh tingkat radiasi, sehingga dalam perhitungan ada dua jenis rumus, yaitu:

Rumus untuk *outdoor*, yaitu dengan memperhitungkan radiasi sinar matahari.

Pada umumnya pengukuran dilakukan diluar gedung.

$$\text{WGBT} = 0,7 \text{ SBA} + 0,2 \text{ SG} + 0,1 \text{ SK}$$

Rumus untuk *indoor*, dengan pengukuran di dalam gedung.

$$\text{WGBT} = 0,7 \text{ SBA} + 0,3 \text{ SG}$$

Keterangan:

WGBT = Indeks *Wet-Bulb Globe Temperature*, dalam °C

SBA = Suhu Basa Alami, dalam °C

SG = Suhu Globe/Bola, dalam °C

SK = Suhu Kering, dalam °C

Ketika pekerja mengalami *heat stress*, maka akan berpotensi mengalami gangguan fungsi tubuh atau

metabolism sehingga berakibat pada masalah kesehatan. Beberapa dampak yang disebabkan karena bekerja pada suhu tinggi antara lain.

Heat stroke, terjadi pada saat pengaturan sistem suhu terganggu yaitu ketika suhu tubuh meningkat dan mencapai level kritis. Pada kondisi ini pekerja bisa mengalami koma hingga kematian. Gejala *heat stroke* antara lain detak jantung cepat, kehilangan kesadaran, naiknya suhu tubuh hingga 41°C, kulit kering dan panas. Adanya lingkungan kerja dan beban kerja yang menyebabkan beban panas pekerja memicu *heat stroke* ditunjang dengan variabel lainnya yang sulit diprediksi.

Heat cramps, biasanya disebabkan karena bekerja fisik sangat berat di lingkungan panas dan tubuh akan mengalami kejang-kejang serta mengeluarkan keringat. Kram juga bisa terjadi karena tubuh kekurangan cairan (air). Keringat manusia merupakan cairan hipotonik yang mengandung larutan 0,3% NaCl dan akan menyebabkan kelebihan garam jika cairan tubuh yang

hilang tidak diganti. Oleh karenanya, ketika pekerja bekerja di lingkungan yang panas, maka diusahakan harus sering minum air setiap 15-20 menit sekali. Hal ini disebabkan karena dengan bekerja selama 6-8 jam menggunakan alat berat di suhu ekstrem dipastikan tubuh mengalami kekurangan cairan. Selain itu pekerja harus membekali diri dengan minum cairan elektrolit yang banyak beredar di pasaran.

Heat collapse, yang disebabkan karena otak kekurangan oksigen sehingga menyebabkan pembekuan darah secara ekstrem (darah tidak bisa mengalir normal). Dampaknya tubuh bisa kehilangan kesadaran dengan tingkat risiko yang bisa terjadi sangat cepat dan sulit diprediksi. Untuk menghindari agar tidak terjadi heat collapse, maka pekerja harus membiasakan diri secara bertahap untuk bekerja di lingkungan yang panas.

Heat rashes, bisa setiap saat terjadi ketika bekerja di lingkungan panas, yaitu timbulnya ruam-ruam merah

pada tubuh. Ketika tubuh berkeringat sangat banyak, maka ruam-ruam ini dapat menimbulkan sensasi tusukan yang sangat tajam ditambah lagi dengan kondisi pakaian pekerja yang sulit mengeluarkan keringat. Pada kebanyakan kasus, *heat rashes* bisa berkurang apabila pekerja kembali bekerja pada lingkungan yang dingin.

Pengendalian paparan *heat stress* secara umum dibagi menjadi tiga, yaitu:

a. Pengendalian secara teknik

Pengendalian lingkungan kerja panas secara teknik dapat dilakukan dengan pengadaan ventilasi umum untuk menyebarkan panas secara radiasi, konduksi dan konveksi ke seluruh ruang kerja sehingga dapat mengalir keluar dimana suhu udaranya akan menjadi lebih rendah. Namun faktanya, panas terjadi secara terus menerus dan kontinyu, sehingga pengadaan ventilasi umum dirasakan kurang. Pada umumnya, perusahaan memasang fan untuk keperluan pengaliran udara, namun sebenarnya pemasangan *fan* dengan radiasi

panas yang tinggi dapat membahayakan kesehatan para pekerja. Hal ini dikarenakan radiasi panas dari sumber panas akan langsung menuju pekerja yang dapat membahayakan kesehatan. Sebaiknya perusahaan menyediakan *exhaust fan*, dimana panas dari lingkungan kerja ditarik keluar ke lingkungan dengan suhu yang lebih rendah. Pengendalian secara teknik yang perlu dilakukan adalah penambahan ventilasi di bagian-bagian yang tersebar di ruangan, memperlebar ventilasi, penggunaan sekat terutama untuk mengurangi panas sebagai akibat dari paparan radiasi, pemasangan *exhaust fan* serta pemasangan *dust collector* untuk mengurangi sirkulasi panas di tempat.

b. Pengendalian secara administratif

Lingkungan kerja yang panas membutuhkan tenaga kerja yang fit, status kesehatan baik dan status gizi baik. Berdasar data yang didapat, bahwa tenaga kerja yang bekerja tidak diperiksa

kesehatannya saat baru masuk kerja. Sebaiknya pemeriksaan kesehatan awal diberikan terhadap tenaga kerja yang baru masuk agar tenaga kerja sesuai dengan pekerjaannya (*the right man on the right job*). Pengendalian secara administratif yang perlu dilakukan adalah pemeriksaan kesehatan berkala, poliklinik dibuka selama 7(tujuh) hari/minggu, dokter perusahaan hadir paruh waktu (sebagai contoh 3 hari dalam 1 minggu), paramedis hadir penuh waktu, tenaga kerja ikut menjadi peserta Jamsostek, jam kerja selama 8 jam/hari atau 40 jam/minggu, jam istirahat selama 1 jam/hari, tenaga kerja mendapat makan dan minum berkaitan dengan tempat kerja yang panas, perusahaan memiliki ruang makan untuk tenaga kerja, terdapat kamar mandi yang layak.

c. Pengadaan alat pelindung diri

Pengadaan alat pelindung diri dirasakan masih kurang diperhatikan oleh banyak perusahaan. Helm, masker penutup hidung dan mulut

sebaiknya diberi setiap hari. Masker yang terbuat dari kain serap akan cepat lusuh dan rusak bila dipakai seharian apalagi perusahaan tersebut menghasilkan debu. Demikian pula dengan sepatu dan pakaian kerja. Khususnya sepatu kerja, sebaiknya diberikan untuk para pekerja yang melakukan kegiatan berat seperti peleburan metal. Pemberian alat pelindung diri hendaknya diberi konsisten dan konsekuen agar tenaga kerja terhindar dari bahaya di tempat kerja. Tekanan panas yang berlebihan di lingkungan kerja akan menjadi beban tambahan yang harus diperhatikan dan diperhitungkan, makin tinggi panas lingkungan akan semakin besar pula pengaruhnya terhadap suhu tubuh atau sebaliknya. Hal tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan apabila tidak dilakukan upaya pencegahan dan pengendalian terhadap lingkungan kerja dan para pekerjanya.

3.6. Terjatuh dan benda jatuh

Sebagian besar insiden yang terjadi di sebuah pabrik industri yang terjatuh dan kejatuhan benda. Data menunjukkan bahwa cedera non fatal dan penyakit akibat terjatuh maupun kejatuhan benda memiliki peluang kejadian 60% dari keseluruhan kecelakaan yang terjadi. Karena prosetansenya cukup besar, maka perusahaan membuat langkah perbaikan melalui penyediaan jarring keselamatan dan helm bagi pekerja, terutama untuk pekerja di bidang konstruksi, pembersihan cerobong asap, dan bekerja di ketinggian. Cedera paling serius yang bisa terjadi adalah patah tulang baik kepala, lengan, kaki, dan dada. Respon tubuh manusia dalam hal ini sangat tergantung dari kecepatan benturan, besarnya perlambatan, dan orientasi tubuh pada dampak. Sebagai ilustrasi, aktivitas terjun bebas dari ketinggian 11 ft menyebabkan tubuh memiliki kecepatan 18 mil/jam dan itu sangat cukup untuk membunuh seseorang. Selama kegiatan pembangunan dan pemeliharaan jembatan atau

struktur tinggi, banyak pekerja industri terjatuh dengan resiko cedera tulang belakang, pendarahan paru-paru, syok, hingga sampai kematian. Oleh karenanya, perlu disediakan pengaman yang layak berupa tali, jaring pengaman, tangga, atau parasut. Selain itu, pekerja yang dipersiapkan untuk bekerja di ketinggian harus menjalani pemeriksaan rutin sebelum bekerja untuk mengetahui level kesehatan dan ketahanan tubuh jika terjadi vertigo (pusing atau keadaan pikiran tidak fokus/bingun/disorientasi). Oleh karenanya, pekerja untuk tugas-tugas bekerja pada ketinggian memerlukan latihan khusus dengan mempertimbangkan keadaan psikologis dan fisiologis.

Untuk lingkungan kerja yang melibatkan peralatan berat dengan penempatan di bagian atas, juga perlu mendapat perhatian. Penyimpanan harus menjamin keamanan pekerja terutama yang lewat di area itu karena kemungkinan kejatuhan benda dapat menyebabkan cedera serius pula. Misalnya penempatan tabung gas, alat las, gerinda, perkakas logam, alat

semprot dan peralatan gelas. Peralatan disimpan dalam kondisi aman dan tidak mudah jatuh.

3.7. Ruang Terbatas

Bahaya yang berkaitan dengan bekerja di ruang terbatas bukanlah hal baru. Sejak penemuan tambang, banyak korban jiwa telah dilaporkan meninggal karena sesak napas, keracunan gas, atau akibat terakumulasinya ledakan gas di bawah tanah. Beberapa contoh pekerjaan di ruang terbatas adalah pekerjaan pada saluran limbah atau pembuangan, pembersihan saluran inspeksi, dan kemungkinan terjadinya paparan bahan kimia (toksisitas) sebagai konsekuensi bekerja di ruang terbatas. Selain itu di industri kimia, bekerja di dalam tangki juga bisa dianggap bekerja di ruang terbatas. Misalnya pekerja yang bekerja di silo (tangki penyimpanan), evaporator, boiler, atau reaktor. Resiko bisa terjadi karena pekerja tidak dibekali dengan sumber-sumber bahaya pada lingkungan kerjanya yang terbatas. Pekerja harus dibekali dengan kemampuan

dalam penanganan keadaan lingkungan seperti adanya lumpur kimiawi, gas yang mudah terbakar, uap beracun, rendahnya konsentrasi oksigen, tingginya kadar monoksida atau karbon dioksida ketika bekerja di ruang terbatas. Perlu ditetapkan level aman bagi pekerja untuk menangani kondisi tersebut termasuk otoritas siapa saja yang harus menjalankannya, karena setiap kondisi lingkungan bekerja yang tidak dikenali sangat berbahaya dan bisa berdampak pada kematian, cacat, cedera fisik lain atau penyakit berbahaya lainnya. Pekerja harus betul-betul menguasai bagaimana penanganan resiko akibat bahaya fisik, kelistrikan, mekanik, kimia, radiasi, biologi, struktur bangunan, atau suhu ekstrem. Lingkungan dengan ruang terbatas dapat menyebabkan gangguan pada sistem pernapasan sehingga menimbulkan efek seperti tercekik sehingga terjadi penyempitan saluran napas.

Jika diklasifikasikan, ada tiga jenis ruang terbatas berkaitan dengan kondisi lingkungan kerja, antara lain.

