



FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS DIPONEGORO

BUKU AJAR **HIGIENE LINGKUNGAN INDUSTRI**



Disusun oleh:
Dr . Yuliani Setyaningsih, SKM,M.Kes

Diterbitkan oleh:



FKM-UNDIP PRESS
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
ISBN: XXX-XXX-XXXX-XX-X



BUKU AJAR
HIGIENE LINGKUNGAN INDUSTRI

Mata Kuliah : Higiene Lingkungan
Industri
Program Studi : S1-Kesehatan Masyarakat
Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Disusun oleh:

Dr. Yuliani Setyaningsih, S.KM, M.Kes

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2018

BUKU AJAR HIGIENE LINGKUNGAN INDUSTRI

Disusun oleh:

Dr. Yuliani Setyaningsih, S.KM.M.Kes

Mata Kuliah	: Higiene Lingkungan Industri
SKS	: 3 SKS
Semester	: 5
Program Studi	: S1-Kesehatan Masyarakat
Fakultas	: Kesehatan Masyarakat



Diterbitkan oleh:

FKM UNDIP PRESS

UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

Jl. Prof. Sudarto, SH – Kampus Tembalang,
Semarang

xxx hal + xiv

ISBN: XXX-XXX-XXXX-XX-X

Revisi 0, Tahun 2018

Dicetak oleh:

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Isi di luar tanggung jawab percetakan

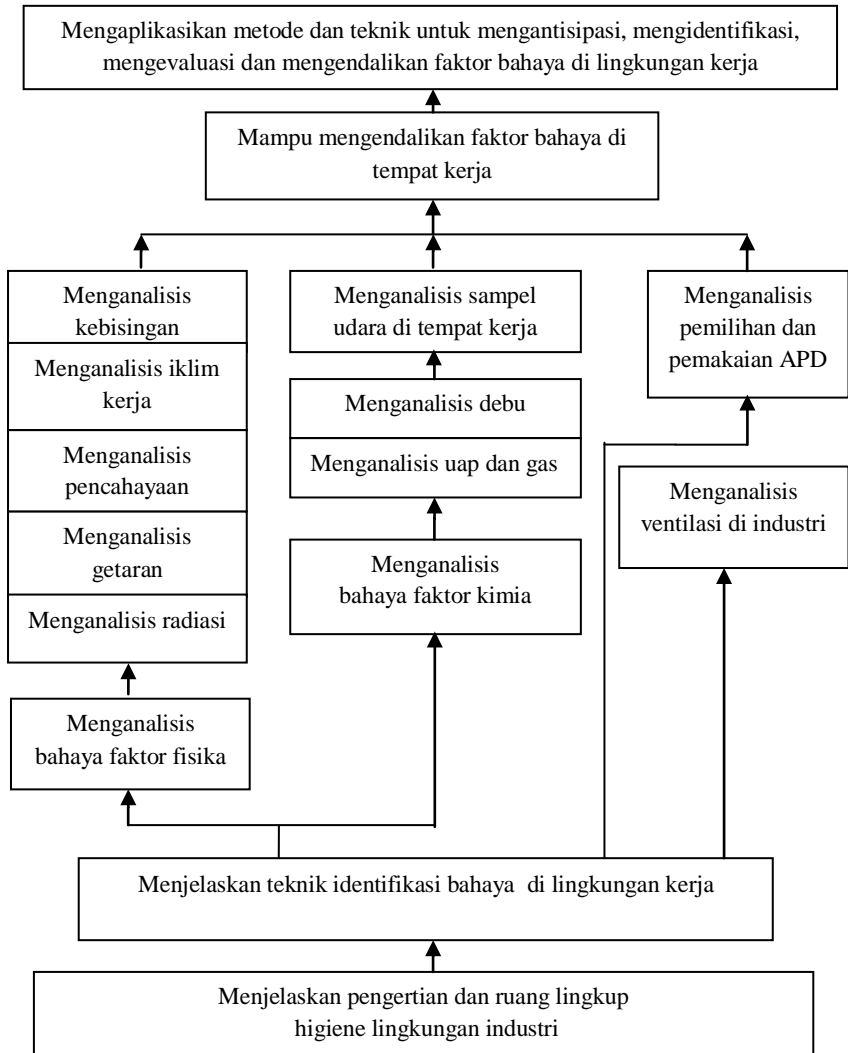
Hak Cipta dilindungi oleh Undang-undang

PERSEMBAHAN

Buku ini kami kupersembahkan untuk :

Ibu dan Bapak tercinta, **Hj Suminah** dan **Drs. H. Supomo**
Terimakasih untuk semua ilmu, kasih sayang dan dukungan
yang telah diberikan kepadaku, semoga rahmat Allah SWT
tercurah selalu.

ANALISIS PEMBELAJARAN



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT sehingga penulisan buku ajar ini bisa terselesaikan. Tujuan disusunnya buku ini agar pembaca lebih mudah mengerti dalam mempelajari dan mengaplikasikan ilmu Higiene Lingkungan Industri.

Literatur yang membahas tentang higiene industri telah banyak ditulis namun buku ajar yang disajikan dengan mengacu pada kaidah Rencana Pembelajaran Semester (RPS) masih terbatas. Oleh karena itu buku ajar ini diharapkan mampu memperkaya bahan bacaan tentang Higiene Lingkungan Industri, khususnya bagi mahasiswa dan praktisi di bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Direktorat Pengembangan Pembelajaran dan Kerjasama Akademik (DP2KA) Universitas Diponegoro yang telah memfasilitasi penyusunan dan penerbitan buku ajar ini. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada keluarga

dan civitas akademika Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro.

Penulisan dan penyusunan buku ajar Higiene Lingkungan Industri ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran perbaikan sangat Penulis harapkan. Semoga buku ajar ini bermanfaat bagi pembaca.

Penulis

Email: yulianifkm@live.undip.ac.id

DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN	3
ANALISIS PEMBELAJARAN.....	4
KATA PENGANTAR.....	5
DAFTAR ISI	7i
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
A. TINJAUAN MATA KULIAH.....	17
I. Deskripsi Singkat	17
II. Relevansi	18
III. Capaian Pembelajaran.....	2
1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)..	2
2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK).....	3
3. Indikator.....	4
B. KONSEP DASAR HIGIENE LINGKUNGAN INDUSTRI.....	5
I. Pengertian Higiene Lingkungan Industri.....	5
1. Pendahuluan	5
2. Penyajian.....	6
3. Penutup	12

Daftar Pustaka	14
Senarai	15
II. Ruang Lingkup Higiene Lingkungan Industri...	16
1. Pendahuluan	16
2. Penyajian	17
3. Penutup	24
Daftar Pustaka	26
Senarai	26
C. IDENTIFIKASI BAHAYA DI TEMPAT KERJA	27
I. Konsep bahaya	27
1. Pendahuluan	27
2. Penyajian	28
3. Penutup	33
Daftar Pustaka	36
Senarai	36
II. Konsep Identifikasi Bahaya.....	37
1. Pendahuluan	37
2. Penyajian	38
3. Penutup	50
Daftar Pustaka	52
Senarai	53

I. Kebisingan	54
1. Pendahuluan	54
2. Penyajian.....	56
3. Penutup	72
Daftar Pustaka	74
Senarai	75
II. Pencahayaan	76
1. Pendahuluan	76
2. Penyajian.....	78
3. Penutup	91
Daftar Pustaka	94
Senarai	94
III. Radiasi.....	95
1. Pendahuluan	95
2. Penyajian.....	97
3. Penutup	114
Daftar Pustaka	116
Senarai	116
IV. <i>Heat Stress</i> (Tekanan Panas).....	117
1. Pendahuluan	117
2. Penyajian.....	118

