

TUGAS KESELAMATAN PROSES



Pengantar Toksikologi, Alat-Alat Pelindung Diri, serta Penanganan dan Penyimpanan Bahan-Bahan Kimia Berbahaya

Disusun oleh :

Fatma Tsaniya Chamdani	21030114120055
Reni Fatmawati	21030114120063
Fachmy Adji P.S.	21030114130146
Assalaam Umar Abdurahman	21030114131200
Jayu Setyaningrum	21030114120060
Rizqi Pindy Wisudawati	21030114120052
Fawzia Puti Paundrianagari	21030114120065
Virantika Wiji Pangestu	21030114120058
Muchammad Chilmi D.	21030114120051
Iik Febriana	21030114120109
Rinda A Firdhaus	21030114120054
Muhammad Taufik Sulaiaman	21030114120108
Steven	21030114140182

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2016

BAB I

PENDAHULUAN

Industri kimia merupakan industri dimana dalam setiap proses produksinya selalu berkaitan dengan bahan-bahan kimia, baik pada bahan mentah, bahan tambahan, maupun produk yang dihasilkan dari industri tersebut. Keselamatan kerja di industri berkaitan erat dengan pengetahuan tentang bahan kimia, sifat, proses, dan resiko bahaya yang mungkin dapat ditimbulkan.

Dalam setiap integrasi proses industri, penyimpanan (pemisahan) bahan kimia merupakan salah satu hal yang wajib dimengerti setiap pegawai di industri, karena bahan kimia yang biasanya aman bila disimpan dalam keadaan tunggal dapat menjadi berbahaya bila disimpan bersamaan dengan bahan kimia tertentu. Selain itu pada setiap bahan kimia kemungkinan terkandung zat beracun sangatlah mungkin.

Dalam industri kimia yang notabane nya berkaitan dengan bahan kimia, keselamatan proses nampaknya perlu diberikan secara ekstra, hal ini karena bahan kimia merupakan bahan yang rentan memberikan efek negatif bagi kesehatan manusia atau makhluk hidup lainnya. Pengantar toksikologi, ilmu yang mempelajari tentang bahan beracun, perlu diberikan guna memperdalam ilmu pengetahuan pegawai yang ada pada industri kimia. Disamping itu, perlu adanya cara penanganan dini untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja pada sebuah industri. Salah satunya yaitu pengenalan dan penggunaan alat pelindung diri (APD).

BAB II

RUMUSAN MASALAH

Penggunaan bahan kimia pada industri kimia dapat memberikan efek negatif bagi kesehatan dan keselamatan pada diri manusia atau makhluk hidup apabila tidak diberikan penanganan secara khusus. Terlebih bahan kimia mengandung zat-zat yang membahayakan tubuh, bahkan mengandung bahan beracun. Suatu bahan beracun dapat mencetuskan suatu penyakit pada tubuh manusia, terlebih pada seseorang yang sering terpapar zat kimia tertentu.

Bahan kimia merupakan suatu zat yang memiliki kesensitifan yang tinggi. Keamanan suatu zat kimia dipengaruhi pula oleh bagaimana penyimpanan dan penanganan terhadap bahan kimia tersebut. Ada beberapa zat kimia yang aman bila disimpan sebagai zat tunggal, namun menjadi berbahaya bila disimpan bersama bahan kimia lainnya. Seperti halnya asam asetat yang apabila dicampur oleh asam kromat akan menjadi bahan yang berbahaya.

Sehingga pengetahuan yang cukup mengenai toksikologi dan cara penyimpanan bahan kimia yang benar sangat dibutuhkan sebagai pengetahuan awal seorang pegawai industri kimia untuk mencegah terjadinya pemaparan bahan beracun. Usaha-usaha ini dapat dilakukan dengan mengetahui pentingnya penggunaan alat pelindung diri.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3. 1. Pengantar Toksikologi

3.1.1. Definisi dan Pengertian

- **Toksikologi** : Ilmu yang mempelajari tentang racun-racun, efek racun terhadap manusia/makhluk hidup, cara-cara mendeteksi/mengukur, serta mempelajari zat penawarnya/antidotum.
- **Racun** : bahan/senyawa yang dalam jumlah relative sedikit dapat membahayakan kesehatan/jiwa manusia, atau dapat menimbulkan gejala-gejala keracunan.

3.1.2. Toksikologi Industri

Mempelajari racun-racun yang dipergunakan, diolah maupun dihasilkan oleh pabrik/perusahaan. Dengan mempelajari toksikologi industri dapat dilakukan usaha usaha pencegahan bagi tenaga kerja yang dalam kerjanya sehari hari menderita pemaparan bahan racun. Usaha usaha ini dapat dilakukan dengan cara mendesain proses kerja yang aman, atau memakai alat kerja/alat pelindung diri.

Bahan kimia yang bukan racun misalnya garam dapur, tetapi jika kita memakannya dalam jumlah besar akan menimbulkan gejala keacunan. Begitu pula bahan kimia yang berupa obat untuk menyembuhkan penyakit juga akan menimbulkan gejala keracunan jika kita memakannya dalam jumlah berlebihan.

3.1.3. Bahan-Bahan yang dapat Berupa Racun

Bahan-bahan yang dapat berupa racun dapat dibedakan sebagai berikut.

- Chemical toxicants : racun dari bahan-bahan kimia umum
- Biological toxicants : racun yang dihasilkan oleh makhluk hidup, misalnya serangga, ular, dan sebagainya.
- Bacterial toxicants : racun yang dihasilkan oleh sejenis bakteri
- Botanical toxicants : racun yang dihasilkan oleh tanaman

Bahan-bahan kimia umum yang dapat menimbulkan racun:

- Golongan pestisida, seperti organoklorin, organofosfat, karbamat dan arsenik.
- Golongan gas, seperti nitrogen, metana, karbon dioksida, karbon monoksida, hidrogen sianida, hidrogen sulfida, nikel karbonil, sulfur dioksida, klor, fluor, nitrogen oksida, fosgen, arsen dan stibin.
- Golongan logam atau metalloid, seperti timbal, fosfor, raksa, arsen, krom, kadmium, nikel, platina dan seng.
- Golongan bahan organik, seperti akril amida, anilin, benzena, toluena, *xylene*, vinil klorida, karbon disulfida, metil alkohol, fenol dan stirena.