- a. Kelas A: Pada kelas ini memiliki level bahaya yang tinggi dengan kondisi oksigen sekitar 16%, gas yang mudah terbakar 25%, dan tingkat toksisitas 20%.
- b. Kelas B : termasuk berbahaya namun tidak segera mengancam jiwa, dengan kadar oksigen 16-19,4% atau 21,5-25%, gas-gas atau bahan mudah terbakar sekitar 10-19% dan tingkat toksisitasnya lebih tinggi dari level kontaminan.
- c. Kelas C: berpotensi bahaya dengan kadar oksigen 19,5-21,4%, gas mudah terbakar kurang dari 10% dan toksisitas yang lebih rendah dari level kontaminan.

Bahaya fisik yang disebabkan karena faktor mekanik, listrik, terperosok, kebisingan, pengadukan, atau pemompaan juga menyebabkan cedera pekerja di ruang terbatas. Terlepasnya bahan kimia di ruangan terbatas akan mengancam hidup pekerja. Risiko ruang terbatas juga termasuk ventilasi yang tidak memadai

(pencahayaannya), kebisingan berlebih, adanya kandungan bahan kimia, aliran limbah, atau mikroorganisme menular (karena bekerja di ruang tertutup). Oleh karenanya, perlu suatu program menyeluruh untuk mengevaluasi bekerja di ruangan terbatas, seperti: melakukan identifikasi dan evaluasi terhadap bahaya di semua area kerja di ruang terbatas, menyediakan tanda-tanda peringatan yang diperlukan, melakukan analisis keselamatan kerja yang meliputi personil bertugas, komunikasi antar pekerja, prosedur keselamatan, prosedur kerja yang diterapkan, pengujian dan pemantauan kualitas udara, pengujian level toksisitas, pengujian bahan kimia mudah terbakar, analisis tekanan udara, dan kemungkinan kontaminasi. Untuk itu pekerjaan di ruang terbatas harus dilengkapi dengan alat pelindung mata, telinga, tangan, kaki, tubuh, dada, dan pernapasan. Selain itu juga mempersiapkan isolasi, tabung oksigen, peralatan sedot, dan lainnya. Namun bagian terpenting juga adalah mempersiapkan sebaik mungkin keahlian dari personil atau pekerja serta

penyediaan tanggap darurat yang mampu cepat merespon apabila terjadi insiden. Perusahaan harus melakukan pelatihan rutin dan pengecekan secara berkala dan segera ditangani jika ada temuan yang menyimpang.

3.8.Radiasi

Sejak penemuan radioaktivitas, beberapa elemen radioaktif digolongkan sebagai bahan berbahaya, meski bahan tersebut ditujukan untuk maksud yang bermanfaat. Energi yang dipancarkan oleh bahan radioaktif berupa partikel atau gelombang elektromagnetik, sebagai contoh, energi yang dipancarkan oleh matahari mencapai bumi selama perjalanan memancarkan gelombang elektromagnetik dan partikel. Cahaya terdiri dari spektrum panjang gelombang yang terdiri dari sinar kosmik energi tinggi, sinar ultraviolet, cahaya tampak dan energi yang rendah, sinar inframerah, gelombang mikro dan gelombang radio. Unsur-unsur radioaktif terdiri dari

partikel alpha (inti helium), partikel beta (positron), neutron, dan sinar gamma. Sinar-X juga dipancarkan oleh unsur-unsur saat elektron berenergi tinggi menyerang logam. Sinar beta memiliki energy lebih sedikit dari sinar gamma. Sedangkan alpha, beta, dan X-ray menimbulkan ion-ion radiasi. Seperti diketahui bahwa adanya radiasi ionik dari komponen selular jika terpapar pada tubuh secara terus-menerus bisa menimbulkan perubahan fungsional organ dan jaringan tubuh dimana kerusakan sel yang ditimbulkan bersifat *irreversible* (tidak dapat balik). Radiasi memiliki batas bahaya tertentu dalam menyebabkan kerusakan sel, namun mereka juga digunakan untuk tujuan diagnostik bagi kesehatan manusia serta pengobatan sel kanker. Bahan radioaktif tidak mengalami penurunan potensinya hingga sampai dikonsumsi oleh manusia selama proses perjalanan dari sumbernya. Sebagai contoh radioaktif yang jatuh ke bumi dan mengenai rumput, dimana rumput selanjutnya dikonsumsi ternak, maka jika manusia mengkonsumsi ternak tersebut

secara otomatis akan berdampak juga. Zat radiaktif itu akan menyebabkan cedera jaringan tubuh hingga terjadi kerusakan jaringan dan dipengaruhi oleh jenis radiasi serta jaraknya. Tingkatan energi radiasi terhadap dengan penurunan bahaya sesuai urutan sinar kosmis, gamma, sinar X-ray > partikel beta > partikel alpha.

3.9. Kebisingan dan getaran

Getaran, suara, dan suara adalah contoh lain bahaya di industri dimana cedera umum yang banyak terjadi adalah gangguan pendengaran. Adanya getaran mesin, suara putaran pompa berkecepatan tinggi, generator, boiler, dan *conveyor* akan menghasilkan kebisingan suara yang tidak diinginkan sehingga dapat menimbulkan efek, yaitu menurunnya sensitivitas pendengaran, kerusakan gendang telinga, hingga gangguan mental pekerja. Manusia normal mampu mendengar pada batas frekuensi antara 20-20.000 Hz. Dengan demikian, seseorang dikatakan mengalami

penurunan pendengaran jika kemampuan mendengar kurang dari frekuensi itu.

Pengaruh tingkat kebisingan yang melebihi standar OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) menempatkan ratusan ribu pekerja berada pada tingkat risiko yang tinggi, seperti penurunan kondisi badan, dan tekanan darah tinggi. Para pekerja di beberapa bidang industri seperti industri konstruksi, pertambangan minyak serta pengeboran sumur dan gas tidak sepenuhnya dicakup oleh standar OSHA saat ini dan tidak memiliki perlindungan yang memadai sesuai dengan konservasi pendengaran. Gangguan pendengaran akibat kebisingan di bidang industri menjadi salah satu masalah keselamatan kerja yang paling terkemuka di negara Amerika Serikat.

Menurut Biro Sensus dan Statistik Penduduk Amerika Serikat, terdapat lebih dari 7,2 juta pekerja yang bekerja di industri konstruksi (6% dari semua bidang pekerjaan). *The National Institute for Occupational Safety and Health's* (NIOSH) dan *National*

Occupational Exposure Survey (NOES) memperkirakan bahwa 421.000 pekerja terpapar tingkat kebisingan lebih dari 85 dB. NIOSH memperkirakan bahwa sebanyak 15% dari pekerja yang terpapar tingkat kebisingan pada level 85 dB atau lebih akan mempengaruhi kemampuan para pekerja.

Tingkat paparan yang didapatkan para pekerja setiap harinya tergantung pada sifat dan durasi pekerjaan. Misalnya, pada kegiatan menggergaji ternyata mengeluarkan tingkat kebisingan hingga 125 dB, operasi alat berat sebesar 95-110 dB dan mesin kompresor sebesar 100 dB. Paparan bising sebesar 115 dB diijinkan maksimal 15 menit dalam 8 jam kerja. Sedangkan paparan tingkat kebisingan di atas 115 dB sudah sangat tidak dianjurkan. Pengukuran tradisional dengan menggunakan dosimetri mungkin sudah tidak dianjurkan lagi, karena alat tersebut hanya dapat mengukur pengaruh tingkat kebisingan dalam jangka pendek. Sedangkan paparan kebisingan bisa sangat

berbahaya apabila para pekerja terkena dalam waktu jangka panjang dan terjadi secara rutin.

Berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh OSHA, kontrol administratif dan pengendalian kontrol harus dilaksanakan setiap kali para pekerja terkena paparan bising sebesar 90 dB dalam 8 jam waktu kerja. Selain itu, program konservasi pendengaran yang efektif (termasuk persyaratan khusus untuk pemantauan paparan kebisingan, pengujian audiometri, evaluasi audiogram, tindakan perlindungan bagi pekerja dengan ambang pergeseran standar yang tinggi, pelatihan dan pendidikan, serta pencatatan) harus tersedia disaat karyawan terkena paparan melebihi 85 dB– 90 dB dalam 8 jam waktu kerja. Namun sayangnya, standar di bidang industri saat ini kurang memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan konservasi pendengaran yang sebenarnya sangat efektif bagi para pekerja.

Perlindungan pekerja pada kasus pendengaran merupakan rangkaian kegiatan sistematis, yang bertujuan untuk mencegah gangguan pendengaran

pada pekerja dengan tingkat kebisingan tinggi dalam lingkungan industri. Nilai ambang batas (NAB) yang diperkenankan secara Internasional oleh *Occupational Safety Health Association* (OSHA) adalah 85 dB untuk selama 8 jam perhari atau 40 jam perminggu. Elemen konservasi pendengaran antara evaluasi audiometri, alat pelindung telinga, komunikasi, edukasi dan informasi serta pencatatan, pelaporan dan evaluasi.

Pemeriksaan audiometri pada program pencegahan gangguan pendengaran akibat bising, sebaiknya mengikuti peraturan yang telah ditetapkan, antara lain dilakukan kalibrasi alat, kalibrasi *sound proof room*, persiapan pekerja yang diperiksa, serta pemeriksa yang terlatih. Audiometri adalah pemeriksaan pendengaran, menggunakan audiometer nada murni karena mudah diukur, mudah diterangkan dan mudah dikontrol. Dalam pemeriksaan ini, penting diketahui besaran apakah yang ditunjukkan oleh frekuensi dan intensitas. Pada tes audiometri tinggi rendahnya nada suatu bunyi disebut frekuensi dalam hertz (Hz),

sedangkan keras lemahnya suatu bunyi disebut intensitas deciBell (dB). Terdapat tiga syarat untuk keabsahan pemeriksaan audiometri yaitu alat audiometer yang baik, lingkungan pemeriksaan yang tenang dan diperlukan keterampilan pemeriksa yang cukup handal. Gambar 3.1. menunjukkan bagaimana kondisi ruang pengujian untuk mengetahui level pendengaran pekerja



Gambar 3.1. Ruang pengujian untuk mengetahui level pendengaran pekerja
Sumber : Reese, C.D, 2009

Syarat pemeriksaan audiometri meliputi : 1). orang yang diperiksa harus bersikap kooperatif, tidak sakit, mengerti instruksi, dapat mendengarkan bunyi di telinga, sebaiknya bebas suara bising sebelumnya minimal 12-14 jam; 2). pemeriksa menguasai cara penggunaan peralatan (tersertifikasi) pada posisi audiometer terkalibrasi serta mampu menjamin keabsahan hasil audiometri; dan 3). kedekatan suara ruangan pengujian maksimal 40 dB.

Untuk memperoleh hasil akurat untuk informasi klinik yang berguna, pemeriksa harus memiliki cukup pengetahuan yang memadai. Pada prosedur pemeriksaan audiometri, pemeriksa harus dapat memberikan instruksi dengan jelas dan mudah dimengerti, misalnya dengan menganjurkan mengangkat tangan/telunjuk bila mendengar bunyi nada atau mengatakan ada/tidak ada bunyi, atau dengan menekan tombol. *Headphone* dipasang pada orang yang akan diperiksa dengan benar, tepat dan nyaman. Pasien duduk di kursi, menghadap 30° dari

pemeriksa sehingga pasien tidak dapat melihat pemeriksanya. Pemberian sinyal dilakukan selama 1-2 detik. Pemeriksa harus mengerti gambaran audiogram dan simbol-simbolnya, informasi yang terdapat dalam audiogram, memahami jenis-jenis ketulian, memahami *bone conduction* untuk menentukan jenis ketulian, serta mengerti prosedur rujukan dan peran teknisi audiometrik. Untuk mencapai keberhasilan program konservasi pendengaran, diperlukan pengetahuan tentang berbagai hal seluk-beluk pemeriksaan audiometri, kemampuan dan ketrampilan pelaksana pemeriksaan audiometri, kondisi audiometer dan penilaian audiogram. Petugas pelaksana audiometri seharusnya mendapat pelatihan yang memadai dan bersertifikat. Sebaiknya dilakukan pengamatan kepada pelaksana pemeriksaan audiometri. Hasil audiogram dicatat dan ditindak lanjuti, apabila terdapat perubahan ambang pendengaran harus segera dicari penyebabnya.