3. Penutup	126
Daftar Pustaka	128
Senarai	129
V. Getaran	130
1. Pendahuluan	130
2. Penyajian.....	132
3. Penutup	132
Daftar Pustaka.....	133
Senarai	133
E. FAKTOR KIMIA DI TEMPAT KERJA	134
I. Konsep Dasar	134
1. Pendahuluan	134
2. Penyajian.....	136
3. Penutup	158
Daftar Pustaka	161
Senarai	162
II. Konsep Debu	162
1. Pendahuluan	162
2. Penyajian.....	164
3. Penutup	176
Daftar Pustaka	178
Senarai	179

III. <i>Air Sampling</i>	179
1. Pendahuluan	179
2. Penyajian.....	181
Daftar Pustaka	189
Senarai	189
F. IDENTIFIKASI DAN PENGUKURAN VENTILASI DI TEMPAT KERJA	190
I. Ventilasi.....	190
1. Pendahuluan	190
2. Penyajian.....	191
3. Penutup	201
Daftar Pustaka	205
Senarai	205
II. Pengukuran ventilasi	206
1. Pendahuluan	206
2. Penyajian.....	207
3. Penutup	222
Daftar Pustaka	225
Senarai	225
G. PENGENDALIAN BAHAYA DI TEMPAT KERJA	226
I. Pengendalian bahaya di tempat kerja	226

G. PENGENDALIAN BAHAYA DI TEMPAT KERJA	226
I. Pengendalian bahaya di tempat kerja	226
1. Pendahuluan	226
2. Penyajian	227
3. Penutup	239
Daftar Pustaka	241
Senarai	242
II. Alat Pelindung Diri (APD)	243
1. Pendahuluan	243
2. Penyajian	244
3. Penutup	263
Daftar Pustaka	266
Senarai	267
BIOGRAFI PENULIS	268

DAFTAR TABEL

Tabel D.1 Nilai Ambang Batas Kebisingan	62
Tabel D.2 Nilai Ambang Batas Paparan Sinar Ungu	102
Tabel D.3 Daftar Limit Dosis yang Boleh Diterima	111
Tabel D.4 Efek Radiasi Pada Tubuh	112
Tabel D.5 Nilai Ambang Batas Iklim Kerja	123
Tabel E.1 Kandungan Debu Maksimal Di Dalam Ruangan	169
Tabel E.2 NAB Debu	170
Tabel F.1 Kunci Jawaban Tes Formatif	203
Tabel F.2 Peringkat Pengendalian	236
Tabel F.3 Waktu Penerapan Pengendalian Bahaya	237
Tabel F.4 Panduan Cara Pemeliharaan ALat Pelindung Diri	258

DAFTAR GAMBAR

Gambar B.1 Ruang Lingkup Higiene Industri	18
Gambar C.1 Identifikasi Bahaya	49
Gambar D.1 Anatomi Telinga	56
Gambar D.2 Sound Level Meter	68
Gambar D.3 Lampu Pijar	85
Gambar D.4 Lampu TL	86
Gambar D.5 Luxmeter	88
Gambar D.6 Brightness meter	88
Gambar D.7 Fotometer	89
Gambar D.8 Alat ukur ISSBN	121
Gambar E.1 Kitagawa precision gas detector	154
Gambar E.2 High Volume Dust Sampler	155
Gambar E.3 Penggunaan personal dust sampler	182

Gambar F.1a Contoh-contoh ventilasi dilusi yang direkomendasikan	193
Gambar F.1b Contoh-contoh ventilasi dilusi yang direkomendasikan	194
Gambar F.2 Contoh-contoh local exhaust	195
Gambar F.3 Komponen Dasar Sistem Ventilasi Lokal 1	195
Gambar F.4 Model aliran udara ventilasi	198
Gambar F.5 K. faktor untuk menntukan letak lokasi inlet dan exhaust	217
Gambar F.6 komponen sistim ventikasi local: hood, duct, air cleaner, fan, dan stack	219
Gambar G.1 hierarki kontrol	229

A. TINJAUAN MATA KULIAH

I. Deskripsi Singkat

Mata kuliah Higiene Lingkungan Industri adalah mata kuliah yang diberikan pada mahasiswa di semester V. Higiene Lingkungan Industri memberikan pengetahuan dan penjelasan pada mahasiswa tentang pengelolaan higiene dan sanitasi lingkungan industri dari mulai antisipasi hingga pengendalian bahaya di lingkungan kerja. Mata Kuliah ini berisi tentang pengertian dan ruang lingkup higiene lingkungan industri, identifikasi bahaya di lingkungan kerja, menganalisis dan mengevaluasi paparan bahaya fisika dan kimia di tempat kerja, menganalisis tentang ventilasi industri, menganalisis pemilihan dan pemakaian APD serta bagaimana pengendalian bahaya di lingkungan industri.

II. Relevansi

Mata kuliah Higiene Lingkungan Industri adalah salah satu mata kuliah yang wajib diikuti oleh

mahasiswa peminatan keselamatan dan kesehatan kerja program studi Kesehatan Masyarakat. Pada akhir perkuliahan, mahasiswa diharapkan mampu melakukan antisipasi, identifikasi, evaluasi dan mengendalikan bahaya di tempat kerja, baik bahaya yang berupa faktor fisika maupun faktor kimia. Mahasiswa juga diharapkan mampu menganalisis ventilasi di industri, menghitung sampel udara di tempat kerja, serta pemilihan dan pemakaian alat pelindung diri sehingga mampu melakukan pengelolaan lingkungan kerja.

III. Capaian Pembelajaran

1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir mata kuliah ini diharapkan mahasiswa mampu menjelaskan tentang metode dan teknik pengelolaan higiene dan sanitasi di tempat kerja mulai dari antisipasi, mengidentifikasi, mengevaluasi dan mengendalikan bahaya di lingkungan kerja dengan prinsip *Anticipation, Recognition, Evaluation dan Control* (AREC).

2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi ini, mahasiswa semester v program studi Kesehatan Masyarakat, akan dapat :

- a. Menjelaskan ruang lingkup dan pengertian higiene industri.
- b. Menjelaskan identifikasi bahaya di tempat kerja.
- c. Menganalisis bahaya faktor fisika di tempat kerja.
 1. Menganalisis kebisingan di tempat kerja.
 2. Menganalisis pencahayaan di tempat kerja.
 3. Menganalisis iklim kerja.
 4. Menganalisis radiasi di tempat kerja.
 5. Menganalisis getaran di tempat kerja.
- d. Menganalisis bahaya faktor kimia di tempat kerja.
 1. Menganalisis uap dan gas.
 2. Menganalisis debu di tempat kerja.
 3. Menganalisis pengambilan sampel udara.
- e. Menganalisis ventilasi di tempat kerja.
- f. Menganalisis pemakaian dan pemilihan Alat Pelindung Diri(APD).
- g. Menganalisis pengendalian bahaya di tempat kerja.

3. Indikator

Setelah diberikan materi Higiene Lingkungan Industri, mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan :

- a. Melakukan penilaian faktor bahaya di lingkungan kerja.
- b. Mengidentifikasi, melakukan evaluasi dan mengendalikan faktor bahaya fisika di tempat kerja meliputi kebisingan, pencahayaan, iklim kerja, getaran dan radiasi.
- c. Mengidentifikasi, melakukan evaluasi dan mengendalikan faktor bahaya kimia di tempat kerja meliputi debu, partikel, uap dan gas serta menganalisis sampel udara.
- d. Menganalisis ventilasi di tempat kerja.
- e. Menganalisis pemakaian dan pemilihan alat pelindung diri.
- f. Menganalisis pengelolaan dan pengendalian bahaya di lingkungan kerja.