3.1.4. Tingkat Efek Racun terhadap Badan

Pengaruh racun terhadap badan dipengaruhi oleh:

- ✓ Sifat fisik bahan kimia, yang dapat berwujud gas, uap, debu, koloid, suspensi dan sebagainya.
- ✓ Dosis beracun, yaitu konsentrasi racun yang masuk ke dalam tubuh.
- ✓ Lama pemaparan.
- ✓ Sifat kimia dari zat racun, meliputi jenis senyawa, ukuran molekul, kelarutan dalam jaringan tubuh dan jenis pelarut.
- ✓ Jalan masuk ke dalam tubuh, antara lain melalui jalur pernafasan, pencernaan, kulit dan selaput lendir.
- ✓ Faktor pada tenaga kerja sendiri, meliputi usia, jenis kelamin, tingkat kesehatan tubuh, daya tahan tubuh, kebiasaan, faktor genetik, status endokrin dan sebagainya.

3.1.5. Klasifikasi Racun

Racun dapat diklasifikasikan menurut tingkat keracunan zat yang besarnya dapat ditentukan oleh besarnya nilai LD 50 (lethal dosage 50). LD 50 merupakan besarnya dosis dari racun yang diberikan lewat oral kepada binatang percobaan yang dapat mengakibatkan ½ dari binatang percobaan tersebut mengalami kematian.

Klasifikasi racun berdasarkan nilai LD 50 (mg/kg) adalah sebagai berikut.

- Tingkat I (super toxic) : <1

- Tingkat II (extremely toxic) : 1 – 5
- Tingkat III (highly toxic) : 5 – 50
- Tingkat IV (moderately toxic) : 50 – 500
- Tingkat V (slightly toxic) : 500 – 5000
- Tingkat VI (practically non-toxic) : 5000 – 15000

3.1.6. Proses Fisiologi

1. Penyebaran racun ke dalam badan

Racun masuk ke dalam badan melalui kulit atau selaput lendir/selaput epitel misalnya pada jalan pencernaan, jalan pernafasan atau mata. Melalui peredaran darah akhirnya dapat masuk ke organ – organ tubuh secara sistemik.

Organ tubuh yang biasanya juga terkena keracunan adalah :

- Paru – paru
- Hati (liver)
- Susunan syaraf pusat (otak + sumsum tulang belakang)
- Sumsum tulang
- Ginjal
- Kulit
- Susunan syaraf tepi
- Darah

Bahan – bahan racun dalam industri biasanya sifatnya mudah larut dalam lemak, sehingga organ tubuh yang berkadar lemak tinggi seperti jaringan otak, sumsum tulang, dan sumsum tulang belakang, banyak dimasuki racun dan terjadi timbunan racun secara kronik (pelan-pelan).

Efek racun pada tubuh akan memberikan efek lokal seperti :

- Iritasi
- Reaksi alergi
- Kontak dermatitis
- Ulcus(krom)
- Acne (olie minyak)

Juga gejala-gejala keracunan sistemik bergantung pada organ tubuh yang terkena.

2. Cara kerja racun

Racun dapat meracuni badan kita dengan :

a. Mempengaruhi kerja enzim/hormon

Enzim/hormon terdiri dari protein kompleks yang dalam bekerjanya perlu adanya kofaktor/aktivator yang biasanya berupa logam berat atau vitamin. Bahan racun tersebut sifatnya dapat menonaktifkan aktivator sehingga enzim/hormon tak dapat bekerja, atau langsung nonaktif.

b. Masuk dan bereaksi dengan sel, sehingga mempengaruhi/menghambat kerja sel

Gas CO menghambat hemoglobin dalam mengikat/membawa O₂.

c. Merusak jaringan sehingga timbul histamine dan serotonine

Ini akan menimbulkan reaksi alergi, juga kadang – kadang terjadi reaksi oksidasi terhadap racun, sehingga dapat terjadi senyawa baru yang lebih beracun.

3. Fungsi detoksifikasi dari hepar (hati)

Racun yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami proses detoksifikasi (dinetralsir) dalam hati, oleh fungsi hepar (hati). Senyawa racun itu akan diubah lagi ke senyawa lain yang sifatnya tidak lagi beracun dalam tubuh.