3.10. Vibrasi

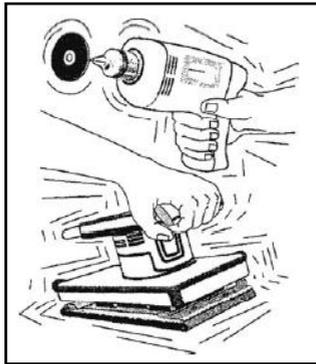
Penggunaan peralatan bergetar pada frekuensi antara 40 Hz–90 Hz dapat menyebabkan kerusakan pada sistem peredaran darah dan saraf. Salah satu gangguan trauma kumulatif paling umum yang terjadi akibat getaran adalah *sindrom Raynaud*. Gejala dari trauma tersebut adalah mati rasa dan kesemutan pada jari-jari tangan, kulit berubah menjadi pucat dan dingin serta hilangnya kontrol pada jari dan tangan. *Sindrom Raynaud* disebabkan oleh penggunaan alat-alat tangan bergetar seperti bor, palu yang bergetar dan mesin penggiling.

Gangguan kesehatan yang disebabkan oleh peralatan yang bergetar dapat dikurangi dengan cara:

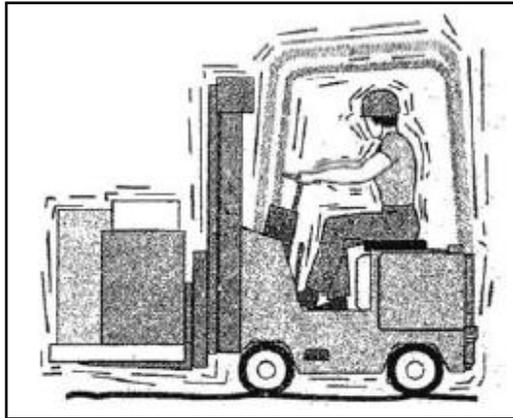
- Menggunakan sarung tangan peredam getaran;
- Membeli peralatan dengan tingkat getaran yang rendah;
- Memasang bahan anti-getaran pada bagian gagang alat yang memiliki tingkat getaran tinggi;
- Mengubah prosedur kerja jika memungkinkan untuk diterapkan; dan

- Menerapkan suatu sistem kerja *shift* sehingga memungkinkan alat digunakan secara bergantian.

Dua gambar berikut ini mengilustrasikan peralatan yang memiliki tingkat getaran tinggi serta pekerja yang mengalami getaran di bagian tubuhnya. Pekerja yang mengalami getaran selama bekerja akan berdampak pada kesehatan seperti menurunnya fungsi tulang belakang, masalah pernapasan, mabuk, sakit di bagian perut dan dada, sakit punggung, munculnya masalah persendian, ketegangan otot dan bisa juga berakibat bermasalah saat bicara.



Gambar3.2. Peralatan kerja yang menimbulkan getaran
Sumber : Reese, C.D. 2009



Gambar 3.3. Pekerja mengalami getaran di seluruh tubuh saat bekerja

Sumber : Reese,C.D. 2009

3.11. Tekanan psikis

Tekanan psikis dalam dunia kerja sering diistilahkan dengan stres. Semua orang pernah mengalami apa yang disebut sebagai stres atau depresi karena masalah pekerjaan dan tidak ada satupun kondisi kerja yang memberikan kenyamanan benar-benar kepada kita. Sebenarnya, tekanan psikis atau stres diperlukan juga dalam bekerja, mengapa ?. Coba bayangkan jika pekerjaan yang kita hadapi hanya itu-itu

saja tanpa ada sedikit pun menimbulkan tekanan psikis. Maka yang terjadi adalah kebosanan dan berakibat pada menurunnya produktivitas kerja. Tekanan psikis diperlukan dan tetap harus bisa dikelola dengan baik, seperti pada teori manajemen stres, karena dengan adanya tekanan itu akan membuat pikiran kita tetap waspada dan melatih diri untuk bisa bertahan dalam keadaan yang sulit. Melalui manajemen stres yang baik, tekanan psikis memberikan pengaruh kepada dorongan untuk lebih baik. Namun sayangnya, sebagian besar dari kita tidak mengetahui seberapa jumlah stres yang baik dan buruk, karena daya tahan masing-masing individu dalam menghadapi stres berbeda satu sama lain. Sebagian orang memang bisa berhasil melakukan manajemen stres sehingga tekanan yang dialami diubah menjadi energi positif berupa keinginan belajar lebih baik, kecenderungan untuk meningkatkan produktivitas, belajar mengendalikan diri sampai dicapainya suatu prestasi tertentu. Namun selain itu sebagian orang justru memiliki reaksi buruk terhadap sejumlah stres

yang dihadapi. Kebalikan dari lainnya, mereka yang tidak berusaha mengendalikan stres melalui manajemen stres akan mengubah diri menjadi lebih buruk lagi.

Di tempat kerja, beberapa faktor yang bisa menyebabkan stres muncul kepada para pekerja. Contohnya adalah kurangnya kontrol pada pekerjaan, tidak bisa beradaptasi dengan lingkungan sosial dengan baik, atau beban pekerjaan yang terlalu tinggi. Tekanan pekerjaan dengan tingkat tanggung jawab yang tinggi dipandang sebagai penyebab stres oleh banyak pekerja. Selain itu, faktor yang tidak kalah penting sebagai pemicu stres adalah kondisi lingkungan, misalnya tingkat kebisingan tinggi, bekerja pada suhu ekstrem, bekerja dengan tingkat pencahayaan rendah, lingkungan kerja kotor dan bau, atau bekerja dengan peralatan yang mengandung risiko tinggi.

Banyak pekerja saat ini sering mengeluh dan mengajukan izin kerja terkait dengan tingkatan stres yang mereka hadapi. Perusahaan tentunya harus memastikan bahwa hal-hal tersebut bisa diantisipasi

dengan baik. Keluhan stres dari para pekerja sebaiknya tidak dianggap remeh, karena hal tersebut bisa berdampak buruk bagi kelangsungan perusahaan di masa mendatang.

Referensi :

1. Ali, M.H., Bassam M.El.A., and James G.S. 2005. Handbook of Industrial Chemistry. McGraw-Hill Comp
2. Reese, C.D. 2009. Industrial Safety and Health for Infrastructure Service. CRC Press, New York.

Ruang Diskusi :

- a. Sebutkan jenis-jenis potensi hazard yang ada di industri kimia
- b. Berdasarkan dari jenis-jenis potensi hazard pada soal nomor 1 di atas berikan penjelasan dampak jika *hazard* mengenai pekerja dan lingkungan.

- c. Berdasarkan soal nomor 2 di atas, berikan penjelasan bagaimana cara mengurangi risiko dari beberapa potensi *hazard* yang ada.

BAB IV. KLASIFIKASI BAHAN KIMIA

Target Pemahaman :

- Karakteristik bahan kimia;
- Penggolongan penggunaan bahan kimia;
- Bagaimana sifat toksik atau racun dari bahan kimia serta dampak yang ditimbulkan;
- Penggolongan bahan kimia bersifat korosif; dan
- Penggolongan bahan kimia yang bersifat karsinogen.

Bahan kimia dapat dimanfaatkan sebagai reaktan, pelarut, katalis, inhibitor, bahan baku, produk jadi, produk sampingan, kontaminan, maupun bahan produk tengahan lain. Bahan ini bervariasi dari murni, zat tunggal hingga formulasi yang kompleks. Paparan bahan kimia dapat melibatkan zat padat, cairan, atau materi yang ada di udara sebagai kabut, aerosol, debu, asap (yaitu partikulat berukuran μm), uap atau gas dalam kombinasi apa pun. Banyak situasi, seperti paparan

asap pengelasan atau produk pembakaran dari bahan bakar fosil, melibatkan campuran baik dalam bentuk kimia fisik, sehingga kuantifikasi paparan menjadi sulit.

Paparan terhadap bahan kimia tertentu dalam konsentrasi yang relatif rendah selama periode tertentu juga dapat menyebabkan efek kronis. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, efeknya bisa akut. Beberapa bahan kimia menghasilkan kerusakan dimulai saat terjadi kontak dengan tubuh sampai masuk ke dalam tubuh. Beberapa bahan lain menghasilkan efek sistemik, yaitu ketika bahan itu masuk ke dalam tubuh ke berbagai organ terlebih dahulu sebelum menyebabkan efek buruk.

Kapasitas suatu zat yang toksik dapat menyebabkan keracunan dalam tubuh. Bahan kimia industri seringkali masuk dalam tubuh melalui inhalasi maupun absorpsi. Bahan kimia berbentuk gas, uap, partikel kecil, debu, asap dan aerosol dapat terhirup dan dapat mempengaruhi kulit, mata, serta

selaput lendir. Dalam berbagai kasus, jarang ditemukan adanya bahan kimia yang tertelan langsung. Meskipun demikian, kontak dari tangan ke mulut ataupun kejadian yang tidak disengaja dapat menyebabkan masuknya bahan kimia ke dalam tubuh sebagai akibat sifat permeabilitasnya suatu zat. Berbagai jenis senyawa kimia digolongkan berdasarkan sifatnya.

4.1. Iritan

Iritan primer dengan sifat iritasinya dapat menyebabkan peradangan. Peradangan adalah salah satu mekanisme pertahanan tubuh, yaitu merupakan reaksi dari jaringan untuk merusak atau membunuh jaringan dan ditandai oleh penyempitan pembuluh kecil di daerah yang terkena, pelebaran pembuluh darah, peningkatan permeabilitas dinding pembuluh darah, serta migrasi darah putih sebagai pertahanan terhadap masuknya bahan kimia berbahaya ke dalam tubuh. Adanya reaksi tubuh ini

sebenarnya bertujuan untuk memekatkan air dan protein di area yang terkena dampak sehingga akan melemahkan efek dan membersihkan bahan kimia (proses pengeluaran). Selanjutnya adalah percepatan produksi sel-sel baru dan penghilangan bahan-bahan kontaminan. Berikut ini adalah klasifikasi bahan kimia serta bagian tubuh yang terpapar.