B. KONSEP DASAR HIGIENE LINGKUNGAN INDUSTRI

I. Pengertian Higiene Lingkungan Industri

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini menjelaskan tentang konsep dasar, pengertian dan ruang lingkup higiene lingkungan industri. Selain itu juga terdapat beberapa istilah dasar dan tugas ahli higiene industri di tempat kerja/perusahaan.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan memahami konsep dasar, pengertian dan ruang lingkup higiene industri, maka mahasiswa akan dapat menjelaskan pengertian konsep dasar dan menguraikan ruang lingkup keilmuan higiene industri. Mahasiswa juga memiliki gambaran tugas seorang ahli higiene lingkungan di tempat kerja.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir penyampaian materi ini mahasiswa diharapkan mampu menguraikan dan menjelaskan kembali tentang konsep dasar, pengertian dan ruang lingkup higiene industri, maka mahasiswa akan dapat menjelaskan pengertian konsep dasar dan ruang lingkup keilmuan higiene industri serta gambaran tugas seorang ahli higiene industri.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi pembelajaran sub pokok bahasan ini mahasiswa semester V akan dapat :

- a. Menjelaskan tentang konsep dasar, pengertian dan ruang lingkup higiene lingkungan industri.
- b. Menguraikan tugas dan fungsi ahli higiene industri.

2. Penyajian

2.1. Uraian

Higiene industri merupakan aspek perlindungan bagi kesehatan tenaga kerja. Higiene Industri menurut

Soeripto (2008) adalah ilmu dan seni yang mampu mengantisipasi, mengenal, mengevaluasi dan mengendalikan faktor bahaya yang timbul di lingkungan kerja dan dapat mengakibatkan gangguan kesehatan dan kesejahteraan atau ketidaknyamanan dan ketidak efisienan kepada masyarakat yang berada di lingkungan kerja tersebut maupun kepada masyarakat yang berada di luar industri. Suma'mur (2013) menyatakan higiene industri adalah spesialisasi dalam ilmu higiene beserta prakteknya yang lingkup dedikasinya adalah mengenali, mengukur dan melakukan penilaian terhadap faktor penyebab gangguan kesehatan atau penyakit dalam lingkungan kerja dan perusahaan.

OSHA (1998) mendefinisikan higiene industri sebagai ilmu pengetahuan dan seni yang ditujukan untuk mengantisipasi, mengenali, mengevaluasi dan mengendalikan faktor lingkungan atau tekanan yang terjadi di atau dari tempat kerja yang dapat menyebabkan penyakit, gangguan kesehatan dan kesejahteraan atau ketidaknyamanan yang signifikan di kalangan pekerja atau masyarakat sekitar.

Sementara Soedirman (2012) menjelaskan higiene industri merupakan ilmu dan seni beserta penerapannya dalam pengenalan dan penilaian potensi-potensi bahaya lingkungan kerja yang selanjutnya digunakan untuk implementasi teknologi pengendalian agar tenaga kerja memperoleh kenyamanan serta kemudahan dalam pelaksanaan aktivitasnya, sehingga masyarakat tenaga kerja dan masyarakat umum terhindar dari faktor-faktor bahaya sebagai efek samping kemajuan teknologi.

Tujuan higiene industri adalah melindungi pekerja dan masyarakat di sekitar industri dari risiko potensi bahaya yang dapat terjadi akibat suatu proses produksi. Kegiatan higiene industri adalah melakukan identifikasi bahaya dan pengukuran untuk mengetahui secara kualitatif dan kuantitatif bahaya yang sedang dihadapi atau yang dapat terjadi dan dengan pengetahuan yang tepat mengenai risiko faktor bahaya serta pencegahan secara menyeluruh. Beberapa prinsip dasar penerapan higiene industri di tempat kerja diantaranya adalah:

- a. Pengenalan terhadap bahaya faktor-faktor lingkungan kerja.
- b. Penilaian/evaluasi terhadap bahaya faktor-faktor lingkungan kerja.
- c. Pengendalian terhadap bahaya faktor-faktor lingkungan kerja.

Terdapat komponen faktor mendukung penerapan higiene lingkungan industri yang harus bekerja sama di suatu tempat kerja. Semua komponen harus saling berkomunikasi dan mendukung satu sama lain untuk menciptakan hubungan yang harmonis. Komponen tersebut diantaranya adalah para ahli yang bertugas dan bertanggung jawab pada keselamatan dan kesehatan lingkungan kerja., masing-masing memiliki fungsi dan peranan yang berbeda yaitu:

- a. Ahli Higiene Industri (*Industrial Hygienists*)

Ahli higiene industri suatu perusahaan adalah orang yang bertanggung jawab terhadap kondisi lingkungan kerja.. Tugas ahli higiene industri adalah memastikan lingkungan kerja menjadi sehat dan aman dari bahaya akibat kerja yang dapat menyebabkan

sakit dan cidera. Setiap kondisi lingkungan yang memiliki potensi bahaya bagi kesehatan atau keselamatan tenaga kerja, diukur dan dievaluasi oleh Ahli higiene industri menggunakan perlengkapan khusus. Tugas ahli higiene industri diantara adalah:

1. Memastikan bahwa peraturan dan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja dilaksanakan di tempat kerja.
 2. Melaksanakan inspeksi untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan kondisi yang dapat menyebabkan perlukaan maupun kesakitan pada pekerja.
 3. Mengukur dan mengambil sampel bahan kimia berbahaya dan faktor fisik di tempat kerja.
 4. Merekomendasikan lingkungan kerja yang sehat dan pekerja terjamin keselamatannya.
- b. Ahli Keselamatan Kerja (*Safety Engineer*)

Ahli keselamatan kerja adalah orang yang bertanggung jawab terhadap keselamatan tenaga kerja dari bahaya yang ada di tempat kerja yang dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja. Tugas ahli keselamatan kerja yaitu mengawasi setiap proses

produksi secara terperinci untuk mengetahui dan mengadakan perbaikan atau menghilangkan potensi bahaya. Tujuannya adalah untuk mencegah kerusakan peralatan atau bahan produksi, menjaga agar proses produksi tidak sering berhenti dan memperkecil biaya yang dikeluarkan akibat adanya tenaga kerja yang mengalami kecelakaan kerja.

c. Komponen lain

Komponen lain yang berperan dalam penerapan higiene lingkungan industri adalah ahli kedokteran kerja di perusahaan yang merupakan tenaga ahli yang memperhatikan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja melalui pendekatan medis. Komponen terakhir adalah para tenaga kerja sebagai pelaksana kegiatan proses produksi sehari-hari.

2.2. Latihan

Sebutkan dan jelaskan prinsip dasar yang harus dilakukan dalam higiene lingkungan industri !

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Higiene lingkungan industri adalah ilmu dan seni beserta penerapannya dalam pengenalan, evaluasi dan kontrol faktor lingkungan dan stress yang muncul di tempat kerja yang mungkin menyebabkan kesakitan, gangguan kesehatan dan kesejahteraan atau menimbulkan ketidaknyamanan pada tenaga kerja maupun lingkungannya.

Maksud dan tujuan higiene lingkungan industri adalah melindungi pekerja dan masyarakat sekitar industri melalui pendekatan secara teknis dari risiko bahaya khususnya faktor fisika, kimia dan biologis yang mungkin timbul karena beroperasinya suatu perusahaan agar tenaga kerja dan lingkungan kerja menjadi sehat.

Komponen faktor pendukung dalam penerapan higiene lingkungan industri adalah Ahli Higiene Industri dan Ahli Keselamatan Kerja. Tugas yang dilakukan oleh ahli higiene antara lain memastikan bahwa peraturan dan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja dilaksanakan di tempat kerja, melaksanakan inspeksi untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan kondisi yang dapat

menyebabkan perlukaan maupun kesakitan pada pekerja, mengukur dan mengambil sampel bahan kimia berbahaya dan faktor fisik di tempat kerja, serta merekomendasikan lingkungan kerja yang sehat dan pekerja terjamin keselamatannya.