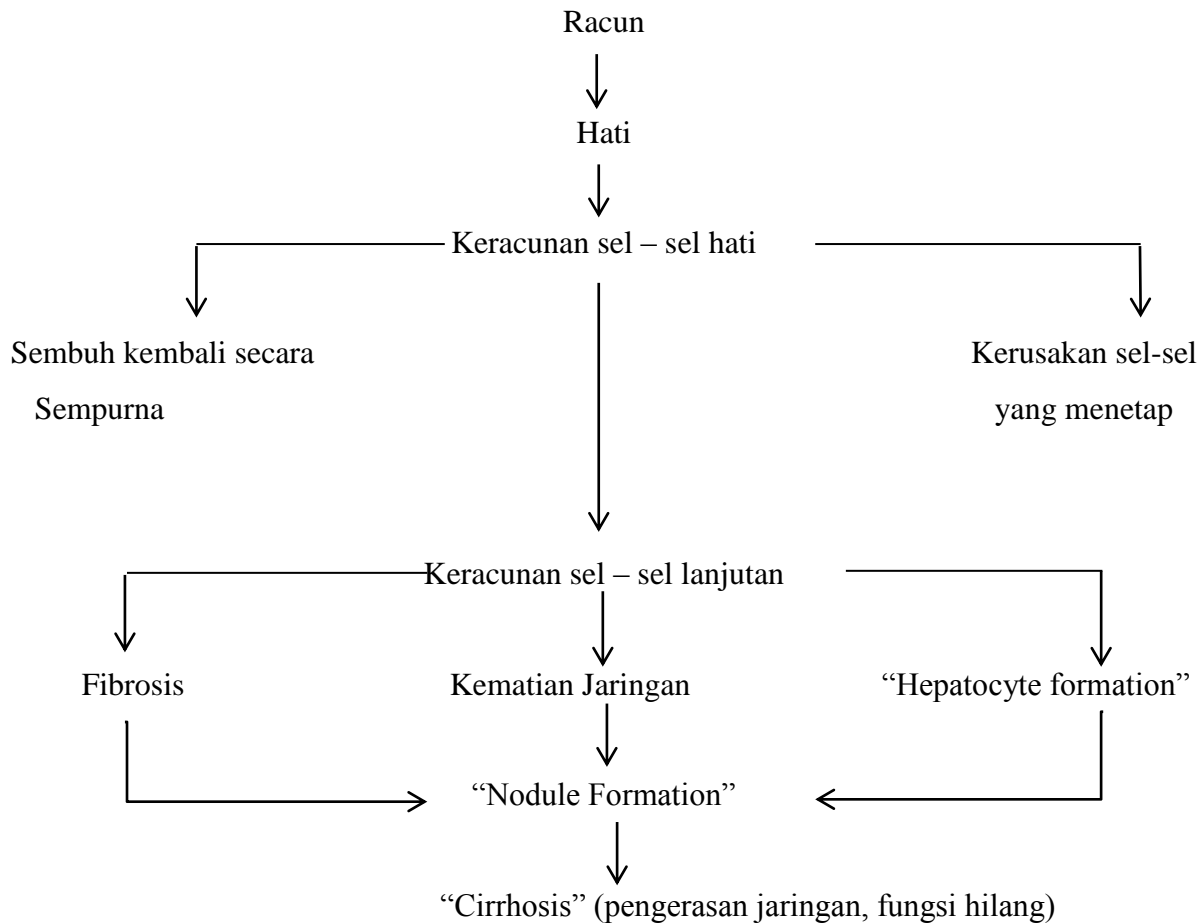
Jika jumlah racun yang masuk dalam tubuh relatif sedikit dan fungsi detoksifikasi dari hepar berjalan baik, maka dalama tubuh kita tidak akan terjadi gejala keracunan.

Jika racun yang masuk jumlahnya besar dan fungsi detoksifikasi dari hepar tidak berjalan baik, maka tubuh kita akan keracunan, dan hati (hepar) akan mengalami kerusakan.

Fungsi detoksifikasi hati (hepar) dapat dilakukan secara :

- Reaksi oksidasi
- Reaksi reduksi
- Reaksi hidrolisa
- Reaksi sintesa/konyugasi/metilasi

Skema kerusakan hati (hepar)



4. Pengeluaran racun dari badan

Racun yang masuk dalam badan dapat kita keluarkan dari atau dapat juga ditimbun dalam badan timbunan dalam badan terutama terdapat pada jaringan – jaringan berkadar lemak tinggi, dan ini akan memberikan efek keracunan kronik.

Pengeluaran racun dari badan dapat dilakukan melalui :

- Ginjal, akhirnya melalui saluran kencing bersama urine (air kencing).
- Hati, lewat saluran empedu dan akhirnya keluar bersama kotoran (faeces)
- Kulit
- Paru-paru
- Faeces
- Dan lain-lain

3.1.7. Pengaruh Bahan-Bahan Kimia yang Ada di Udara

1. Yang berupa partikel-partikel, menyebabkan :
 - Perangsangan : kapas, sabun, bubuk kertas
 - Toksik (beracun) : Pb, As, Mn, dan lain-lain
 - Fibrosis (pada paru-paru) : debu kwarsa, asbes
 - Alergi : tepung sari, kapas, wool, bulu kucing
 - Menimbulkan demam : fume/uap logam Zn
 - Inert (tidak menimbulkan reaksi jaringan hanya mengganggu kenyamanan kerja) : kayu, aluminium, kapur dan lain-lain.
2. Yang berupa gas/uap (bukan partikel), menyebabkan :
 - Perangsangan (iritasi) NH_3 , HCl, H_2S , dan lain-lain
 - Asfiksian (sesak nafas) : metan, H_2 , CO_2 , Helium dan lain-lain
 - Toksik (beracun) : senyawa organik/anorganik, AsH_3 , Tel(Pb), Nikelkarbonil (Ni), dan sebagainya
 - Merusak jaringan tubuh
 - Anaestesi : trikloroetilen
 - Merusak alat-alat dalam : CCl_4
 - Merusak susunan darah : benzena
 - Merusak susunan syaraf : paration
 - Dan sebagainya

3.1.8. Monitoring Biologis

Seseorang yang mengalami keracunan, dapat diketahui dengan adanya gejala-gejala keracunan. Gejala ini dapat berupa gejala umum (non spesifik) dan gejala spesifik. Namun kadang-kadang susah menentukan adanya keracunan dengan melihat gejala-gejala saja.

Untuk memastikan telah terjadinya keracunan atau memonitor terhadap terjadinya keracunan di badan, dapat dilakukan pemeriksaan laboratorium dari bahan, dan pemeriksaan ini dinamakan Monitoring Biologis.

Pemeriksaan biologis ini dapat dilakukan melalui pemeriksaan secara periodik dari : Urine (air kencing), Faeces (tinja), Darah, Kuku, dan lain-lain.

3.1.9. Gejala-Gejala Keracunan

Racun yang masuk ke dalam badan, yang telah menjalar ke organ-organ tubuh (sistemik) dapat menimbulkan gejala-gejala keracunan.

Gejala tersebut dapat berupa gejala non spesifik dan gejala spesifik.