Tabel 4.1. Klasifikasi bahan kimia disertai bagian tubuh yang terpapar

Klasifikasi	Bagian Tubuh Terpapar	Contoh
Iritasi Mengakibatkan efek korosi Konsentrasi lebih penting dari lama paparan Respon manusia dan hewan sama	Mata, saluran pernapasan, bagian tubuh lainnya	Gas sulfur dioksida, gas amoniak, berbagai jenis asam
(a) Primer	Pernapasan atas	Akrolein, sulfur dioksida, asam klorida, asam kromat, formaldehid
	Pernapasan atas dan bawah	Fluorin, klorin, bromin, ozon, sianogen klorida
	Pernapasan bawah	Fosgen, nitrogen dioksida, arsenik triklorida

	Kulit	Asam anorganik (kromat, nitrat), asam organik (asetat, butirat), alkali anorganik (natrium hidroksida, natrium karbonat), basa organik (amina), pelarut organik
		Deterjen, garam (nikel sulfat, seng klorida), asam, alkali, kromat
(b) Sekunder atau alergen	Sensitif kulit	Epoksi-resin, klor-2-4-dinitrobenzena, p-fenildiamina
	Sensitif pernafasan	Isosianat, enzim proteolitik, garam kompleks platina, sianurik klorida
Asfiksia Berefek pada interferensi oksidasi jaringan	Anoksia sederhana karena kekurangan oksigen	Karbon dioksida, metana, hidrogen, nitrogen, helium
	Anoksia beracun karena kerusakan penyaluran oksigen dalam tubuh	Karbon monoksida, sianogen, asam sianida, nitrit, arsen, anilin, dimetilamin, toluidin, nitrobenzena, asam sulfida
Anestesi dan Narkotika Berperan sebagai depresan pada sistem saraf pusat	Otak, sistem saraf	Asetilena, olefin, eter, parafin, keton alifatik, alkohol alifatik, ester
Racun sistemik Mengakibatkan cedera pada selain sisi yang terkena kontak	Organ penghasil darah	Hidrokarbon terhalogenasi, logam, benzena, fenol
	Sistem saraf	Karbon bisulfida, metanol, n-heksana, metil n-butyl keton, senyawa organofosfor, senyawa timbal tetra alkil
		Senyawa anorganik beracun: timbal, mangan, kadmium,

		antimon, berilium, merkuri, arsen, fosfor, selenium, sulfur
Fibrogen pernafasan	Saluran pernafasan	Debu fibrogenik: silika kristal bebas, asbestos
Karsinogen Agen penghasil kanker	Kulit	Arsen, debu antrasen, kabut minyak mineral
	Pernapasan	Asbestos, hidrokarbon aromatik polisiklik, bijih nikel, arsen
	Kandung kemih	Benzidin, 4-aminodifenilamina
	Hati	Monomer vinil klorida
	Rongga hidung	Bijih nikel
	Sumsum tulang	Benzena
Inert	Saluran pernafasan, mata, paru-paru	Gas: argon, metana, hidrogen, nitrogen, helium
		Partikulat: semen, kalsium karbonat

Sistem pernafasan adalah organ yang menjadi target utama untuk bahan kimia berupa uap, gas atau kabut. Bahan kimia yang mudah larut, misalnya klorin atau fosgen, menyerang saluran pernafasan bagian atas. Sedangkan gas yang kurang larut, misalnya oksida nitrogen dapat menyebabkan edema paru. Sulfur dioksida sangat larut dalam air dan cenderung terserap di saluran udara di atas laring. Dengan adanya pengaruh katalis partikulat dan sinar matahari, terjadi proses konversi dari sulfur dioksida

ke sulfur trioksida sehingga respon iritasi menjadi lebih parah lagi. Ilustrasi dampak sulfur dioksida di udara pada berbagai rentang konsentrasi antara lain.

Konsentrasi (ppm)	Dampak
0.5-0,8	Tercium sedikit bau
3	Terdeteksi bau belerangnya
6-12	Iritasi pada hidung dan tenggorokan
20	Kerusakan pada saluran pernapasan
>20	Iritasi mata dan sesak napas
100	Iritasi pada kulit (lebih cepat pada kondisi lembab)

Bagian lain dari tubuh juga bersifat rentan misalnya kulit dan mata akibat dari kontak langsung/ menggosok atau dari paparan bahan di udara termasuk cipratan, mulut dan faring akibat tertelan bahan kimia padat atau cair. Salah satu efek kontak langsung cairan atau padat, serta uap terhadap kulit adalah dermatitis. Beberapa debu juga dapat bertindak sebagai iritan primer. Bahkan serat kaca

juga dapat menyebabkan dermatitis karena sifat abrasinya. Dampak bisa diperparah jika sifat bahan kimia itu reaktif misalnya bahan pengikat resin sintetis, asam, alkali, pelarut organik, surfaktan, dehydrator, oksidator dan reduktor.

Dalam kasus ekstrim bahan kimia iritan dapat memiliki sifat korosif. Zat korosif juga dapat menyerang jaringan hidup (misalnya menyebabkan ulserasi kulit hingga luka bakar), membunuh sel dan kemungkinan juga mempengaruhi invasi bakteri sekunder. Iritasi akut merupakan respon lokal dan reversibel sedangkan korosi menjadi penyebab kerusakan sel yang tidak dapat diubah. Keduanya dipengaruhi oleh sifat senyawa, konsentrasi, durasi paparan, pH dan juga, sampai taraf tertentu, oleh kerentanan individu atau hal lainnya. Dengan demikian asam pada konsentrasi rendah (encer) dapat mengiritasi sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi akan menyebabkan korosi. Berbagai bahan yang bersifat korosif dapat dibaca di Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Bahan dengan sifat korosif

Asam dan anhidrida	Asam asetat	Asam nitro hidroklorida
	Asetat anhidrida	Asam perklorat
	Campuran asam	Asam fenosulfonat
	Cairan baterai	Fosfor pentoksida
	Asam kloroasetat	Asam propionat
	Asam klorosulfonik	Asam selenat
	Asam kromat	Asam sulfamat
	Asam dikloroasetat	
	Asam fluoroborat	Asam sulfur dan oleum
	Asam fluorosilikat	Asam nitrat
	Asam hidroklorida, hidrobromida, hidrofluorida dan hidroidida	Asam sulfur
	Asam metakrilat	Asam tioglikolik
		Asam trikloroasetat
Alkali	Amonium hidroksida	
	Potassium hidroksida	
	Ammonium hidroksida	
	Sodium hidroksida	
Halogen dan garamnya	Aluminium bromida dan klorida	Fosfor sulfoklorida
	Bifluorida lain	Fosfor triklorida dan pentaklorida
	Antimon triklorida, pentaklorida	Potassium fluorida dan bifluorida
	Seng klorida	Potassium hipoklorit
	Berilium klorida	Sulfuril klorida
	Boron triklorida	Sodium klorit
	Bromin	Sodium fluorida
	Klorin	Sodium hipoklorit
	Kalsium fluorida	Sulfur klorida
	Fluorin	Sulfuril klorida
	Iodim	Titanium tetraklorida
	Besi klorida	Vanadium diklorida

	Litium klorida		
Senyawa interhalogen	Bromin trifluorida dan pentafluorida		
	Klorin trifluorida		
	Iodin monoklorida		
Organik halida	Asetil bromida	<i>p</i> -klorobenzil klorida	
Asam organik halida	Akronitril	Kloropropionil klorida	
Ester dan garam	Alil klorida	Dibromoetana (etilen bromida)	
	Alil kloroformat	1,2-dikloroetana (etilen klorida)	
	Alil iodida	Diisooktil asam fosfat	
	Amonium tiosianat	Etil kloroformat	
	Anisoil klorida	Etil klorokarbonat	
	Benzidril bromida	Etilen oksida	
	Benzoil klorida	Iso-propilkloroformat	
	Benzil bromida	Metil kloroformat	
	Benzil klorida	Metil klorokarbonat	
	Benzil kloroformat	Propionil klorida	
	Butil asam fosfat	Klorasetil klorida	
	Senyawa korosif lainnya	Amonium sulfida	Hidrazin
		Benzen sulfonil klorida	Hidrogen peroksida
		Benzil dimetilamina	Fenol
Berilium nitrat		Perak nitrat	
Katekol		Soda kapur	
Benzen dan toluena terklorinasi		Sodium bisulfit	
Klorobenzaldehid		Sodium amida	
Klorokresol		Sodium bisulfat	
Kresol		Sodium kromat	
Sikloheksilamin		Sodium piro-sulfat	
		Sodium chromate and dichromate	
Dibenzilamina			
Diklorofenol		Dietil sulfat	

Beberapa sifat iritan utama seperti berikut ini.

- Bahan kimia yang memberikan reaksi asam kuat, dan seringnya saat berinteraksi dengan air, misalnya asam klorida dan asam sulfat. Beberapa asam organik juga bisa bersifat korosif. Jenis fenolat dapat menyebabkan anestesi lokal sehingga rasa sakit tidak akan muncul untuk sementara waktu.
- Senyawa halogen.
- Asam anhidrida / halida yang bereaksi dengan
- Basa umum, yang membuat larutan berair basa.
- Senyawa pengoksidasi maupun pereduksi tertentu serta garamnya dalam bentuk padat (curah atau debu) atau sebagai larutan, dapat menghasilkan iritasi oleh luka bakar termal.
- Asam kuat dan alkali menghasilkan efek dalam beberapa saat: misalnya asam sulfat dan asam nitrat menyebabkan efek terhidrasi

pada kulit atau selaput lendir dan bergabung dengan protein kulit untuk membentuk albuminat. Sedangkan asam fluorida menghasilkan reaksi yang lebih lambat. Asam hidroklorida menghasilkan efek yang bervariasi, tergantung pada konsentrasi dan durasi paparan, dari eritema ringan hingga luka bakar berat dan rasa sakit yang hebat, kadang-kadang tertunda beberapa jam setelah paparan awal. Benjolan putih yang keras terbentuk di atas area kerusakan kulit di mana kerusakan progresif dari jaringan sel terus berlanjut. Luka bakar di bawah kuku jari sangat serius karena perawatan yang dilakukan sulit. Demikian pula, menghirup uap dapat menyebabkan korosi pada sistem pernapasan dan edema paru. Jika asam jenis ini tertelan, maka akan terjadi luka bakar sehingga terjadi kerusakan fatal.

4.2 Sensitizer

Umumnya zat yang bersifat *sensitizer* menimbulkan dampak mungkin tidak pada kontak pertama meskipun bisa jadi terjadi perubahan sel dan sistem kekebalan tubuh terpengaruh. (Beberapa bahan kimia dapat bertindak sebagai iritan primer serta *sensitizer*.) Paparan selanjutnya adalah adanya reaksi alergi yang parah. Pada umumnya tidak ada hubungan matematis antara tingkat paparan dan tingkat responnya. Pengaruh *sensitizer* biasanya sangat spesifik dan kebanyakan terjadi dalam waktu sekitar 10 hari, meskipun telah ada kasus pekerja yang menggunakan bahan kimia tertentu selama bertahun-tahun tanpa efek yang tidak. Dampak yang paling biasa diamati adalah peradangan kulit dan biasanya hingga meluas pada bidang kontakannya. Beberapa jenis *sensitizer* yang banyak dipakai antara lain.

- **Golongan tar batubara** : Akridin, antrasen, karbazol, kresol, fenol, piridin

- **Untuk keperluan fotografi:** metol, paraformaldehid
- **Pewarna :** Amido-azo-benzena, amido-azotoluena, anilin black, auramine, krisoidin, methyl violet, erio black, malachite green, metanil yellow, orange Y, paramido fenol, safranin
- **Plasticizer :** Diamil naftalena, asam stearat, propilen stearat, fenil salisilat
- **Insektisida :** Arsen, fluoride, soda, merkuri, nikotin, petroleum, fenol
- **Resin sintetik :** Akrilik, alkil, klorobenzol, klorofenol, melamin formaldehid, polyester, sulfonamid formaldehid, urea formaldehid, vinil
- **Minyak :** minyak kacang mede, minyak kelapa, eugenol, minyak esensial, minyak mustar, minyak biji rami.

Selain di atas, terdapat jenis sensitizer sebagai penyebab masalah pada saluran pernapasan, misalnya rasa sesak di dada dan batuk-batuk. Untuk lebih jelasnya dapat dibaca pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Bahan kimia penyebab asma

Nama Bahan	Lingkup pemakaian
Isosianat	Plastik, tinta sintetik, cat dan perekat
Garam platina	Usaha pemurnian platina, bahan laboratorium
Asam anhidrida dan agen amina, termasuk agen epoksi resin, seperti etilen diamin, trietilen tetramin	Perekat, plastik, pelapis permukaan
Penggunaan resin sebagai <i>flux</i> solder	Industri elektronik
Enzim proteolitik	Bubuk pencuci biologi, pemanggangan, industri ikan, kopi, sutra, dan kulit
Hewan, termasuk serangga serta bentuk artropoda dan larva	Laboratorium penelitian dan pendidikan, pengendalian hama, penanaman buah
Debu dari <i>barley</i> , gandum, tepung jagung	Industri pemanggangan atau pembuatan tepung
Debu kayu	Pembuatan furnitur
Debu kacang kastor	Pemrosesan

Azodikarbonamida	Material pengemasan, pelindung lantai, pembuatan plastik untuk pelindung dinding
Glutaraldehid	Rumah sakit, laboratorium, pencoklatan kulit
Garam persulfat	Pembuatan produk perawatan rambut
Pewarna reaktif	Industri tekstil, percetakan, dan pewarna
Kacang kedelai	Industri makanan dan pemrosesan kacang kedelai
Debu teh	Industri makanan dan pemrosesan teh
Debu biji kopi hijau	Industri makanan dan pemrosesan kopi
Asap pengelasan baja	Fabrikasi baja
<i>Latex</i> karet alami	Sarung tangan, perekat, peralatan operasi
Cairan dalam pengerjaan logam	Pendingin dalam pengerjaan logam
Metil metakrilat	Perekat
Garam diazonium	Pembuatan polimer
Parafenilendiamin	Pewarna dan perawatan rambut
Formaldehid	Pembuatan pengawet, resin, foam
Kobalt	Pembuatan logam
Nikel	Pelapisan logam
Papain	Penghalus tekstur daging
Amilase	Peningkat tepung

4.3 Asfiksia

Asfiksia dapat mengganggu mekanisme penyerapan oksigen di dalam tubuh. Udara biasanya mengandung 21% oksigen dimana pada keadaan kekurangan oksigen dalam udara yang dihirup yang disebabkan karena adanya nitrogen, argon, atau karbon dioksida dalam ruang terbatas (tergantung pada konsentrasi dan durasi) dapat mempengaruhi tubuh dan akhirnya menyebabkan kematian. Tingkat oksigen di udara dapat berakibat sebagai berikut.