3.2. Test Formatif

1. Mengamati setiap pekerjaan atau tahapan proses produksi secara dekat agar dapat mengetahui dan mengadakan perbaikan atau menghilangkan potensi bahaya yang ada merupakan tugas...
 - a. Ahli higiene industri.
 - b. Ahli keselamatan kerja.
 - c. Ahli kedokteran kerja.
 - d. Semua tenaga kerja.
2. Tujuan higiene perusahaan adalah...
 - a. Melindungi pekerja dan masyarakat sekitar suatu perusahaan atau industri.
 - b. Mencegah kerusakan peralatan atau bahan kerja.
 - c. Mengetahui berbagai macam unsur yang mendukung penerapan higiene industri

- d. Membina dan mengembangkan tenaga kerja menjadi sumber daya manusia yang disiplin

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk menjelaskan kembali definisi, tujuan, dan tugas ahli higiene perusahaan.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke sub pokok bahasan berikutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi ini 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. b. Ahli keselamatan kerja.
2. a. Melindungi pekerja dan masyarakat sekitar suatu perusahaan atau industri.

Daftar Pustaka

OSHA, 1998, *Industrial Hygiene*, Occupational Safety and Health Administration, Department of Labor, diakses pada 28 Januari 2018.

(<https://www.osha.gov/Publications/OSHA3143/OSHA3143.htm#Industrial>)

Soeripto,M, 2008, *Higiene Industri*, Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.

Soedirman, 2012, *Higiene Perusahaan*, El Musa Press, Bogor.

Suma'mur,PK, 2013, *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja(HIPERKES)*,. Sagung Seto, Jakarta.

Senarai

Higiene adalah usaha kesehatan masyarakat yang mempelajari pengaruh kondisi lingkungan terhadap kesehatan manusia atau suatu upaya untuk mencegah timbulnya penyakit karena pengaruh lingkungan.

II. Ruang Lingkup Higiene Lingkungan Industri

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini menjelaskan tentang ruang lingkup higiene lingkungan industri. Ruang lingkup kegiatan higiene lingkungan industri terdiri atas antisipasi, pengenalan, evaluasi dan pengendalian untuk meminimalkan potensi bahaya di tempat kerja.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan memahami ruang lingkup higiene industri, maka mahasiswa akan dapat menjelaskan dan menguraikan proses higiene lingkungan industri dengan metode *AREC*(*Anticipation, Recognition, Evaluation, Control*). Mahasiswa juga akan mendapatkan gambaran bagaimana cara memprediksi dan meminimalkan potensi bahaya di lingkungan industri.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir penyampaian materi ini mahasiswa diharapkan mampu menguraikan dan menjelaskan kembali ruang lingkup higiene lingkungan industri.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi pembelajaran sub pokok bahasan ini mahasiswa semester v akan dapat :

- a. Menjelaskan tentang ruang lingkup higiene lingkungan industri di tempat kerja.
- b. Menguraikan alur proses kegiatan higiene lingkungan industri di tempat kerja.

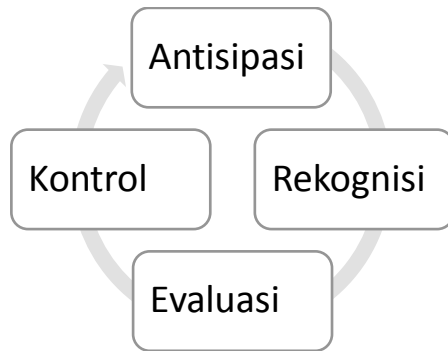
2. Penyajian

2.1. Uraian

2.1.1 Ruang lingkup higiene lingkungan industri

Berbagai macam bahaya di lingkungan kerja dapat terjadi sebagai akibat proses produksi yang dapat mempengaruhi kesehatan pekerja dan masyarakat sekitar industri. Pencegahan bahaya yang dapat dilakukan pada proses produksi yaitu dengan menerapkan higiene

lingkungan industri. Ruang lingkup kegiatan tersebut meliputi antisipasi, pengenalan, evaluasi, dan pengendalian potensial bahaya di tempat kerja .



Gambar B.1 Ruang Lingkup Higiene Industri

a. Antisipasi (*Anticipation*)

Antisipasi dilakukan untuk memprediksi potensi bahaya dan risiko di tempat kerja yang berasal dari semua faktor lingkungan dan aktivitas kerja. Antisipasi ini dilakukan pada tahap awal higiene industri di tempat kerja. Tujuan antisipasi adalah untuk mengetahui potensi bahaya dan risiko, mempersiapkan tindakan yang perlu dilakukan sebelum memasuki area kerja dan memulai proses produksi, dan memperkecil kemungkinan risiko yang terjadi pada saat memasuki area pekerjaan atau

suatu proses dijalankan. Hal yang penting dari antisipasi adalah informasi, contohnya informasi terkait bangunan tempat kerja, mesin yang digunakan, proses kerja dari mesin dan alat produksi, bahan baku produksi yang digunakan, dan lain-lain.

Pengetahuan dan pengertian tentang potensi bahaya, stress kerja dan riwayat kejadian sebelumnya di tempat kerja dapat dijadikan sebagai dasar antisipasi di tempat kerja. Selain itu hasil penelitian, dokumen perusahaan dan survei lapangan adalah informasi awal yang dapat dikumpulkan dalam langkah antisipasi. Informasi yang diperoleh selanjutnya akan dianalisis serta didiskusikan dengan pihak terkait dan dari kegiatan tersebut Hasil antisipasi yaitu berupa daftar potensi bahaya dan risiko yang dapat dikelompokkan berdasarkan jenis potensi bahaya, lokasi atau unit, kelompok pekerja atau berdasarkan pada tahapan proses produksi.

b. Pengenalan (*Recognition*)

Beberapa aktifitas dilakukan untuk mengenali suatu bahaya agar lebih terperinci dan komprehensif dengan menggunakan metode yang sistematis sehingga

dihasilkan suatu hasil yang objektif dan dapat dipertanggungjawabkan. Tujuan pengenalan adalah untuk mengetahui karakteristik suatu bahaya secara menyeluruh, mengetahui sumber bahaya dan area yang berisiko, mengetahui proses kerja yang berisiko, dan mengetahui berapa pekerja yang terpapar risiko bahaya.

Pengenalan dilakukan dengan mempelajari setiap proses yang meliputi bahan-bahan baku, bahan pembantu, produk antara, bahan buangan, hasil produksi, hasil samping, sisa-sisa produksi, dan keadaan produksi serta peralatan bantu. Pengenalan potensi bahaya di tempat kerja dapat dilihat dengan menggunakan *flow cart diagram*/diagram alir proses produksi. *Flow cart diagram* proses dan operasi produksi berisi :

1. Bahan baku, bahan pembantu, hasil antara, sisa-sisa produksi, bahan buangan, hasil samping, dan hasil produksi.
2. Kondisi operasi seperti suhu dan tekanan.
3. Jumlah tenaga kerja.
4. Teknologi pengendalian yang telah diterapkan dan alat pelindung diri yang tersedia.

Bila semua informasi tersedia, menggunakan *flow cart diagram* dilakukan “*walk through survey*” atau “*industrial hygiene survey*” dengan cara berjalan melintasi tahap proses produksi, dimulai sejak bahan baku masuk sampai produk akhir dihasilkan, dikemas dan masuk gudang. *Walk through survey* merupakan dasar untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi paparan bahaya potensial yang ada di tempat kerja secara langsung, biasanya dilakukan minimal 6 bulan sekali oleh *safety officer*, perwakilan manajemen, perwakilan pekerja dan *security*.

c. Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi adalah suatu kegiatan sampling dan mengukur bahaya dengan metode yang lebih spesifik. Evaluasi faktor bahaya lingkungan menilai secara kuantitatif tingkat faktor bahaya lingkungan dengan cara pengukuran, pengambilan contoh uji, pengujian dan analisis laboratorium yang dilakukan dengan peralatan, metode dan prosedur standar yang hasilnya dapat mencerminkan tingkat keterpaparan dan permasalahan teknis yang diuji. Manfaat evaluasi diantaranya adalah:

1. Mengetahui tingkat keterpaparan dari tenaga kerja dan adanya tenaga kerja yang terpapar pada sesuatu faktor bahaya yang melampaui nilai ambang batas (NAB).
2. Mengetahui adanya potensi kecelakaan pada sesuatu alat produksi tanpa pengamanan.
3. Mengetahui efektifitas alat penanggulangan.
4. Membantu diagnosis penyakit akibat kerja.