- Gejala non spesifik : pusing, mual, muntah, gemetar, lemah badan, pandangan kunang-kunang, sukar tidur, nafsu makan berkurang, sukar berkonsentrasi pikiran, dan sebagainya.
- Gejala spesifik : sesak nafas, muntah, sakit perut, diare, kejang-kejang/kramps perut, gangguan mental, kelumpuhan, gangguan penglihatan, air liur berlebihan, nyeri otot, koma, pingsan, dan sebagainya.

3.1.10. NAB (Nilai Ambang Batas)

Untuk mengetahui apakah bahan-bahan kimia atau racun yang ada di udara atau lingkungan kerja telah membahayakan terhadap kesehatan tenaga kerja, maka perlu diukur kadar atau konsentrasinya dari bahan-bahan kimia tersebut.

Jika kadarnya telah melampaui dari harga NAB yang telah ditentukan, maka ini berarti telah membahayakan terhadap kesehatan tenaga kerja untuk bekerja di ruangan tersebut. Dan keadaan ini harus dikendalikan yaitu dengan upaya-upaya menurunkan kadarnya sehingga di bawah NAB atau melakukan upaya dengan memberikan alat perlindungan kerja.

Definisi NAB :

Nilai ambang batas bahan-bahan kimia adalah kadar bahan kimia dalam udara tempat kerja yang merupakan pedoman pengendalian, agar tenaga kerja masih dapat menghadapinya dengan tidak mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan atau kenikmatan kerja dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak boleh lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam seminggu.

Satuan NAB ditentukan dalam dua satuan yaitu :

- ✓ Ppm (bagian dalam sejuta)
- ✓ Kadar dalam mg/m^3 .

Didalam daftar NAB juga ada keterangan bahaya terhadap bagian tubuh manusia.

Contoh-contoh NAB :

Nama Zat / Bahan Kimia	NAB		keterangan
	Ppm	Mg/m ³	
Air raksa	-	0,1	Segala jenis kecuali kulit
Aldren	-	0,25	Awas kulit
Asam sianida	10	11	Awas kulit
Fosgen	0,1	0,4	Karbonil klorida
Karbon dioksida	5000	9000	-
Karbon disulfide	20	60	Awas kulit
Karbon monoksida	100	115	-

NAB Gabungan

Jika di dalam udara terdapat bermacam-macam bahan kimia maka NAB nya ditentukan oleh NAB gabungan. Jika harga dari NAB gabungan ini > 1, ini berarti harga NAB dilampaui, dan telah membahayakan kesehatan.

Contoh menghitung NAB gabungan :

Misalnya : Zat I : NAB₁ = 10

$$C_1 \text{ (kadar)} = 5 \text{ mg/m}^3$$

Zat II : NAB₂ = 50

$$C_2 \text{ (kadar)} = 20 \text{ mg/m}^3$$

Zat III : NAB₃ = 25

$$C_3 \text{ (kadar)} = 10 \text{ mg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{NAB gabungan} &= \frac{C_1}{\text{NAB}_1} + \frac{C_2}{\text{NAB}_2} + \frac{C_3}{\text{NAB}_3} \\ &= \frac{5}{10} + \frac{20}{50} + \frac{10}{25} \\ &= \frac{25+20+20}{50} = 1,3 > 1 \text{ (dilampaui).} \end{aligned}$$

$$\text{NAB} = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{1,3} = \frac{35}{1,3} = 27 \text{ mg/m}^3$$

Kegunaan dari Nilai Ambang Batas Bahan Kimia :

1. Sebagai kadar standar untuk perbandingan
2. Pedoman untuk perencanaan proses produksi dan perencanaan teknologi pengendalian
3. Substitusi bahan dengan yang kurang beracun

4. Membantu menentukan gangguan kesehatan atau timbulnya penyakit-penyakit dan hambatan-hambatan efisiensi kerja akibat faktor kimiawi

3.1.11. Studi Toksikologi

Studi Toksikologi dapat dilakukan :

1. Berdasarkan kejadian dan sumber bahaya yang ada di lingkungan kerja
 - Sumber bahaya diketahui/ditentukan
 - Dipelajari efek-efek akutnya (oleh dokter perusahaan)
 - Tidak ada kontrol studi
 - Tidak banyak membantu dalam melihat hubungan antara besar dosis dan efek
2. Studi dengan binatang percobaan
 - Binatang percobaan (tikus/marmot) dipaparkan dengan bahan kimia/beracun
 - Binatang percobaan dibunuh, dipelajari efek pada organ tubuh
 - Dilakukan control studi
 - Dapat untuk menentukan :
 - a. Dosis letal (LD)
 - b. Dosis letal 50 (LD50)
3. Studi pada manusia
 - Eksperimental
 - Dilakukan dengan dosis rendah
 - Efek dipelajari dalam laboratorium
 - Masalah etis

3.1.12. Usaha-Usaha Pencegahan/Preventif

1. Eliminasi : pengusiran atau pemindahan sumber bahaya
2. Substitusi : mengganti dengan bahan yang kurang berbahaya
3. Isolasi : proses kerja yang berbahaya disendirikan
4. Enclosing : mengurangi/memagari sumber bahaya (membuat barrier terhadap gerakan udara)
5. Ventilasi

6. Penyempurnaan proses : Mengurangi sumber-sumber bahaya yang ditimbulkan dalam proses (proses kering diganti dengan basah)
7. Penyempurnaan produksi :
 - Mengeliminir sumber bahaya dalam proses produksi
 - Mendesain produksi berdasarkan keselamatan dan kesehatan kerja
8. House keeping:
 - Kerumahtanggaan yang baik
 - Kebersihan, kerapihan, pengontrolan
9. Pengendalian / peniadaan debu
10. Maintenance : Pemeliharaan yang baik (proses produksi, control, dan sebagainya)
11. Sanitasi : Higene perorangan, kamar mandi, pakaian, fasilitas kesehatan, disinfektan, dan sebagainya
12. Operational praktis :
 - Inspeksi keselamatan dan kesehatan kerja
 - Analisa keselamatan dan kesehatan kerja
13. Pendidikan :
 - Pendidikan kesehatan
 - Job training
14. Membuat label dan tanda peringatan terhadap sumber bahaya
15. Penggunaan alat pelindung diri (masker, akca mata, pakaian kerja khusus, krim kulit, sepatu, dan sebagainya)
16. Monitoring lingkungan kerja : Melakukan sampling dan analisa
17. Pengendalian sampah dan air buangan secara higienis
18. Kontrol administrasi :
 - Administrasi kerja yang sehat
 - Pengurangan jam pemaparan
19. Pemeriksaan kesehatan :
 - Awal, periodik, khusus
 - Screening
 - Monitoring biologis (darah, tinja, urin, dan sebagainya)
20. Management program pengendalian sumber bahaya :