Konsentrasi (%)	Dampak
16–21	Tidak berefek
12–16	Pernafasan meningkat
10-12	Kehilangan kemampuan berpikir jernih
6-10	Kehilangan kesadaran, meninggal

Pada tingkat di bawah 19,5% oksigen dapat memiliki efek yang merugikan apalagi jika tubuh pada kondisi di bawah tekanan, misalnya saja saat berada di tempat yang tinggi. Paparan di bawah 18% tidak boleh diizinkan dalam keadaan apa pun. Bahan kimia lainnya misalnya karbon monoksida akan menghasilkan racun karena adanya kerusakan transportasi oksigen di seluruh tubuh.

4.4 Anestesi dan Narkotika

Anestesi dan narkotika, misalnya hidrokarbon dan turunan tertentu seperti berbagai pelarut terklorinasi atau eter, menyebabkan depresan pada sistem saraf pusat.

4.5. Pernafasan Fibrinogen

Bahaya materi partikulat dipengaruhi oleh tingkat toksisitas, ukuran dan morfologi partikel. Ukuran kritis partikel debu (dan aerosol) pada umumnya adalah 0,5 hingga 7 μm , dan pada ukuran

ini bahan dapat disimpan di saluran pernapasan dan alveoli. Jika partikel debu dari bahan kimia tertentu, misalnya silika atau asbes, dan tidak segera diketahui hingga tertumpuk di paru-paru selama periode tertentu, maka akan menyebabkan pengurangan elastisitas paru-paru dan merusak pernapasan. Faktor penting yang berpengaruh sebagai indikator penilaian bahaya lainnya adalah komposisi. Misalnya saja di antara senyawa yang mengandung silika yaitu silikat kristal dan silika amorf (silikon dioksida) umumnya tidak dianggap fibrogenik, sedangkan silika kristal bebas dan silikat berserat tertentu seperti asbes dan talk dapat menyebabkan penyakit paru-paru yang melumpuhkan. Berbagai bahan yang mengandung silika bebas dapat dibaca pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Kristalin SiO_2 pada berbagai material

Material	Rentang normal kristalin SiO_2 (%)
Pengecoran pasir	50–90

Tembikar	15–25
Batu bata dan genting	10–35
Batu jalan	0–80
Batu gamping	0–3
<i>Feldspar</i>	12–25
<i>Clay</i>	0–40
Mika	0–10
<i>Talc</i>	0–5

Sedangkan daftar berbagai material yang mengandung silika menurut tipe dapat dibaca pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Daftar material yang mengandung silika menurut tipe

Nama bahan	Bentuk silika
Kalsedon	Bentuk kristalin <i>quartz</i> bersifat inert dan tahan panas
<i>Chert</i>	Bentuk mikrokristalin silika yang digunakan sebagai abrasif
Kristobalit	Bentuk kristalin dari silika

	yang inert, keras, tahan panas
	Merupakan hasil kalsinasi quartz pada silika amorf
	Digunakan untuk keramik, laboratorium gigi
Flint	Mikrokristalin quartz, digunakan untuk keramik
Quartz	Silika bebas, penyusun pasir, batu, pasir
Tridymite	Bentuk silika yang terbentuk pada suhu 870°C
Tanah diatomik	Silika amorf, digunakan untuk filtrasi, tekstil, plastik
	Absorben mengandung silika amorf, digunakan sebagai katalis
Silika gel	

4.6. Karsinogen

Kanker adalah gangguan kontrol tubuh terhadap pertumbuhan sel. Penyakit ini bisa jadi bersifat genetik atau dipengaruhi oleh gaya hidup atau paparan bahan kimia tertentu, yang disebut karsinogen. Pada Tabel 4.6. diberikan contoh jenis bahan kimia penyebab kanker dan bagian tubuh mana yang bisa terpapar zat itu.

Tabel 4.6. Jenis bahan kimia penyebab kanker dan kemungkinan terjadinya paparan

Senyawa	Bagian tubuh terpapar
Akrilonitril	Usus besar, paru-paru
Aflatoksin	Hati
Amitrol	Berbagai organ
Auramin	Kandung kemih
Berilium	Tulang, paru-paru Ginjal, prostat, paru- paru
Kadmium	paru
Karbon tetraklorida	Hati
Klorambusil	Darah
Siklofosfamida	Kandung kemih, darah
Dimetil sulfat	Paru-paru Sistem pencernaan, darah
Etilen oksida	darah
Besi dekstran	Jaringan konektif
Nikel	Pernafasan
Fenasetin	Ginjal, kandung kemih
Difenil poliklorinasi	Kulit, berbagai organ
Tiotepa	Darah

Referensi :

Carson, P and Mumford, C. 2002. Hazardous Chemical Handbook, 2nd edition, Butterworth Heinemann

Ruang Diskusi :

- a. Berikan penjelasan mengenai karakteristik bahan kimia secara umum sesuai penggolongannya.
- b. Berikan penjelasan sifat toksik atau racun dari beberapa bahan kimia yang anda kenal serta dampak yang ditimbulkan
- c. Sebutkan beberapa jenis bahan kimia bersifat korosif
- d. Sebutkan beberapa jenis bahan kimia bersifat karsinogen

BAB V. PROGRAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

Target Pemahaman :

- Manfaat dan bagaimana penerapan program kesehatan dan keselamatan kerja;
- Ruang lingkup penerapan program kesehatan dan keselamatan kerja;
- Persyaratan OSHA terkait dengan program kesehatan dan keselamatan kerja; dan
- Pernyataan pendukung kebijakan program kesehatan dan keselamatan kerja.

Suatu program keselamatan selalu menjadi kontroversi di banyak perusahaan. Banyak perusahaan meyakini bahwa program keselamatan tertulis dan program kesehatan tidak sebanding dengan kenyataan. Namun demikian, perusahaan profesional melihat sebagian besar program keselamatan dan kesehatan menjadi bagian dari upaya keselamatan dan kesehatan bagi pekerja. Adanya tuntutan akan pentingnya keselamatan bagi industri, maka seorang pengusaha bertanggung

jawab terhadap pengupayaan keselamatan bagi setiap pekerjaanya. Pengusaha harus mengatur kebijakan, menerapkan prinsip-prinsip manajemen, dan memastikan kepatuhan terhadap tujuan perusahaan untuk memberikan fasilitas operasional. Manfaat dan keuntungan yang didapat jika suatu perusahaan menerapkan program keselamatan dan kesehatan bagi pekerja selain mengurangi dampak cedera, sakit, ataupun kerusakan properti lainnya antara lain adalah :

- Mengurangi biaya asuransi;
- Mengurangi biaya perawatan kecelakaan;
- Menghindari denda dan penalty karena pelanggaran undang-undang
- Menghindari publisitas/ pencitraan yang buruk sebagai akibat adanya kematian atau kecelakaan besar;
- Menghindari masalah hukum;
- Pemotongan gaji pekerja untuk keperluan asuransi menjadi lebih rendah;

- Mengurangi jumlah pekerja yang sakit atau cedera;
- Meningkatkan rating perusahaan;
- Meningkatkan kepercayaan pengguna ;
- Meningkatkan loyalitas dan moralitas pekerja ;
- Meningkatkan produktivitas pekerja;
- Menjadi kebanggaan bagi seluruh elemen perusahaan;
- Berpeluang untuk mendapatkan program insentif dan lebih sukses.

5.1.Pengembangan Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Selama pengembangan program keselamatan dan kesehatan, maka diperlukan perhatian khusus untuk aturan, komunikasi, pelatihan, investigasi kecelakaan, dan evaluasi. Penjabarannya adalah :

5.1.1. Aturan

Pekerja harus memiliki kesadaran dan kepedulian terhadap aturan keselamatan terutama untuk dirinya sendiri serta bertanggung jawab untuk :

- ✓ Mematuhi prosedur keselamatan kerja yang ditetapkan. Aturan dan cara kerja peralatan keselamatan yang dapat digunakan dengan benar;
- ✓ Mengerti dan memahami bagaimana aturan-aturan pemerintah dan perusahaan;
- ✓ Mengikuti pelatihan untuk meningkatkan pengetahuan akan keselamatan maupun keterampilan bekerja.

5.1.2. Komunikasi

Banyak masalah keamanan timbul karena pekerja dan masyarakat menganggap bahwa semua orang tahu dengan tepat dan melakukan suatu pekerjaan secara aman. Dalam praktiknya, komunikasi menjadi bagian yang sangat penting supaya semua orang yang terlibat dalam suatu pekerjaan mematuhi kebijakan keselamatan perusahaan dan menerapkan metode yang tepat dalam melakukan pekerjaan. Prosentase terbesar dari kecelakaan terjadi karena

seseorang kurang peduli terhadap aturan, metode, atau yang berhubungan dengan keahlian dasar berperilaku aman dalam bekerja. Oleh karenanya, komunikasi berperan untuk mengatasi ini dan perusahaan mengembangkan berbagai metode komunikasi melalui :

- ✓ **Pertemuan rutin**
- ✓ **Pelatihan kerja**
- ✓ **Papan buletin keamanan**
- ✓ **Investigasi kecelakaan**
- ✓ **Orientasi pekerja baru**
- ✓ **Perilaku yang aman dari supervisor**
- ✓ **Analisis keselamatan**
- ✓ **Iklan-iklan yang berhubungan dengan keselamatan**

Praktik-praktik keselamatan berikut menggambarkan faktor keselamatan dan kesehatan yang akan meningkatkan komunikasi secara keseluruhan:

1. Komunikasi harus ditetapkan untuk keperluan darurat, meliputi : a). Telepon dan b). radio dua arah

2. Nomor darurat yang harus terpasang : a). dokter, b). ambulans, c). pemadam kebakaran, d). lembaga pemerintah terkait, dan e). rumah sakit.
3. Semua pekerja harus dilatih dalam prosedur darurat (tanggap darurat)
4. Perlindungan keselamatan pribadi harus dipakai selama bekerja dan dalam lingkungan kerja yang mewajibkan, antara lain : a). topi, b). kacamata, c). sepatu boots, dan d). peralatan khusus (sarung tangan, respirator, penyumbat telinga, dan lain-lain).
5. Seseorang harus selalu dipersiapkan dan didelegasikan untuk bertanggung jawab apabila supervisor tidak dapat hadir di kantor sewaktu-waktu;
6. Tidak diperkenankan bagi siapapun bekerja sendirian di dalam ruangan, terutama jika ruang kerja jauh dari jangkauan unit lain;

7. Tidak seorangpun diberikan tugas yang berbahaya tanpa adanya tindakan pencegahan sebelumnya;
8. Perawatan dilakukan pada kondisi mesin mati dengan mengikuti prosedur baku dan dilakukan oleh pekerja yang kompeten;
9. Ketika seorang operator harus menghentikan mesin untuk keperluan perawatan rutin, maka perbaikan dan perawatan dilakukan oleh operator selanjutnya;
10. Peralatan atau mesin bergerak harus diperiksa terlebih dahulu sebelum dipindahkan. Jika selama *shift* tertentu terjadi kerusakan, maka operator terkait harus memperbaikinya. Setiap peralatan harus memiliki kartu kendali alat.
11. Tidak seorangpun bekerja di ruang bawah tanah tanpa pengamanan.
12. Lokasi yang memerlukan perlindungan khusus harus dipasang penanda dan diberikan aturan ketat untuk penggunaan peralatan di dalamnya;

13. Pada jalanan yang dilalui kendaraan perlu diberikan penanda kecepatan maksimum dan ketentuan lain sebagai informasi bagi pengguna;
14. Masalah kelistrikan harus ditangani oleh orang yang benar-benar memiliki keahlian untuk itu;
15. Penyimpanan bahan berbahaya dan mudah meledak di area produksi harus sesuai dengan standar regulasi pemerintah (misal: alkohol, tembakau, senjata api);
16. Tidak seorangpun ditugaskan untuk menangani bahan-bahan yang mudah meledak tanpa keahlian atau kompetensi khusus.