Tujuan evaluasi diantaranya adalah:

1. *Engineering Surveillance*

Sebagai monitor keefektifan alat-alat penanggulangan untuk mengetahui kemampuan alat produksi dalam mengurangi faktor bahaya lingkungan.

2. *Legal Surveillance*

Sebagai inspeksi kondisi lingkungan untuk melihat penerapan undang-undang tentang higiene perusahaan.

3. Epidemiologi dan penelitian medis

Digunakan untuk mengetahui kadar representatif kondisi lingkungan dimana tenaga kerja melakukan pekerjaan.

Contoh : mengukur kebisingan dengan sound level meter, pengukuran kadar debu/partikel dengan menggunakan digital dust indikator, melakukan pengukuran pencahayaan dengan menggunakan *Lux Meter* dan sebagainya, hasil dari pengukuran ini dibandingkan dengan peraturan-peraturan pemerintah yang berlaku, apakah melebihi nilai ambang batas atau tidak.

4. Pengendalian (*Control*)

Pengendalian dilakukan jika hasil evaluasi terdapat pengukuran yang melebihi nilai ambang batas. Pengendalian dapat menggunakan metode hirarki pengendalian yaitu :

- a. Eliminasi.
- b. Substitusi.
- c. Rekayasa teknik.
- d. Administrasi.
- e. APD (Alat Pelindung Diri).

2.2. Latihan

Jelaskan urutan proses kegiatan hygiene lingkungan industri !

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Ruang lingkup kegiatan hygiene lingkungan industri mencakup antisipasi, pengenalan, evaluasi, dan pengendalian. Ruang lingkup hygiene industri membentuk suatu siklus berurutan selama aktivitas industri berjalan.

3.2. Test Formatif

Pilihlah jawaban yang tepat dibawah ini.

1. Urutan metode AREC adalah..
 - a. Antisipation-Recognition-Elimination-Control.
 - b. Antisipation -Reaction-Elimination-Control.
 - c. Antisipation -Recognisi-Evaluation-Control.
 - d. Antisipation- Reaction -Evaluation-Control.

2. Memodifikasi bahaya baik modifikasi lingkungan kerja atau memodifikasi alat-alat kerja merupakan pengendalian...
 - a. Rekayasa teknik.
 - b. Rekayasa eliminasi.
 - c. Substitusi.
 - d. Kontrol.

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk menjelaskan kembali alur kegiatan higiene industri beserta contoh di suatu perusahaan.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke Sub Pokok Bahasan selanjutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di materi ini sebanyak 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. c . Antisipasi-Recognisi-Evaluasi-Control
2. a. Rekayasa teknik

Daftar Pustaka

- Ramli,S, 2010, *Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Perspektif K3 OSH Risk Management*, Dian Rakyat, Jakarta.
- Scott, Ronald M. 1995. *Introduction to Industrial Hygiene*, Lewis Publishers, London, Tokyo.
- Subaris, Heru dan Haryono, 2011, *Higiene Lingkungan Kerja* , Mitra Cendekia Press, Yogyakarta.
- Plog, Barbara A, Jill Niland dan Patricia J. Quinlan. 2012. *Fundamentals of Industrial Hygiene. 4th Edition*. National Safety Council. Itasca, Illinois.

Senarai

Walk through survey adalah kegiatan berjalan melintasi seluruh tahap proses produksi, dimulai sejak bahan baku masuk sampai produk akhir dihasilkan, dikemas dan masuk gudang untuk melakukan pengenalan potensi bahaya di tempat kerja.

C. IDENTIFIKASI BAHAYA DI TEMPAT KERJA

I. Konsep bahaya

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini berisi tentang definisi bahaya, definisi bahaya kerja dan macam-macam potensi bahaya di tempat kerja. Sebelum melakukan identifikasi bahaya, perlu dipahami definisi dan konsep bahaya karena risiko berkaitan langsung dengan bahaya. Bahaya merupakan sifat yang melekat dan menjadi bagian dari suatu zat, sistem, kondisi atau peralatan.

1.2. Relevansi

Dengan menjelaskan definisi dan macam-macam potensial bahaya, mahasiswa akan mendapat gambaran mengenai berbagai faktor bahaya (bahaya fisik, kimia, biologi, ergonomi dan psikologi) di tempat kerja.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir penyampaian sub pokok bahasan ini, mahasiswa dapat menjelaskan konsep dan macam bahaya di tempat kerja.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi pembelajaran sub pokok bahasan ini mahasiswa semester V akan dapat:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan definisi bahaya.
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan definisi bahaya di tempat kerja.
- c. Mahasiswa mampu menjelaskan macam-macam bahaya di tempat kerja.

2. Penyajian

2.1 Uraian

2.1.1. Bahaya (*hazard*)

Beberapa definisi bahaya sebagai berikut:

Menurut OHSAS 18001, bahaya adalah: sumber, situasi, atau tindakan yang berpotensi bahaya dalam hal cedera

manusia atau gangguan kesehatan. Menurut Frank Bird (1990), suatu bahaya adalah sumber potensi bahaya dalam hal cedera manusia, gangguan kesehatan, kerusakan alat dan lingkungan. Berdasarkan definisi tersebut dapat diartikan bahwa bahaya adalah segala sesuatu termasuk situasi atau tindakan yang berpotensi menimbulkan kecelakaan atau cedera pada manusia, kerusakan atau gangguan lainnya.

Pemahaman yang benar terhadap bahaya atau *hazard* sangat penting dikarenakan sering menimbulkan analisa yang kurang tepat dalam melaksanakan program K3 karena sumber bahaya yang sebenarnya tidak diperhatikan dan dipahami. Bahaya dan risiko berhubungan erat, dimana bahaya menjadi sumber terjadinya kecelakaan atau kejadian yang menyangkut manusia, energi dan lingkungan. Risiko menggambarkan besarnya kemungkinan suatu bahaya dapat menimbulkan kecelakaan serta besarnya keparahan yang dapat diakibatkannya. Besarnya risiko ditentukan oleh berbagai energi seperti besar paparan, lokasi, pengguna, kuantiti, serta unsur yang terlibat.

Risiko digambarkan sebagai kemungkinan bahaya terjadi kecelakaan serta tingkat keparahan yang dapat ditimbulkan jika kecelakaan terjadi. Maka dari itu, dalam konsep keselamatan kerja sasaran utama adalah mengendalikan atau meminimalkan bahaya sehingga secara otomatis risikonya dapat dikurangi atau dihilangkan.

Pemahaman dan pengertian tentang identifikasi bahaya diperlukan bagi ahli higiene lingkungan kerja dan ahli keselamatan kerja. Dengan memahami bagaimana proses terjadinya kecelakaan yang berkaitan dengan keberadaan suatu bahaya, kejadian kecelakaan dan cedera ditempat kerja bisa diminimalkan.

Identifikasi bahaya dapat menjelaskan bagaimana keterkaitan antara energi dan kecelakaan. Kejadian kecelakaan selalu berhubungan dengan salah satu bentuk energi. Energi terdapat dalam berbagai bentuk seperti energi panas, listrik, fisika, kimia, bio energi, dan mekanis. Energi juga dapat menimbulkan risiko cedera seperti energi gravitasi, risiko atau cedera dapat terjadi saat suatu benda jatuh menimpa orang atau jika seseorang jatuh dari ketinggian dan cedera yang

ditimbulkan dapat berupa terkilir, luka hingga kematian di tempat kerja..