- Perencanaan
- Organisasi
- Kontrol
- Peralatan dan sebagainya

3. 2. Alat-Alat Pelindung Diri

3.2.1. Pendahuluan

Alat Pelindung Diri (APD) adalah alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang dalam pekerjaan yang fungsinya mengisolasi tenaga kerja dari bahaya di tempat kerja. APD dipakai setelah usaha rekayasa (engineering) dan cara kerja yang aman (work practice) telah maksimum.

Kelemahan penggunaan APD:

- 1) Kemampuan perlindungan yang tak sempurna karena:
 - memakai APD yang tak tepat
 - cara pemakaian APD yang salah
 - APD tak memenuhi persyaratan yang diperlukan
- 2) Sering APD tak dipakai karena tidak enak/kurang nyaman.

Karena itu adalah penting dalam pemeliharaan dan kontrol terhadap APD sehingga fungsi APD tetap baik, misalnya:

- APD yang sangat sensitive terhadap perubahan tertentu
- APD yang mempunyai masa kerja tertentu seperti kanister, filter dan penyerap (cartridge).
- APD dapat menularkan penyakit, bila dipakai berganti-ganti.

3.2.2. Alat Pelindung Kepala

Berdasarkan fungsinya dapat dibagi menjadi 3 bagian:

- A. Topi pengaman (safety helmet), untuk melindungi kepala dari benturan atau pukulan benda-benda.
- B. Topi/tudung, untuk melindungi kepala dari api, uap-uap korosif, debu, kondisi iklim yang buruk.

- C. Tutup kepala, untuk menjaga kebersihan kepala dan rambut atau mencegah lilitan rambut dari mesin dan lain-lain.

A. Topi pengaman:

Di Amerika terdapat 4 jenis topi yaitu:

1. Untuk penggunaan umum dan untuk tegangan listrik yang terbatas.
2. Tahan terhadap tegangan listrik tinggi.
3. Tanpa perlindungan terhadap tegangan listrik, biasanya terbuat dari logam.
4. Yang digunakan untuk pemadam kebakaran.

Syarat-syarat umum:

1. Bagian dari luarnya harus kuat dan tahan terhadap benturan atau tusukan benda-benda runcing.

Cara mengujinya:

- Dengan menjatuhkan benda seberat 3 kg dari ketinggian 1 m; topi tak boleh pecah atau benda tak boleh menyentuh kepala.

2. Jarak antara lapisan luar dan lapisan dalam di bagian puncak; 4-5 cm.
3. Tidak menyerap air.

Diuji dengan merendam dalam air selama 24 jam, air yang diserap kurang 5% beratnya.

4. Tahan terhadap api

Topi dibakar selama 10 detik dengan pembakar bunsen atau propan, dengan nyala api bergaris tengah 1 cm. Api harus padam setelah 5 detik.

Syarat-syarat khusus lainnya:

- a. Tahan terhadap listrik tegangan tinggi.

- Diuji dengan mengalirkan arus bolak-balik 20.000 Volt dan 60 Hz, selama 3 menit, kebocoran arus harus lebih kecil dari 9 mA.
- Tak boleh terdapat lubang.
- Tak menggunakan bagian-bagian dari logam
- Setelah direndam dalam air 24 jam, air yang diserap kurang dari 0,5% beratnya.

- b. Tahan terhadap listrik tegangan rendah.

Diuji dengan mengalirkan arus bolak-balik 2200 volt dan 60 Hz selama 1 menit, kebocoran harus kurang dari 9 mA.

B Topi/Tudung

Untuk melindungi kepala dari zat-zat kimia, iklim yang berubah-ubah, api dan lain-lain. Harus terbuat dari bahan yang tak mempunyai celah atau lubang, biasanya terbuat dari asbes, kulit, wool, katun yang dicampur aluminium dan lain-lain.

C Penutup rambut

Biasanya terbuat dari katun atau bahan lain yang mudah dicuci. Alat pelindung kepala ini dapat dilengkapi dengan alat pelindung diri lainnya seperti: kacamata/goggles, penutup muka, penutup telinga, respirator dan lain-lain.

3.2.3. Alat Pelindung Telinga

Ada 2 jenis :

1. Sumbat telinga (ear plug)

Sumbat telinga yang baik adalah menahan frekuensi tertentu saja, sedangkan frekuensi untuk bicara biasanya(komunikasi) tak terganggu.

Kelemahan: tak tepat ukurannya dengan lubang telinga pemakai, kadang-kadang lubang telinga kanan tak sama dengan yang kiri.

Sumbat telingan bisa terbuat dari : karet, plastik keras, plastik yang lunak, lilin, kapas. Kemampuan atenuasi (daya lindung) : 25-30 dB. Bila ada kebocoran sedikit saja, dapat mengurangi atenuasi kurang lebih 15dB.

2. Tutup telinga (ear muff)

Ada beberapa jenis atenuasinya :

- Pada frekuensi 2800-400 Hz sampai 42 dB (35-45 dB)
- Untuk frekuensi biasa, 25-30 dB.