5.1.3. Pelatihan

Pengalaman menunjukkan bahwa program keselamatan yang baik didasarkan pada perencanaan yang bagus melalui pelatihan-pelatihan. Program pelatihan ini selain membiasakan pegawai menangani pekerjaan dengan aman tetapi sekaligus meningkatkan

kemampuan teknisnya. Tujuan pelatihan mencakup beberapa hal :

- ✓ Pemahaman dasar filosofi perusahaan untuk keselamatan di tempat kerja;
- ✓ Memberikan pengertian pentingnya memiliki kebiasaan bekerja dengan aman bagi seluruh pekerja;
- ✓ Keterampilan dasar untuk menangani peralatan atau kondisi bekerja yang aman;
- ✓ Pengetahuan tentang kebijakan perusahaan terkait dengan keselamatan;
- ✓ Pentingnya orientasi bagi pegawai baru;
- ✓ Pentingnya pelatihan rutin bagi pegawai.

Berikut ini adalah beberapa topik pelatihan yang dipersiapkan untuk pegawai.

- Organisasi dan pengoperasian program keselamatan;
- Membangun budaya *safety* di tempat kerja;

- Pengetahuan tentang undang-undang keselamatan;
- Pertolongan pertama;
- Investigasi dan metode pelaporan kecelakaan pada perusahaan dan pemerintah;
- Sebab-sebab kecelakaan dan penanganan standar;
- Instruksi kerja untuk program keselamatan
- Memotivasi praktik kerja yang aman;
- Membuat tempat kerja yang aman;
- Pengamanan mekanik;
- Penanganan bahan-bahan (kimia) secara aman;
- Investigasi jenis dan jumlah kecelakaan (rekam kecelakaan di industri);

Siapakah yang berhak memberikan pelatihan ?

- Instansi pemerintah;
- Asosiasi profesional dan industri ;
- Perusahaan asuransi;
- Siapapun yang berkompeten di perusahaan itu;

- Konsultan

5.1.4. Investigasi kecelakaan

Sebuah penyelidikan yang lengkap dan menyeluruh harus dilakukan untuk memastikan penyebab setiap kejadian. Tujuan menyelidiki kecelakaan adalah untuk menemukan apa yang terjadi sehingga perusahaan segera mengambil langkah yang tepat agar tidak terjadi kembali. Penyelidikan dapat dibagi menjadi lima kategori utama ini, yaitu :

WHO	WHAT	WHEN	WHERE	HOW
------------	-------------	-------------	--------------	------------

Beberapa pertanyaan penting sebagai dasar investigasi kecelakaan, antara lain :

- Siapa yang terlibat ?
- Apa yang telah korban (pekerja) lakukan saat terjadinya kecelakaan ?
- Apakah apa yang dilakukan memang menjadi pekerjaan rutin pekerja tersebut ?

- Berapa lama pekerja telah bekerja di posisi tersebut ?
- Apakah pekerja mempunyai pengalaman atau telah mengikuti pelatihan di bidang kerjanya ?
- Apakah pekerja itu memiliki kualifikasi yang sesuai dengan penempatan kerjanya ?
- Apakah prosedur operasi ditetapkan untuk tugas-tugas yang diberikan ?
- Apakah semua prosedur kerja diikuti dengan baik, dan jika tidak apa penyebabnya ?
- Apakah pekerja telah mengikuti instruksi standar ?
- Apakah pekerjaan dilakukan dengan cara yang lazim (standar) ?
- Apakah ada pelanggaran aturan ?
- Apakah pekerja terkait memiliki cacat fisik ?
- Apakah pekerja terkait cenderung menunjukkan sikap yang tidak benar dalam hal keselamatan kerja ?

- Apakah peralatan pengaman standar dan pakaian kerja telah diterapkan ?
- Mengapa kecelakaan itu bisa terjadi ?
- Situasi apa yang menyebabkan terjadinya kecelakaan tersebut ?
- Tindakan apa yang berkontribusi sehingga timbulnya kecelakaan ?
- Apakah pekerjaan atau layout khususnya proses sudah terencana dengan baik dan layak ?
- Apakah pekerjaan itu telah dimonitor dengan layak ?
- Apakah tipe peralatan yang digunakan ?
- Apakah peralatan yang rusak berkontribusi menimbulkan kecelakaan ?
- Seberapa layaknya peralatan yang digunakan ?
- Apakah peralatan cukup layak dalam kelengkapan keselamatannya ?
- Apakah pengaturan bahan-bahan yang berbahaya dan proses yang tidak aman telah berkontribusi menimbulkan kecelakaan ?

- Apakah supervisor memiliki kepekaan dan kesadaran pada *hazard* ?
- Kondisi apa saja yang berkontribusi menimbulkan kecelakaan ?
- Siapa pemilik atau perusahaan peralatan (yang terlibat) dalam kecelakaan itu ?
- Apakah faktor cuaca ikut berkontribusi pada timbulnya kecelakaan ?
- Apakah waktu ikut berkontribusi pada terjadinya kecelakaan ?
- Apa yang seharusnya dilakukan ?
- Apa yang telah dilakukan ?
- Dimanakah kejadian atau situasi serupa bisa mungkin terjadi dan bagaimana cara menghindarinya ?

Untuk mencegah timbulnya kecelakaan di masa mendatang, maka metode pencegahan kecelakaan perlu diterapkan termasuk juga memperhitungkan faktor cuaca sebagai pemicu terjadinya kecelakaan.

Supervisor dan para pekerja harus memiliki kesadaran yang cukup tinggi setiap waktu. Berbagai program keselamatan telah memiliki mekanisme yang baik dalam mengidentifikasi *hazard*, oleh karenanya supervisor seharusnya senantiasa melakukan inspeksi area kerja setiap waktu. Jika mengikuti standar keselamatan, setidaknya ini dilakukan seminggu sekali. Beberapa bagian yang harus dilakukan pengecekan setiap hari antara lain:

- ✓ **Pengaman mesin**
- ✓ **Perawatan rutin**
- ✓ **Kondisi peralatan**
- ✓ **Pencahayaan**
- ✓ **Kondisi tanah**
- ✓ **Kondisi lantai, tangga, atau tempat berjalan lainnya**
- ✓ **Penyediaan untuk keamanan akses (biaya peralatan)**
- ✓ **Bahaya kelistrikan**
- ✓ **Fasilitas pendukung (eksternal)**

- ✓ **Perlengkapan perlindungan diri**
- ✓ **Pemeliharaan peralatan**

Untuk menjamin keselamatan kerja di sekeliling tempat bekerja, maka perlulah bagi para pelaksana pekerjaan mengenali tindakan-tindakan yang sangat tidak boleh dilakukan karena membahayakan. Tindakan itu antara lain :

- Pengoperasian peralatan (mesin) dengan tidak benar atau tidak sesuai prosedur;
- Mengabaikan peralatan keselamatan kerja;
- Memaksakan menggunakan peralatan yang rusak atau tidak terkalibrasi;
- Penggunaan peralatan dengan beban lebih serta penyimpanan yang tidak layak dalam penanganan material tertentu;
- Bekerja dengan beban lebih, tempat terbuka, mengendarai beban dapat menciptakan bahaya lalu lintas operasi;

- Bekerja pada kondisi vakum, bertekanan, melibatkan kelistrikan, atau bahan-bahan berbahaya tanpa persiapan yang baik;
- Bekerja tanpa disertai alat pelindung diri yang layak; dan
- Bekerja dengan tergesa-gesa.

5.1.5. Evaluasi

Evaluasi harus selalu dilakukan sedikitnya satu tahun sekali untuk menentukan sejauh mana kemajuan dan efektivitas dari program yang sudah dijalankan dalam mengurangi kecelakaan kerja. Setelah kegiatan evaluasi maka akan dilanjutkan dengan revisi dan penguatan komponen program untuk keperluan pengembangan program kesehatan dan keselamatan secara keseluruhan.

5.2. Persyaratan OSHA berkaitan dengan Program Kesehatan dan Keselamatan

Meskipun berbagai peraturan saat ini tidak mengharuskan pengusaha memiliki aturan tertulis kesehatan dan keselamatan namun itu menjadi langkah terbaik untuk kebutuhan OSHA sebagai upaya mengurangi kecelakaan bagi pekerjanya. Dengan adanya program itu diharapkan dapat meningkatkan kesadaran pekerja, mengurangi biaya pengobatan, dan risiko kecelakaan kerja, penyakit dan kematian. Panduan umum bagi program kesehatan dan keselamatan agar bisa berjalan efektif adalah dengan memperhatikan beberapa hal berikut ini.

1. Komunikasi
 - Aturan tertulis tentang kebijakan keselamatan
2. Daftar aturan kesehatan dan keselamatan di perusahaan
3. Berperilaku aman di tempat kerja
 - Personal terlatih untuk melakukan pekerjaan yang mengandung bahaya

- *Checklist* mesin dan perawatan yang digunakan
4. Peralatan perlindungan diri yang digunakan
 5. Inspeksi keselamatan
 6. Inspeksi keselamatan secara formal dilakukan setidaknya seminggu sekali
 7. Inspeksi harian tentang keselamatan kerja
 8. Tindak lanjut dari setiap program keselamatan
 9. Pengawasan terhadap pekerjaan
 10. Penegakan aturan kesehatan dan keselamatan kerja
 11. Pelatihan
 - Memiliki rencana pelatihan yang diatur perusahaan;
 - Memiliki pokok-pokok bahasan pelatihan
 - Memiliki pendekatan sistematis untuk pelatihan tugas
 - Memiliki analisis keselamatan kerja dan prosedur yang aman
 12. Investigasi kecelakaan

- Semua kecelakaan harus diinvestigasi
- Investigasi kecelakaan menggunakan format standar
- Kecelakaan harus dianalisis

13. Setiap program kesehatan dan keselamatan akan efektif jika terpenuhi hal-hal berikut ini.

- Komitmen manajemen dan kepemimpinan
- Penugasan tanggungjawab
- Identifikasi dan pengendalian hazard
- Pendidikan dan pelatihan
- Pencatatan dan analisis bahaya
- Tersedianya fasilitas pertolongan pertama dan bantuan medis

5.2.1. Komitmen manajemen

Komitmen manajemen adalah bagaimana kebijakan perusahaan yang disusun dan ditandatangani oleh pekerja senior. Tujuan dan sasaran kesehatan dan keselamatan kerja harus diperhitungkan dalam menetapkan tujuan perusahaan sebagai bentuk

komitmen terhadap keselamatan kerja. Keseluruhan kebijakan harus dikomunikasikan kepada semua orang di seluruh bagian dan mengandung aspek-aspek penting sebagai berikut.