2.1.2. Bahaya kerja

Bahaya kerja merupakan setiap keadaan dalam lingkungan kerja yang berpotensi untuk timbulnya penyakit atau gangguan kesehatan akibat kerja. Bahaya kerja terdiri dari:

- a. Bahaya fisika : bahaya fisika terdiri dari pencahayaan, kebisingan, vibrasi, tekanan panas atau suhu lingkungan kerja yang ekstrim, radiasi, dan getaran.
- b. Bahaya kimia: bahaya kimia meliputi konsentrasi uap, gas, atau aerosol dalam bentuk debu atau *fume* yang berlebihan di lingkungan kerja. Paparan oleh bahaya kimiawi dapat masuk ke dalam tubuh dengan cara terhirup, tertelan, absorpsi melalui kulit atau dengan mengiritasi kulit. dan injeksi
- c. Bahaya biologi: bahaya biologis di lingkungan kerja dapat berupa virus, bakteri, cacing, serangga, jamur, riketsia, klamidia. Para pekerja yang dapat terpapar bahaya ini contohnya adalah para pekerja di rumah sakit, pekerja yang menangani atau memproses sediaan biologis tumbuhan atau hewan, pegawai

- laboratorium, mengolah bahan makanan, pengangkut sampah dan pengolah limbah, petani, pengrajin yang menggunakan bahan dasar tanah.
- d. Bahaya ergonomi: bahaya ergonomis dapat berupa desain peralatan kerja, mesin, dan tempat kerja yang buruk, aktivitas mengangkat beban, jangkauan yang berlebihan, penerangan yang tidak memadai, gerakan yang berulang-ulang secara berlebihan yang dapat mengakibatkan timbulnya gangguan muskuloskeletal pada pekerja
 - e. Bahaya psikologi: bahaya psikologis dapat berupa kepemimpinan dan komunikasi yang buruk, konflik antar personal, konflik peran, motivasi kerja, kurangnya sumber daya untuk menyelesaikan pekerjaan, beban tugas yang terlalu berat, dan lingkungan tempat kerja yang tidak mendukung produktivitas kerja.

2.2. Latihan

Jelaskan dan sebutkan macam-macam bahaya beserta contohnya di suatu industri !

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Bahaya adalah segala sesuatu termasuk situasi atau tindakan yang berpotensi menimbulkan kecelakaan atau cedera pada manusia, kerusakan atau gangguan lainnya. Bahaya menjadi sumber terjadinya kecelakaan atau insiden baik yang menyangkut manusia, properti dan lingkungan sedangkan risiko menggambarkan besarnya kemungkinan suatu bahaya dapat menimbulkan kecelakaan serta besarnya keparahan yang dapat diakibatkannya. Besarnya risiko ditentukan oleh berbagai faktor seperti besar paparan, lokasi, pengguna, jumlah, serta unsur yang terlibat.

Bahaya di tempat kerja terdiri dari 5 macam, yaitu bahaya kimia, fisika, biologi, ergonomi dan psikologi. Bahaya fisika terdiri dari pencahayaan, kebisingan, vibrasi, tekanan panas atau suhu lingkungan kerja yang ekstrim, radiasi, dan getaran. Bahaya kimia meliputi konsentrasi uap, gas, atau aerosol dalam bentuk debu atau *fume* yang berlebihan di lingkungan kerja. Bahaya biologi di lingkungan kerja diantaranya virus, bakteri, cacing, serangga, jamur, riketsia, klamidia. .Bahaya

ergonomi diantaranya desain peralatan kerja, dan tempat kerja yang buruk, aktivitas kerja yang berlebihan dan postur yang tidak sesuai, penerangan yang tidak memadai. Bahaya psikologi berupa kepemimpinan dan komunikasi yang buruk, konflik antar personal, konflik peran, motivasi kerja, kurangnya sumber daya untuk menyelesaikan pekerjaan, beban tugas yang terlalu berat, dan lingkungan tempat kerja yang tidak mendukung produktivitas kerja.

3.2. Test Formatif

1. Debu merupakan contoh jenis bahaya ...
 - a. Fisik.
 - b. Kimia.
 - c. Biologi.
 - d. Mekanik.
2. Bahaya kerja terdiri dari...
 - a. Bahaya kimia, fisik, gas, ergonomis dan psikologis.
 - b. Bahaya kimia, fisik, biologis, lingkungan dan psikologis.

- c. Bahaya kimia, fisik, debu, ergonomis dan psikologis.
- d. Bahaya kimia, fisik, biologis, ergonomis dan psikologis.

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk menjelaskan kembali definisi bahaya, definisi bahaya kerja, dan macam-macam bahaya di tempat kerja.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke sub pokok bahasan selanjutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam tes formatif di materi ini 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

- 1. b. Kimia
- 2. d. bahaya kimia, fisik, biologis, ergonomis dan psikologis.

Daftar Pustaka

- Ramli, Soehatman. 2010. Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Perspektif K3 OSH Risk Management. Dian Rakyat. Jakarta.
- Soeripto, M. 2008. Higiene Industri. Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta.

Senarai

Fume atau asap adalah butiran-butiran benda padat hasil kondensasi bahan-bahan dari bentuk uap.

Aerosol adalah butiran halus cairan yang tersebar secara merata diudara. Contoh alaminya adalah asap dan kabut.

Vibrasi adalah faktor fisik yang ditimbulkan oleh subjek dengan gerakan isolasi misalnya mesin, peralatan atau perkakas kerja yang bergetar dan memajani pekerja melalui transmisi.

II. Konsep Identifikasi Bahaya

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini berisi tentang definisi, manfaat, dan teknik identifikasi bahaya di tempat kerja. Identifikasi bahaya merupakan hal yang pertama dilakukan dalam manajemen bahaya kerja sebelum evaluasi yang lebih mendetail dikerjakan.

1.2. Relevansi

Dengan menjelaskan konsep identifikasi bahaya, mahasiswa diharapkan mampu untuk melakukan identifikasi bahaya di tempat kerja.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir pokok bahasan ini, mahasiswa dapat menjelaskan tentang konsep identifikasi bahaya di tempat kerja .

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Pada akhir pembahasan ini mahasiswa mampu:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan konsep identifikasi bahaya di tempat kerja .
- b. Mahasiswa mampu melakukan identifikasi sesuai teknik yang benar.

2. Penyajian

2.1. Uraian

2.1.1 Identifikasi bahaya

Identifikasi bahaya merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk mendeteksi adanya ancaman bahaya di tempat kerja. Identifikasi bahaya dilakukan untuk mengidentifikasi faktor risiko kesehatan seperti faktor fisika, kimia, biologi, ergonomi, dan psikologi pada pekerja. Penemuan faktor risiko ini dibutuhkan pengamatan terhadap proses dan simpul kegiatan produksi, bahan baku yang digunakan, bahan atau barang yang dihasilkan termasuk hasil samping proses produksi, serta limbah yang terbentuk proses produksi.

Manfaat identifikasi bahaya antara lain:

- a. Mengurangi risiko kecelakaan.
- b. Memberikan pemahaman bagi semua pekerja mengenai potensi bahaya dari aktivitas perusahaan sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan dalam bekerja.
- c. Sebagai dasar untuk menentukan strategi pencegahan dan pengamanan yang tepat dan efektif.
- d. Memberikan informasi yang terdokumentasi mengenai sumber bahaya dalam perusahaan kepada semua pihak khususnya pemangku kepentingan.

Identifikasi bahaya harus dilakukan secara terencana, terperinci, dan komprehensif. Faktor-faktor yang dapat mendukung keberhasilan identifikasi bahaya antara lain:

- a) Identifikasi bahaya harus sejalan dan relevan dengan proses produksi perusahaan sehingga dapat berfungsi dengan baik.
- b) Identifikasi bahaya harus dinamis dan selalu mempertimbangkan adanya teknologi baru.
- c) Keterlibatan semua pihak terkait dalam proses identifikasi bahaya.

- d) Ketersediaan metode, peralatan, referensi, data dan dokumen untuk mendukung aktifitas identifikasi bahaya.
- e) Akses terhadap regulasi yang berkaitan dengan aktivitas perusahaan termasuk pedoman industri dan data seperti MSDS (*Material Safety Data Sheet*).