3.2.4. Alat Pelindung Muka Dan Mata (Face Shield)

Fungsi : melindungi diri :

- Lemparan benda-benda kecil
- Lemparan benda-benda panas
- Pengaruh cahaya

- Pengaruh radiasi tertentu

Bahan pembuat :

- Gelas/kaca biasa, ada 2 jenis :
 - ✓ Gelas yang diterima secara panas. Bila pecah tak menimbulkan bagian-bagian yang tajam. Bila dipasang frame tidak mudah lepas.
 - ✓ Gelas dengan laminasi aluminium dan lain-lain.
- Plastik, ada beberapa jenis :
 - a. Selulosa asetat
 - b. Akrilik
 - c. Poli karbonat
 - d. CR-39 (allyl-diglycol carbonat)

Syarat-syarat alat pelindung muka dan mata:

- a. Ketahanan terhadap api, sama dengan helm
- b. Ketahanan terhadap lemparan-lemparan benda-benda: misalnya saat dijatuhkan dengan diameter 1 inchi, dengan bebas dari ketinggian 125 cm, mengenai lensa pada titik pusat geometris lensa, lensa tidak boleh pecah dan tergeser dari framenya.
- c. Syarat optis tertentu : lensa tidak boleh mempunyai efek distorsi/efek prisma lebih dari 1/16 prisma dioptri , artinya perbedaan refraksi, harus lebih kecil dari 1/16 dioptri.
- d. Alat pelindung mata terhadap radiasi. Prinsipnya kacamata yang hanya tahan terhadap panjang gelombang tertentu. Standar Amerika, ada 16 jenis kaca dengan sifat-sifat tertentu.

3.2.5. Alat Pelindung Pernafasan

Alat pelindung pernafasan berfungsi untuk memberikan perlindungan terhadap sumber-sumber bahaya di udara tempat kerja seperti :

- Kekurangan oksigen
- Pencemaran oleh partikel (debu, kabut, asap, dan uap logam)
- Pencemaran oleh gas atau uap

Ada 3 jenis alat pelindung pernafasan:

a. Respirator yang bersifat memurnikan udara.

1. Respirator yang mengandung bahan kimia

a. Topeng gas dengan canister yang sesuai, untuk bahan-bahan kimia tertentu:

Harus dipilih canister yang sesuai dengan zat pencemar, misalnya canister untuk gas-gas dari asam kuat (HCl, H₂SO₄, da lain-lain), harus menggunakan canister yang mengandung soda (Amerika A dengan kode warna putih).
Harus diperhatikan batas waktu dari canister tersebut.

Batas waktu ini tergantung pada :

- Isi kanister
 - Konsentrasi zat pencemar
 - Aktivitas pemakaiannya
- Lebih aktif → pemakai O₂ meningkat → pemakaian udara meningkat → kanister cepat kadaluarsa.

b. Respirator dengan partum (cartridge) kimia:

- Biasanya menutup sebagian muka, dengan satu atau dua partum yang mengandung bahan kimia tertentu.
- Tak bisa digunakan untuk keadaan darurat.
- Berfungsi untuk satu macam atau satu golongan gas uap.

2 Respirator dengan filter mekanik

- Bentuk hamoir sama dengan respirator dengan cartridge kimia, tapi pemurni udara berupa saringan
- Biasanya digunakan untuk pencegahan terhadap debu

3. Respirator yang mempunyai filter mekanik dan bahan kimia

b. Respirator yang dihubungkan dengan supply udara bersih

Supply udara berasal dari :

1. Saluran udara bersih atau kompresor
2. Alat pernapasan yang mengandung udara (self contained breathing apparatus)

Biasanya berupa tabung gas yang berisi :

- Udara yang dimampatkan
- Oksigen yang dimampatkan
- Oksigen yang dicairkan

c. Respirator dengan pemasok oksigen.

Yang harus diperhatikan :

1. Pemilihan yang tepat sesuai dengan jenis bahayanya
2. Pemakaian yang tepat
3. Pemeliharaan dan pencegahan terhadap penularan penyakit

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan sebelum memilih alat pelindung pernafasan yang sesuai:

1. Sifat bahaya (partikulat, gas, uap, dan lain-lain)
2. Cukupnya tanda-tanda adanya zat pencemar
3. Kadar zat pencemar
4. Kegawatan bahaya (akibat bila alat pernafasan tidak berfungsi)
5. Lamanya (panjangnya waktu dalam lingkungan yang tercemar)
6. Lokasi (sehubungan dengan sumber udara segar)
7. Jalan (ke dan dari tempat yang tercemar)
8. Aktivitas pemakai yang diperkirakan (kekuatan fisiknya)
9. Mobilitas pemakai
10. Pasnya pada muka dan kenyamanan

Semua faktor yang tersebut diatas harus dipertimbangan benar sebelum mengambil keputusan terakhir, karena kegagalan atau kesalahan akan berakibat fatal.

Petunjuk pemakaian

Pastikan semua karyawan mendapat petunjuk lengkap mengenai pemakaian yang benar dari peralatan pernafasan mereka, terutama alat pernafasan lengkap dan peralatan darurat.

Lokasi dan penyimpanan

Pastikan bahwa semua peralatan pernafasan ditempatkan sedekat-dekatnya dengan tempat kerja dimana alat-alat itu mungkin diperlukan. Peralatan darurat atau penyelamatan harus ditempatkan di lokasi dimana alat-alat itu kemungkinan besar akan dipakai, dan disimpan baik-naik agar tidak memburuk dan rusak.

Perawatan

Semua peralatan pernafasan harus diservice secara berkala dan dirawat oleh teknisi-teknisi ahli.

Berhati-hatilah dalam penggunaan bahan pembersih dan lain-lain sebab sebagian diantaranya mungkin dapat merusak peralatan, terutama kedok, slang dan lain-lain atau menyebabkan gangguan pada pemakainya.

3.2.6. Pakaian Kerja

1. Pakaian Kerja Umum

Pakaian kerja pria : berlengan pendek, pas (tidak longgar) pada dada atau punggung, tidak ada lipatan-lipatan yang dapat mendatangkan bahaya.

Pakaian kerja wanita : memakai celana panjang, baju yang pas, tutup rambut dan tidak memakai perhiasan-perhiasan.