- Kebijakan perusahaan : target yang ingin dicapai, isu terkini, dan komunikasi dengan pekerja
- Program kerja seharusnya direvisi secara berkala
- Partisipasi di dalam pertemuan terkait program keselamatan, inspeksi, dan jenis keselamatan dibicarakan pada pertemuan rutin
- Komitmen sumber daya berupa anggaran (USD)
- Peraturan dan prosedur keselamatan dimasukkan ke dalam inspeksi lapangan
- Prosedur untuk menegakkan aturan keselamatan
- Pernyataan bahwa manajemen penuh komitmen dan terikat moral untuk memenuhi aturan keselamatan.

Target dan tujuan dari suatu perusahaan merupakan hal yang sangat penting, oleh karenanya keduanya harus dapat terukur, mendasar, dan dapat dicapai. Beberapa contoh pernyataan target dan tujuan suatu perusahaan antara lain :

- a) Komitmen untuk “zero fatalities” atau “serious injuries”. (Jika perusahaan di tahun lalu memiliki catatan 25 kecelakaan, maka sangat tidak mungkin mencapai ini);
- b) Mengurangi jumlah pekerja terluka, dan pekerja berhak melakukan klaim kompensasi sebesar...%(ditetapkan sesuai aturan);
- c) Pencegahan terhadap kerusakan terhadap property perusahaan dan peralatan;
- d) Meningkatkan nilai produktivitas melalui pengurangan pekerja terluka per tahun per periode tertentu;
- e) Meningkatkan citra perusahaan di masyarakat melalui keselamatan, dengan cara bagaimana indikator ini dapat terukur ?;

- f) Menjaga keselamatan menjadi bagian penting pekerja. Apa saja indikator untuk ini ?;
- g) Memperhatikan dan memberikan penghargaan bagi pekerja dengan perilaku kerja yang aman. Apa yang menjadi hasil terukur dari tujuan ini ?.

5.2.2. Identifikasi dan pengendalian bahaya

Identifikasi dan pengendalian bahaya merupakan langkah bagaimana mengidentifikasi adanya bahaya di tempat kerja dan menentukan tindakan yang diperlukan untuk mengendalikan. Termasuk juga dalam hal inspeksi lapangan dalam lingkup keselamatan, investigasi kecelakaan, komite kesehatan dan keselamatan, dan berbagai pertemuan terkait keselamatan kerja. Tujuan inspeksi adalah menjamin bahwa adanya tindakan pencegahan di tempat kerja (melalui alat perlindungan diri, pelindung, peralatan, pengendalian teknis), tindakan cepat dalam mengatasi bahaya dimana berbagai regulasi seperti OSHA, lembaga negara,

organisasi profesi, dan konsultan teknis diterapkan dalam penegakan aturan.

5.2.3. Pelatihan dan Pendidikan

Pendidikan dan pelatihan menjadi elemen penting pada program kesehatan dan keselamatan kerja. Setiap jenis pelatihan akan menjabarkan metode untuk memperkenalkan dan mengkomunikasikan ide-ide baru di tempat kerja, memperkuat ide dan prosedur, dan menerapkan keselamatan di tempat kerja. Materi pelatihan yang ditujukan untuk pekerja baru antara lain mengenai :

- Kebijakan perusahaan dalam program kesehatan dan keselamatan kerja;
- Tanggungjawab pekerja dan supervisor;
- Pelatihan *hazard*;
- Prosedur kondisi darurat dan evakuasi;
- Tempat untuk pertolongan pertama, pemadam kebakaran, dan nomor telepon saat kondisi darurat;

- Bahaya dari situs-situs tertentu;
- Prosedur pelaporan jika ada korban terluka;
- Penggunaan peralatan pelindung diri;
- Identifikasi bahaya dan prosedur pelaporan; dan
- Kaji ulang aturan kesehatan dan keselamatan dalam implementasi pekerjaan.

5.2.4. Pencatatan dan analisis bahaya

Pencatatan dan analisis bahaya perlu dilakukan sesuai standar OSHA oleh perusahaan dengan kewenangan serta tanggungjawab yang jelas. Prosedur analisis bahaya disediakan untuk dipelajari berdasarkan pengalaman lampau. Hal ini sebagai acuan pengambilan tindakan yang benar sehingga mencegah terjadinya luka dan sakit (akibat kerja) di masa mendatang. Laporan yang perlu didokumentasikan antara lain pekerja yang terluka dan sakit, investigasi kecelakaan, penyebab dan pengukuran yang benar, kekeliruan, laporan training dan inspeksi perusahaan atau laporan terkait perawatan peralatan. Berbagai tipe laporan dibutuhkan untuk

memenuhi kebutuhan OSHA, keperluan asuransi, dan regulasi pemerintah dan instansi terkait lainnya. Laporan medis perlu didokumentasikan dan dijaga sepanjang karir pekerja ditambah 30 tahun atau paling tidak disimpan selama 30 tahun serta bersifat sangat rahasia. Informasi laporan medis pekerja hanya diperuntukkan bagi pekerja itu sendiri atau wakil yang dipercayakan oleh pekerja. Sedangkan laporan pelatihan didokumentasikan untuk keperluan audit perusahaan.

5.2.5. Pertolongan Pertama dan Bantuan Medis

Pertolongan pertama dan bantuan medis perlu disediakan oleh perusahaan, termasuk prosedur keadaan darurat dan langkah-langkah untuk merespon berbagai macam keadaan darurat yang mungkin terjadi setiap saat. Pengalaman membuktikan bahwa supervisor dengan kemampuan dasar pertolongan pertama dan telah menjalani pelatihan CPR (*Cardiopulmonary Resuscitation*) biasanya akan lebih

sadar akan keamanan dengan laporan kinerja yang baik. Setiap tempat kerja memerlukan catatan penanganan pertolongan pertama dengan data-data sebagai berikut.

- ✓ **Nama pekerja yang terluka**
- ✓ **Supervisor langsung pekerja**
- ✓ **Hari dan waktu terluka**
- ✓ **Penyebab luka**
- ✓ **Keterampilan pekerja yang terluka**
- ✓ **Pemberian perawatan dan disposisi atau pemindahan pekerja (dikembalikan bekerja atau dikirim ke perawatan medis)**

Perusahaan wajib menyediakan tempat pertolongan pertama bagi pekerjanya di setiap area kerja yang ada. Selain itu, instruksi bagaimana penanganan pertolongan pertama juga harus jelas. Di setiap keadaan darurat, pekerja perlu menghubungi supervisor atau seseorang yang telah dilatih dalam hal penanganan pertolongan pertama.

5.2.6. Prosedur darurat dan kebakaran

Prosedur darurat dan kebakaran harus terintegrasi dengan baik menjadi bagian dari program kesehatan dan keselamatan kerja. Perlu diberikan panduan bagaimana penanganan bahaya kebakaran, misalnya peralatan pemadam kebakaran perlu ditempatkan di lokasi yang mudah terlihat, selalu diperiksa dan dirawat, serta siap digunakan setiap saat. Pemadam kebakaran yang habis atau rusak harus segera diganti, dimana semua supervisor serta pekerja melakukan identifikasi potensi bahaya serta mengkoordinasikan bagaimana dapat menguranginya sesegera mungkin.

Setiap individu yang bertanggung jawab pada keselamatan kerja perlu menerima pelatihan terutama bagaimana mengidentifikasi bahaya kebakaran, menginspeksi dan menjaga pemadam kebakaran serta mengetahui cara penggunaannya dengan benar. Pasukan pemadam kebakaran dilatih secara benar dan

dilengkapi peralatan mengingat tugasnya sebagai perlindungan nyawa manusia.

Prosedur keadaan darurat terkait dengan respon, tindakan, dan perkiraan dari pekerja saat terjadi keadaan darurat, serta alarm peringatan standar, telepon darurat dan prosedur komunikasi, dan rencana evakuasi perlu dipraktikkan dalam latihan-latihan rutin pekerja.

Komponen dari program kesehatan dan keselamatan kerja, minimal terdiri dari :

- ✓ **Komitmen manajemen dan aturan keselamatan dan kesehatan**
- ✓ **Identifikasi dan evaluasi *hazard***
- ✓ **Pengendalian dan pencegahan *hazard***
- ✓ **Pelatihan rutin**

5.3. Aturan Manajemen sebagai Model Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Berikut ini diberikan contoh pernyataan tertulis yang diterapkan oleh manajemen perusahaan sebagai bagian dari model program kesehatan dan keselamatan kerja.

5.3.1. Contoh Pernyataan Seluruh Pekerja

(Nama sebuah perusahaan) telah beroperasi selama ___ tahun. Perusahaan ini menyatakan bahwa keselamatan adalah prioritas utamanya, yang mana sesuai aturan perusahaan berkewajiban menyediakan serta menjamin lingkungan yang aman bagi para kontraktor atau pekerja di setiap unit kerja.

Perusahaan mengharapkan partisipasi dari setiap individu yang terlibat langsung maupun tidak langsung untuk dapat mendukung OSHAAct dan aturan keselamatan yang ditetapkan perusahaan. Keselamatan menjadi prioritas utama di dalam kegiatan apapun dari keseluruhan kegiatan perusahaan. Tindakan pencegahan dan mengeliminasi setiap potensi bahaya merupakan hal penting untuk menjamin keselamatan setiap pekerja, pengunjung, serta masyarakat umum.

Direktur Keselamatan dan Keamanan bertanggung jawab untuk berkoordinasi, mengawasi, dan melaporkan segera kepada manajer proyek, pengawas proyek dan manajemen senior jika ditemukan *hazard* di lingkungan kerja. Sedangkan pengawas dan manajer proyek memiliki tanggung jawab untuk melakukan tindakan pencegahan segera mungkin atau bahkan pengurangan risiko untuk menghindari luka atau bahaya yang lebih besar.

Tanggung jawab dari keamanan perusahaan yaitu melaporkan secara berkala kepada manajemen senior tentang status keamanan setiap pekerjaan. Setiap pekerja bertanggung jawab untuk mendukung dan membantu menciptakan keselamatan kerja. Program keselamatan kerja ini diimplementasikan dan dikaji oleh pengawas lapangan (produksi/ proyek).

(tanda tangan)

Direktur Perusahaan

5.3.2. Contoh pernyataan yang berhubungan dengan akuntabilitas dan tanggungjawab

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan fungsi manajemen yang membutuhkan partisipasi manajemen dalam perencanaan, pengaturan rencana, penyusunan, pengarahan dan pengendalian program. Komitmen manajemen dalam hal kesehatan dan keselamatan kerja menjadi bagian dari setiap keputusan dan tindakan yang diambil oleh perusahaan. Oleh karenanya, untuk mewujudkan itu semua maka manajemen (nama perusahaan) bertanggungjawab penuh dalam implementasi dan memastikan efektifitas dari program kesehatan dan keselamatan. Bukti terbaik dari komitmen perusahaan kami adalah untuk program kesehatan dan keselamatan yang sudah ditulis akan diimplementasikan secara penuh di setiap proyek-proyek konstruksi perusahaan.

(Nama perseorangan dan gelar) telah ditunjuk untuk bertanggung jawab secara keseluruhan pada

pengimplementasian program kesehatan dan keselamatan kerja. **(Nama perusahaan)** mendukung penuh **(Nama perseorangan dan gelar)** dan akan menyediakan sumberdaya yang dibutuhkan dimana seluruh pimpinan perusahaan menjamin keefektifan dari program kesehatan dan keselamatan yang dijalankan.

Setiap proyek yang dikerjakan pada ruang lingkup **(nama perusahaan)**, maka pengawas proyek akan bertanggung jawab kepada manajemen untuk keberhasilan pencapaian tujuan target kesehatan dan keselamatan.