Tahap pertama identifikasi bahaya kerja dapat dimulai dengan mengadakan pendekatan dan diskusi dengan para pekerja yang berhubungan langsung dengan mesin, peralatan, komponen fisik dan tata laksana pekerjaan di tempat kerja. Pendekatan dan diskusi ini dimaksudkan untuk menanyakan ancaman bahaya kerja yang sering atau mungkin terjadi. Wawancara juga dapat dilakukan sebagai pelengkap informasi kepada teman-teman kerja, supervisor, pimpinan perusahaan, serikat buruh di lingkungan kerja, dan perusahaan asuransi kesehatan kerja. Selain itu terdapat beberapa sumber lainnya antara lain:

a. MSDS (WHMIS, 2015)

MSDS merupakan lembaran khusus yang selalu terdapat pada produk zat kimia dasar. MSDS berisi informasi sebagai berikut:

1. Identifikasi: nama produk, bentuk fisik (misal bubuk, cairan, dan lain-lain.), warna produk, bau produk, dan lain-lain.
2. Identifikasi bahaya.
3. Komposisi: nama kimia, No.CAS(*Chemical Abstracts Series*), sinonim, formulasi, nilai ambang batas pajanan, ketidakmurnian.
4. Pertolongan pertama: pertolongan pertama bila terhirup, kontak kulit, kontak mata, dan tertelan.
5. Peringatan terhadap bahaya kebakaran.
6. *Accidental release measure*.
7. Tata cara penyimpanan, anjuran pengemasan, dan pembuatan label.
8. Rekomendasi perlindungan perorangan.
9. Data fisik: titik didih, tekanan uap, gravitasi, dan titik lebur.
10. Data reaktivitas, seperti stabilitas, dekomposisi, interaksi dengan zat kimia yang lain.
11. *Toxicological information*.
12. *Ecological information*.
13. Penyuplai resmi: nama, alamat, nomor telepon darurat orang yang dapat dihubungi.

14. Gangguan kesehatan: efek jangka panjang dan jangka pendek dari inhalasi, kontak pada kulit, per oral, per injeksi, kontak pada mata, tanda deteksi dini dari pajanan yang berlebihan.
 15. Tata cara penanganan bila zat kimia tumpah.
 16. Peringatan khusus dan lain-lain.
- b. Referensi tentang kesehatan dan keselamatan kerja dapat dicari pada buletin organisasi kesehatan kerja international.
 - c. Informasi dari pabrik pembuat mesin dan peralatan kerja mengenai bahaya kerja yang diakibatkan oleh hasil produksi.
 - d. Informasi tentang gangguan kesehatan akibat pekerjaan dan kecelakaan kerja.
 - e. Standar dan aturan praktek.

2.1.2 Teknik identifikasi bahaya

Identifikasi bahaya adalah suatu upaya untuk meminimalkan potensi bahaya yang ada di lingkungan kerja yang bertujuan untuk meningkatkan kewaspadaan dan melakukan tindakan pengamanan agar terhindar dari bahaya. Identifikasi bahaya merupakan suatu teknik komprehensif untuk mengetahui besarnya potensi

bahaya dari suatu bahan, alat dan sistem. Terdapat 3 metode teknik identifikasi bahaya :

1. Metode pasif

Teknik ini disebut metode pasif karena pekerja mengetahui bahaya setelah bahaya terjadi. Misalnya seorang pekerja tahu adanya bahaya listrik setelah tersengat listrik. Metode ini tidak efektif karena tidak semua bahaya menunjukkan keberadaannya dan dapat dilihat. Selain itu agak terlambat karena kecelakaan terjadi baru dikenali dan diambil langkah pencegahan untuk kejadian selanjutnya. Jika tidak dilakukan identifikasi bahaya bisa jadi masih banyak sumber bahaya yang setiap saat dapat menimbulkan kerugian.

2. Metode semi proaktif

Teknik ini disebut metoda semi proaktif karena belajar dari kejadian yang menimpa orang lain tanpa harus mengalami sendiri. Teknik ini juga kurang efektif karena tidak semua bahaya menimbulkan dampak, tidak semua kejadian dilaporkan kepada pihak lain untuk diambil pelajarannya, kecelakaan terjadi yang berarti menimbulkan kerugian walaupun kerugian menimpa pihak lain. Sehingga, dengan ini

setiap sistem k3 mensyaratkan penyelidikan pada tiap kecelakaan agar dijadikan sumber pembelajaran dan tidak lagi terulang kembali.

3. Metode proaktif

Metoda terbaik untuk melakukan identifikasi bahaya adalah dengan mencari bahaya sebelum menimbulkan dampak yang merugikan. Kelebihan dari metode ini antara lain :

1. Bersifat preventif karena bahaya dikendalikan sebelum menimbulkan kecelakaan, cedera atau kerugian lain.
2. Bersifat peningkatan berkelanjutan karena dengan mengenal bahaya dapat dilakukan upaya perbaikan.
3. Meningkatkan kepedulian semua pekerja setelah mengetahui dan mengenal adanya bahaya disekitar tempat kerjanya.
4. Mencegah pemborosan karena adanya dampak bahaya yang menimbulkan kerugian.

Saat ini telah berkembang berbagai macam teknik identifikasi bahaya yang bersifat proaktif, antara lain :

1. *Preliminary Hazard Analysys* – PHA adalah metode untuk mengidentifikasi risiko dari suatu situasi/peristiwa yang dapat mengganggu atau merusak sistem tersebut. Biasanya digunakan pada tahap awal pendirian industri tetapi masih menghadapi keterbatasan informasi.
2. Daftar periksa dan audit atau inspeksi keselamatan dan kesehatan kerja
3. *Failure Mode And Effect Analysis* – FMEA adalah metode pemberian tabel untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya.
4. *What If Analysis* juga biasa disebut Event Tree Analysis – ETA merupakan identifikasi dan mengevaluasi urutan peristiwa dalam skenario kecelakaan yang potensial.
5. *Job Safety Analysis* – JSA adalah teknik identifikasi yang berfokus pada identifikasi bahaya dan pengendalian bahaya yang berhubungan dengan rangkaian pekerjaan atau tugas yang hendak dilakukan.

6. *Hazard Operability Study* digunakan dalam penyusunan pembentukan keamanan di sistem baru atau modifikasi terhadap potensi bahaya atau masalah.
7. Task Risk Analysis – TSA adalah teknik identifikasi bahaya untuk tugas tertentu guna mengurangi risiko cedera pada pekerja dengan memperkirakan tingkat risiko suatu kegiatan tertentu dengan mengklasifikasikan konsekuensi aktual dan potensial dan mengetahui tindakan mitigasi untuk membatasi tingkat risiko.

2.1.3

2.1.4 Pemilihan teknik identifikasi bahaya

Pemilihan teknik identifikasi bahaya yang sesuai bagi perusahaan sangat menentukan efektifitas identifikasi bahaya yang dilakukan. Ada beberapa pertimbangan dalam menentukan teknik identifikasi bahaya yang tepat, yaitu :

1. Sistematis dan terstruktur
2. Mendorong pemikiran kreatif tentang kemungkinan bahaya yang ada yang belum pernah diketahui dan ditemukan sebelumnya.

3. Sesuai dengan sifat dan skala perusahaan yang melaksanakan
4. Mempertimbangkan ketersediaan informasi yang diperlukan

Pada dasarnya tidak ada satupun teknik identifikasi bahaya yang sempurna dalam mengidentifikasi bahaya yang ada. Bahaya di tempat kerja timbul karena adanya interaksi antar unsur produksi, yaitu manusia, peralatan, material, proses dan metode kerja. Karena itu, sumber bahaya dapat berasal dari :

1. Manusia

Manusia berperan menimbulkan bahaya di tempat kerja yaitu saat melakukan aktivitas baik aktivitas kerjanya maupun bukan.