2. Pakaian Kerja Khusus

- a. Tahan terhadap panas, baik panas radiasi maupun panas konveksi.
 - Panas radiasi : pakaian dilapisi bahan yang dapat merefleksikan panas, biasanya aluminium dan berkilat.
 - Panas konveksi : pakaian terbuat dari katun yang mudah menyerap keringat dan agak longgar.
- b. Tahan terhadap radiasi mengion
 - Pakaian kerja dilapisi dengan timbal (timah hitam) berupa apron
- c. Tahan terhadap cairan dan bahan-bahan kimiawi
 - Pakaian kerja terbuat dari plastik atau karet.

3.2.7. Sarung Tangan

Berfungsi melindungi tangan dan jari-jari dari segala jenis bahaya kecelakaan kerja.

Berdasarkan bentuknya, macam-macam sarung tangan :

- a) Sarung tangan (*gloves*)
- b) Mitten (sarung tangan dengan ibu jari terpisah sedang jari lain menjadi satu)
- c) Hand pad (melindungi telapak tangan)
- d) Sleeve (untuk pergelangan tangan sampai lengan, biasanya digabung dengan sarung tangan)

Berdasarkan bahan dan fungsinya, macam-macam sarung tangan :

- a) Asbes, katun, wool → untuk panas dan api.
- b) Kulit → untuk panas, listrik, luka, dan lecet.
- c) Karet alam / sintetik → untuk kelembaban air, bahan kimia, dan lain-lain.
- d) PVC → untuk zat kimia, asam kuat, oksidator, dan lain-lain.

3.2.8. Pelindung Kaki

Berfungsi untuk melindungi kaki dari tumpukan benda berat, terbakar karena logam cair maupun bahan kimia korosif, dermatitis/eksim karena zat-zat kimia, dan kemungkinan tersandung atau tergelincir.

Klasifikasi sepatu disesuaikan dengan jenis resiko antara lain :

- a) Sepatu dengan telapak yang datar dan tidak licin serta tidak bertumit.
- b) Sepatu pelindung (*safety shoes*) atau sepatu boot.
- c) Sepatu yang dilengkapi sol anti slip.
- d) Sepatu yang dilapisi logam untuk mencegah dari tusukan benda tajam dan runcing.
- e) Sepatu tahan terhadap bahaya listrik, harus dijahit tanpa penggunaan paku di sepatunya.
- f) Sepatu yang beralaskan kayu digunakan pada tempat kerja yang lembab dan berlantai panas.
- g) Sepatu boot dari karet sintesis untuk mencegah bahan kimia
- h) Sepatu yang dilengkapi dengan bantalan lutut, pelindung tungkai bawah dan atas yang terbuat dari karet, asbes logam, dan lain-lain sesuai dengan resiko bahayanya.

3.3. Penanganan dan Penyimpanan Bahan-Bahan Kimia Berbahaya

3.3.1. Pendahuluan

Perlunya mengelompokkan bahan kimia dalam penyimpanannya sehingga tempat penyimpanannya dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya dan aman. Bahan berbahaya yang disimpan antara lain; kebakaran, peledakan, pengeluaran gas beracun, uap dan debu dan berbagai kombinasi dari bahan tersebut.

3.3.2. Bahan-bahan yang mudah terbakar

Bahan yang mudah terbakar dalam kondisi industri biasanya dianggap sebagai sumber bahaya kebakaran yaitu;

- a. Bahan kimia piroforik(logam berbentuk debu halus, hidrida dari boron dan pospor)
- b. Cairan dengan titik menyala sekitar 23°C atau lebih rendah
- c. Gas-gas yang mudah terbakar.

Dalam penanganan bahan-bahan tersebut harus diperhatikan untuk menjamin bahwa:

- a. Bahan-bahan tersebut harus disimpan didalam tempat-tempat yang cukup dingin untuk mencegah penyalaaan tak sengaja pada waktu ada uap dari bahan bakar dengan udara
- b. Tempat itu mempunyai peredaran hawa yang cukup, sehingga bocoran uap biasa dari kemasan akan cukup diencerkan konsentrasinya dengan udara untuk mencegah percikan api dari tempat menyalakan bahan itu
- c. Tempat itu beralokasi agak jauh dari daerah yang ada bahaya kebakaran
- d. Tempat penyimpanan inj terpisah dari bahan-bahan yang termaksud oksidator kuat, bahan-bahan yang mudah menjadi panas dengan sendirinya atau bahan-bahan yang bereaksi dengan udara atau uap air yang lambay laun menjadi pabas
- e. Tersedia pemadam api dan mudah tercapai
- f. Didaerah tempat penyimpanan dipasang tanda-tanda dilarang merokok
- g. Semua sumber api harus disingkirkan
- h. Daerah penyimpanan dipasang sambungan tanah dan secara periodik diperiksa atau dilengkapi dengan alat deteksi asap atau api otomatis.

3.3.3. Bahan-bahan oksidator

Ini adalah sumber-sumber oksigen/zat asam dan dapat memberikan oksigen kepada suatu reaksi meskipun keadaan tidak ada udara. Beberapa dari penghasil oksigen ini memerlukan panas sebelum menghasilkan oksigen, sedangkan jenis lainnya dapat menghasilkan banyak oksigen di suhu kamar.

Senyawanya antara lain;

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| a. Peroksida organik | anorganik |
| b. Oksida | g. Iodat dan periodat |
| c. Permanganat | h. Bromat dan perbromat |
| d. Klorat dan perklorat | i. Kromat dan dikromat |
| e. Persulfat | j. Perborat |
| f. Nitrat organik dan | k. Ozon |

Dalam gudang penimbun harus diusahakan agar suhunya dingin dan ada peredaran hawa serta gedungnya harus tahan api. Alat-alat pemadam kebakaran biasanya kurang berguna disono karena pengaruh pengasapan dari pemadam kebakaran tidak begitu efektif, dikarenakan bahan-bahan oksidatir menyediakan oksigennya sendiri, bahan-bahan diatas harus dijauhi dari bahan bakar atau mudah terbakar.