(tanda tangan)

Direktur Perusahaan

5.3.3. Aturan Disiplin

Perusahaan mengharapkan semua pekerja, termasuk manajemen akan mengikuti semua aturan kesehatan dan keselamatan perusahaan dengan sebaik-baiknya

sesuai dengan aturan standar negara. Kapanpun ketika terjadi pelanggaran, maka akan diterapkan sanksi sebagai berikut.

- Sanksi pertama: dilakukan peringatan lisan, dimana peringatan ini akan didokumentasikan pada dokumen pribadi pegawai.
- Sanksi kedua: dilakukan peringatan tertulis dan disimpan dalam dokumen pribadi pegawai.
- Sanksi ketiga: dilakukan pemberhentian pegawai. Dalam hal ini perusahaan berhak menghentikan pegawai karena dinilai telah melakukan tindakan yang membahayakan, baik bagi dirinya sendiri maupun oranglain.

5.3.4. Keterlibatan Pengawasan

Partisipasi aktif dan dukungan program kesehatan dan keselamatan sangat penting. Seluruh tim manajemen akan berorientasi dalam hal kesehatan dan

keselamatan di setiap kesempatan. Setidaknya satu manajer berpartisipasi dalam pertemuan di bidang kesehatan dan keselamatan, investigasi kecelakaan dan inspeksi tempat kerja. Semua personil diharapkan untuk mengikuti aturan kesehatan dan keselamatan kerja serta melaksanakannya. Manajemen akan melakukan evaluasi mutu secara berkala dan format standar SSHME (*Standard Safety and Health Merit Evaluation*) yang akan diterapkan untuk mengevaluasi semua kinerja setiap pegawai dalam penilaian kesehatan dan keselamatan.

Supervisor utama berperan penting dalam pemenuhan tercapainya kesehatan dan keselamatan setiap pekerja. Pada kasus ini, supervisor juga akan dievaluasi menggunakan format SSHME untuk memastikan bahwa supervisor melakukan instruksi dalam aturan keselamatan dan kesehatan, regulasi, kebijakan dan prosedur yang berorientasi terhadap keselamatan semua pekerja. Supervisor harus memiliki perhatian terhadap penggunaan peralatan perlindungan

diri untuk melindungi pekerja dari bahaya, melakukan identifikasi dan eliminasi pekerjaan yang mengandung *hazard*, melakukan tindakan yang diperlukan, penghargaan dan kedisiplinan pekerja, serta mengikuti pertemuan yang biasanya dilakukan setiap 5(lima) menit di awal bekerja.

Supervisor harus berpartisipasi dalam investigasi kecelakaan dan inspeksi keselamatan untuk pencegahan kecelakaan, mengikutsertakan pekerja dalam program kesehatan dan keselamatan serta memberikan contoh positif yang aman dan sehat di tempat kerja.

5.3.5. Tanggung Jawab Pekerja

Keselamatan merupakan tanggung jawab manajemen, dimana setiap pekerja diharapkan bekerja dengan aman dan tidak membahayakan diri sendiri atau menyebabkan kecelakaan bagi pekerja lainnya. Setiap pekerja harus mengerti bahwa tanggung jawabnya untuk keselamatan sendiri adalah bagian yang

diperlukan dalam pekerjaan. Setiap pekerja diberikan beban tanggung jawab untuk:

- Mengobservasi dan mematuhi semua aturan keselamatan kerja;
- Mengikuti instruksi dan mengajukan pertanyaan ketika mengalami keraguan dalam bertindak;
- Melaporkan semua kondisi tidak aman atau situasi yang berpotensi menimbulkan bahaya;
- Melaporkan semua kecelakaan yang terjadi dan timbulnya luka kepada supervisornya;
- Melaporkan semua peralatan yang rusak kepada supervisornya; dan
- Membantu menjaga keamanan dan kebersihan di seluruh area kerja.

5.3.6. Inspeksi Tempat Kerja

Inspeksi keselamatan di tempat kerja biasanya dilakukan setiap bulannya atau ketika terjadi perubahan kondisi, atau jika terdapat proses atau prosedur baru yang akan diterapkan. Prosedur operasi yang aman

selalu digunakan untuk meningkatkan keefektifan program keselamatan dan tindakan pencegahan kecelakaan sedini mungkin. Semua inspeksi bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan tempat kerja.

Setiap perusahaan perlu secara rutin mengadakan pertemuan komite kesehatan dan keselamatan berkaitan dengan bagaimana penerapan program keselamatan dan pengendalian potensi bahaya yang telah teridentifikasi. Komite kesehatan dan keselamatan kerja terdiri dari pekerja dan perwakilan manajemen dengan pertemuan rutin minimal satu bulan sekali. Waktu pertemuan ditulis dan ditampilkan sehingga para pekerja lain dapat mengetahui agenda tersebut.

Komite kesehatan dan keselamatan akan berpartisipasi dalam melakukan inspeksi berkala untuk meninjau keefektifan suatu program keselamatan dan membuat rekomendasi peningkatan kualitas dari

kondisi tidak aman/ tidak sehat menjadi aman dan sehat.

Semua pekerja mulai supervisor hingga pekerja biasa akan menerima pelatihan keselamatan dari setiap fase peforma kerja. Pendidikan keselamatan dan praktik pelatihan akan diimplementasikan dan dilaksanakan di tempat bekerja.

5.3.7. Investigasi Kecelakaan

Supervisor akan melaksanakan investigasi dari kecelakaan yang mengakibatkan kematian, luka, sakit dan rusaknya peralatan. Supervisor akan menggunakan form investigasi standar dari perusahaan. Laporan tentang kejadian kecelakaan tersebut dilengkapi dan diserahkan kepada pejabat berwenang pada bidang pelaksanaan kesehatan dan keselamatan kerja.

5.3.8. Pengawasan Laporan

OSHA memerlukan setiap perusahaan berkomitmen dan melaporkan data pekerja yang terluka

dan sakit secara jujur dan dapat dipertanggungjawabkan. Laporan ini digunakan oleh manajemen untuk mengevaluasi keefektifan program keselamatan dan kesehatan yang telah diterapkan. Laporan yang telah diberikan secara rutin itu menjadi bahan publikasi oleh OSHA secara periodic sebagai bentuk transparansi dan akuntabilitas perusahaan pada masyarakat luas.

5.3.9. Pelatihan

Pekerja baru atau pekerja yang akan pindah bagian harus menjalani pelatihan atau orientasi kesematan yang berhubungan dengan bidang kerja. Program ini menyediakan informasi kesehatan dan keselamatan kerja berstandar OSHA maupun disesuaikan dengan undang-undang serta peraturan terkait lainnya. Supervisor melakukan pencatatan kehadiran pekerja dan semua laporan didokumentasikan secara lengkap dan baik sebagai catatan pribadi pekerja (penilaian kerja). Untuk

meningkatkan kesadaran akan kesehatan dan keselamatan kerja, maka supervisor wajib melakukan rapat koordinasi mingguan, terutama di awal jam kerja dengan intensitas rapat yang bisa disesuaikan dengan keadaan.

5.3.10. Ketersediaan Penanganan Pertama dan medis

Perusahaan akan menginformasikan kepada pekerja melalui catatan berkaitan dengan catatan medis mulai dari tahun pertama bekerja dan setiap tahunnya. Tiap-tiap lokasi proyek harus memiliki penyediaan pertolongan pertama yang tersertifikasi dan tenaga medis terlatih. Setiap pengobatan yang dilakukan harus didokumentasikan ke dalam log book keselamatan. Di setiap lokasi disediakan layanan medis terdekat dan disediakan informasi nomor telepon darurat bagi pekerja untuk memanggil petugas medis. Pertolongan pertama juga mencakup ketersediaan unit pemadam kebakaran.

5.3.11. Prosedur darurat dan pemadam kebakaran

Prosedur darurat dan pemadam kebakaran menjadi bagian terintegrasi di dalam program kesehatan dan keselamatan kerja. Perusahaan harus memiliki pedoman bagaimana pemadam kebakaran diletakkan dan tersedia di lokasi yang tepat, diperiksa dan dipelihara sesuai dengan aturan standar. Semua peralatan perlindungan terhadap bahaya kebakaran harus diperiksa ulang setidaknya satu bulan sekali dan didokumentasikan. Jika terdapat kerusakan harus segera diperbaiki dan dipasang peralatan yang bisa bekerja normal. Baik, supervisor dan pekerja sedini mungkin mencari potensi bahaya dan berupaya melakukan pengurangan risiko yang ditimbulkannya.

Setiap personil yang terlibat memiliki tanggungjawab terhadap keselamatan serta diberikan pemahaman dan pelatihan agar dapat mengenali bahaya kebakaran, menjaga alat pemadam kebakaran, dan mengetahui penggunaannya dengan tepat. Prosedur yang tepat dalam penanganan kondisi darurat

dan pemadam kebakaran berkaitan dengan respon, tindakan, standar peringatan, telepon darurat dan prosedur komunikasi, serta latihan evakuasi. Prosedur ini harus dilatihkan secara terus-menerus.

5.4. Program Tertulis

Kebanyakan dari regulasi OSHA memiliki ketentuan untuk program tertulis sebagai peraturan, dan meskipun menyulitkan dalam pelaksanaan, namun ketentuan ini merupakan keharusan. Persyaratan standar *hazard* untuk program tertulis harus termasuk dalam :

- ✓ Pendataan bahaya-bahaya kimia dalam tempat kerja;
- ✓ Bagaimana penerapan metode yang tepat untuk memberikan informasi antar pekerja lain berkaitan dengan tugas-tugas yang rutin dan kondisi bahaya;
- ✓ Bagaimana pekerja mempersiapkan dokumen Lembar Data Keselamatan Bahan atau MSDS,

memastikan bahwa dokumen itu ada dan mensosialisasikan di tempat kerja dengan tepat;

- ✓ Penerapan sistem pelabelan dan tata cara sosialisasi yang efektif ; dan
- ✓ Bagaimana pekerja melakukan pelatihan bahan kimia berbahaya.

Beberapa regulasi OSHA lain yang membutuhkan program tertulis adalah :

- ✓ Proses manajemen keselamatan dari bahan kimia yang sangat berbahaya (29 CFR 1910.1030)
- ✓ Rencana pengendalian paparan (29 CFR 1910.1030)
- ✓ Rencana tindakan darurat (29 CFR 1910.38)
- ✓ Rencana pencegahan kebakaran (29 CFR 1910.134)
- ✓ Program respirator (29 CFR 1910.134)
- ✓ Program pengendalian energi (29 CFR 1910.147)
- ✓ Limbah berbahaya dan respon darurat (29 CFR 1910.120)

- ✓ Program komunikasi bahaya (29 CFR 1926.59)
- ✓ Rencana perlindungan kejatuhan (barang/alat) (29 CFR 1910.66)
- ✓ Rencana pembatasan ruang atau izin memasuki ruang (29 CFR 1910.146)

Referensi :

Reese, C.D. 2009. Industrial Safety and Health for Infrastructure Service. CRC Press, New York.

Ruang Diskusi :

- a. Apa manfaat penerapan program keselamatan di industri
- b. Mengapa komunikasi sangat penting bagi penerapan program keselamatan. Berikan penjelasan metode komunikasi yang mendukung program keselamatan.
- c. Buatlah beberapa contoh implementasi di bidang komunikasi untuk keperluan: tanggap

darurat, penyimpanan bahan, ruang kerja, dan pengoperasian mesin.

- d. Bacalah salah satu studi kasus kecelakaan kerja di industri kimia pada Bab II. Buatlah runutan investigasi kecelakaan dari tragedi tersebut (materi lain bisa diperkaya dari referensi atau sumber informasi lain).
- e. Sebutkan dan jelaskan persyaratan OSHA bagi program kesehatan dan keselamatan
- f. Jelaskan ruang lingkup dari pertolongan pertama jika terjadi kecelakaan dan bantuan medis
- g. Mengapa komitmen perusahaan sangat penting bagi terwujudnya lingkungan kerja yang aman ? Dukungan apa yang perlu disertakan, baik di level pekerja maupun pengawas ?