3.3.4. Bahaya kebakaran dan peledakan dari bahan yang peka

Bahan-bahan yang dimaksud adalah bahan-bahan yang beraksi dengan air, uap panas atau gas-gas yang mudah menyala. Contohnya seperti litium, natrium, kalium, kalsium, magnesium, campuran logam air raksa dengan bahan diatas, hidrida, nitrida, sulfida, karbida, borida, silida, telurida, alkali, asam dan lainnya.

Karena banyak dari bahan ini yang mudah terbakar, maka penting adanya perhatian khusus dalam penanganannya dan penyimpanannya seperti gedungnya harus tahan air, berlokasi ditengah yang tinggi dan terpisah dari penyimpanan yang lain.

Perhatian khusus yang harus diambil juga dilakukan pada;

- a. Kantong-kantong gas ringan yang terjebak dibawah atap
- b. Membawa sumber-sumber api
- c. Pemeriksaan berkala
- d. Deteksi secara otomatis dan adanya alarm terhadap adanya konsentrasi bahaya dari gas-gas yang mudah terbakar

3.3.5. Gas Gas Bertekanan

Cara penyimpanan silinder-silinder dengan gas-gas yang bertekanan :

1. Disimpan dalam keadaan berdiri dan diikat dengan rantai
2. Ruang penyimpanan dijaga kondisi sejuk, bebas dari sinar matahari langsung, jauh dari saluran pipa panas.
3. Gedung penyimpanan tahan api, menjaga silinder tetap sejuk meskipun terjadi kebakaran (pemasangan sistem sprinkler).

3.3.6. Bahan bahan Beracun

Merupakan bahan yang dalam kondisi normal ataupun dalam kecelakaan dapat menjadi bahaya terhadap kehidupan disekelilingnya. Bahan bahaya ini bersifat inkompatibel (tidak dapat dicampur) harus dipisah satu sama lain.

Cara Penyimpanan :

1. Diruangan sejuk
2. Ada sirkulasi udara
3. Jauh dari potensi kebakaran

3.3.7. Bahan-bahan Korosif

Bahan korosif termasuk asam, asam anhidrida dan alkali, bahan yang merusak wadah/kemasan dan masuk dalam udara ruangan penyimpanan. Ada yang mudah menguap dan ada juga yang bereaksi langsung dengan uap air. Bahan korosif harus dipisahkan dari bahan seperti sianida, sulfide, dll yang reaksinya dapat menghasilkan uap-uap beracun.

Beberapa contoh bahan-bahan yang harus diberikan perhatian khusus didalam penyimpanan adalah logam alkali, kalsium, asam anhidrida, asam berkonsentrasi tinggi, alkali pekat, arsen dan campurannya, berilium dan campurannya, boride, posfor, silisida, sianida, nitride, nitrat, nitrit, sulfide, telurida serta campurannya, selenium serta campurannya, karbida, hidrokarbon terhalogenasi, air raksa, timah hitam dan senyawa dari cadmium.

Cara penyimpanan :

1. Disimpan dalam ruangan sejuk
2. Dipisahkan dari bahan-bahan yang mendapat perhatian khusus
3. Ada sirkulasi udara

4. Wadah dalam keadaan tertutup dan diberi label
5. Semua bahan logam yang terpapar disekeliling tempat penimbunan harus dicat dan diperiksa akan adanya kerusakan yang disebabkan oleh korosi.

3.3.8. Penanganan Bahan-bahan Beracun dan Korosif

Penanganan bahan-bahan beracun dan korosif biasanya lebih pada kemasan bahan yang harus diperlakukan secara hati-hati. Jika sebuah kemasan bahan-bahan beracun dan korosif mengalami kerusakan/ kebocoran, maka cara penanganannya :

1. Gunakan pakaian pelindung diri
2. Beri tanda daerah yang terkena bahan beracun.
3. Laporkan mengenai :
 - Bagian yang mengalami kerusakan/kebocoran
 - Lokasi/ daerah yang terkena
 - Apakah ada korban atas kerusakan atau kebocoran tersebut atau tidak
4. Pastikan daerah yang terkena kerusakan/ kebocoran bisa diamankan terlebih dahulu

3.3.9. Pengolahan dan Pembuangan Limbah Kimia Berbahaya

Dalam pekerjaan baik industri maupun laboratorium selalu menghasilkan bahan berbahaya sisa pakai yang perlu dibuang. Demikian pula kadang terdapat bahan kimia yang tumpah atau tidak terpakai yang harus pula dibuang secara khusus atau bersama-sama dengan buangan limbah cair.

Dalam pembuangan bahan-bahan kimia tersebut haruslah dipikirkan masalah kepentingan masyarakat dan lingkungan. Lebih-lebih apabila industri atau laboratorium berada ditengah-tengah masyarakat berpenduduk padat. Sikap moral harus dipunyai oleh pihak pengelola, mengingat bahwa dari industry dan laboratorium dapat dibuang bahan kimia yang amat beracun dan kebanyakan dan hanya para pengelola yang mengetahui. Selain itu dalam proses pembuangan perlu diperhatikan kemungkinan kerusakan pada sarana pembuangan dan juga pada keselamatan kerja bagi para pelakunya.

Dibawah ini akan dibahas beberapa metode pengolahan dan pembuangan secara umum maupun khusus yang didasarkan pada sifat-sifat kimia dan fisika bahan kimia tersebut.

1) Metode Umum

Metode umum yang dipakai untuk menangani bahan kimia buangan yang berbahaya dapat berupa pengolahan kimia, fisika, dan biologi serta kombinasi cara-cara diatas. Metode menghilangkan seifat bahaya dan pemisahan bahan kimia berbahaya secara kimia merupakan cara yang amat penting. Netralisasi, pengendapan, oksidasi dan reduksi merupakan cara-cara yang didasarkan pada ilmu kimia sederhana. Cara –cara tersebut dengan mudah dapat dilaksanakan untuk laboratorium, tetapi untuk industri.