2. Peralatan

Di tempat kerja digunakan berbagai peralatan kerja seperti mesin, pesawat uap, pesawat angkat, alat angkut, tangga dll. Semua peralatan tersebut menjadi bahaya bagi manusia yang memakai maupun berada di sekitar peralatan tersebut.

3. Material

Material disini dapat berupa bahan baku, bahan antara atau hasil produksi mengandung berbagai macam bahaya sesuai dengan sifat dan karakteristiknya masing-masing.

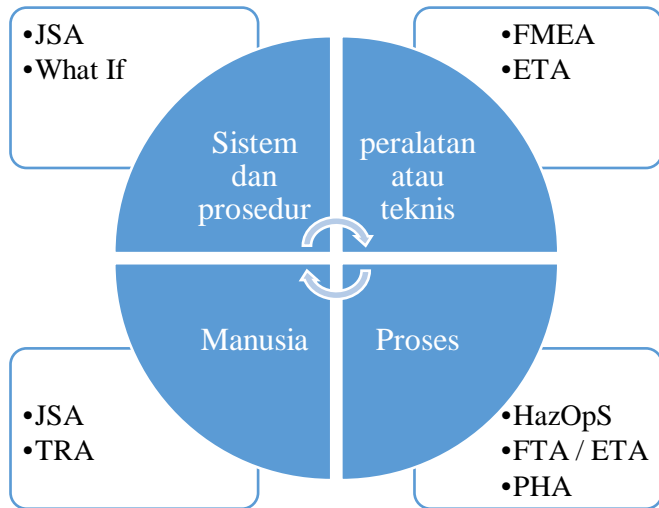
4. Proses

Kegiatan produksi terdiri dari berbagai macam proses baik yang berupa fisik maupun kimia. Misalnya suatu produksi membutuhkan proses fisik dan kimia dengan kondisi operasi temperatur tinggi, bertekanan, ada perubahan bentuk dan reaksi kimia, penimbunan, dan lainnya.

5. Sistem dan prosedur

Proses produksi dikemas melalui suatu sistem dan prosedur operasi yang diperlukan sesuai dengan sifat dan jenis kegiatan. Secara langsung sistem dan prosedur tidak bersifat berbahaya, namun dapat mendorong timbulnya potensi bahaya.

Berdasarkan faktor-faktor diatas, suatu program identifikasi bahaya hendaknya mampu mencakup seluruh potensi bahaya yang ada dalam kegiatan industri. Semakin banyak yang dapat diidentifikasi berarti



Gambar C.1 Identifikasi Bahaya

semakin kecil peluang menimbulkan dampak dan kerugian. Namun demikian karena tidak ada teknik identifikasi yang sempurna maka diperlukan berbagai kombinasi teknik identifikasi bahaya sesuai dengan kondisi umum, sifat kegiatan dan sumber bahaya dominan.

2.2. Latihan

Buatlah satu identifikasi bahaya di suatu tempat kerja menggunakan salah satu cara teknik identifikasi bahaya proaktif !

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Identifikasi bahaya merupakan suatu proses yang dilaksanakan untuk mendeteksi adanya ancaman bahaya di tempat kerja. Identifikasi bahaya bermanfaat untuk mengurangi peluang kecelakaan, memberikan pemahaman mengenai potensi bahaya, landasan sekaligus masukan untuk menentukan strategi pencegahan dan pengamanan dan memberikan informasi yang terdokumentasi mengenai sumber bahaya. Teknik identifikasi bahaya ada 3, yaitu teknik pasif dengan belajar dari kecelakaan yang menimpa diri sendiri, teknik semi proaktif dengan belajar dari kecelakaan yang menimpa orang lain dan teknik proaktif dengan mencari secara aktif bahaya yang ada di tempat kerja.

3.2. Test Formatif

1. Mengapa tidak perlu dilakukan identifikasi bahaya?
 - a. Mencegah kecelakaan dan kerugian
 - b. Persyaratan sesuai UU, Peraturan.
 - c. Menciptakan kondisi aman, sehat, & lingkungan terpelihara
 - d. Memperbesar risiko bahaya dan dampak
2. Yang bukan merupakan cara dalam mengidentifikasi bahaya-bahaya di tempat kerja?
 - a. Diskusi/Brainstorming
 - b. Mereview catatan K3 organisasi; laporan kecelakaan, laporan bahaya, hasil audit
 - c. Studi literatur (laporan perusahaan lain)
 - d. Wawancara dengan pekerja (user)

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk menjelaskan kembali proses identifikasi bahaya.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke Pokok Bahasan Bab selanjutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam tes formatif di materi ini 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. d Memperbesar risiko bahaya dan dampak
2. c Studi literatur (laporan perusahaan lain)

Daftar Pustaka

- Ramli, Soehatman, 2010, *Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Perspektif K3 OSH Risk Management*, Dian Rakya,. Jakarta.
- Soeripto,M, 2008, *Higiene Industri. Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia*, Jakarta.
- Suma'mur,PK, 2013, *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja(HIPERKES)*, Sagung Seto, Jakarta.

Senarai

MSDS atau *material data sheet* adalah kertas yang ada bersama suatu produk bahan kimia yang memuat informasi mengenai sifat-sifat zat kimia, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan zat kimia, pertolongan apabila terjadi kecelakaan, penanganan zat yang berbahaya.

D. FAKTOR FISIKA DI INDUSTRI

I. Kebisingan

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini berisi tentang definisi suara, konsep bising, identifikasi bising di tempat kerja, pengukuran kebisingan, nilai ambang batas kebisingan, dan pengendalian kebisingan di tempat kerja. Kebisingan dapat diartikan sebagai segala bunyi yang tidak dikehendaki yang dapat memberi pengaruh negatif terhadap kesehatan dan kesejahteraan tenaga kerja yang berasal dari proses produksi.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan memahami konsep kebisingan mahasiswa mampu menjelaskan dan mengukur kebisingan di tempat kerja, maka mahasiswa akan dapat menjelaskan pengertian kebisingan dan pengukuran kebisingan di tempat kerja.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir pembahasan ini mahasiswa dapat menjelaskan dan menguraikan tentang konsep kebisingan di tempat kerja.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Pada akhir pokok pembahasan ini mahasiswa mampu:

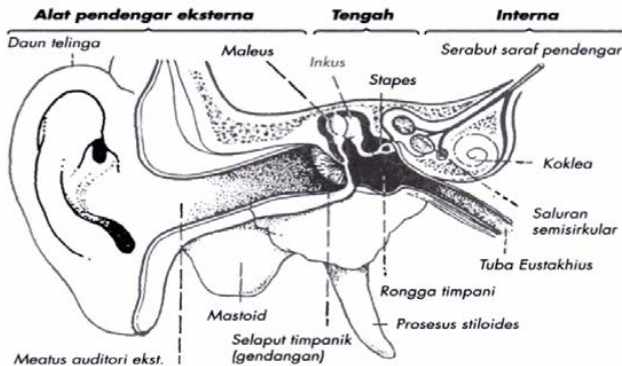
1. Menjelaskan definisi suara.
2. Menjelaskan definisi bising.
3. Menjelaskan sumber bising.
4. Menjelaskan jenis bising.
5. Mengidentifikasi sumber bising.
6. Menjelaskan dampak bising.
7. Menjelaskan pengukuran bising.
8. Menjelaskan pengendalian bising.

2. Penyajian

2.1. Uraian

2.1.1. Telinga

Telinga merupakan organ pendengaran. Saraf yang berkaitan dengan telinga adalah saraf kranial kedelapan atau *nervus auditorius*. Berikut adalah gambar anatomi telinga :



Gambar D.1 Anatomi Telinga

Sumber: Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis, 2016.

Telinga dibagi menjadi 3 bagian secara anatomi yaitu telinga luar (*outer ear*), telinga tengah (*middle ear*) dan telinga dalam (*inner ear*). Telinga luar terdiri dari daun telinga, liang telinga dan gendang telinga (membran tympani). Fungsi telinga luar menangkap dan menghantarkan suara/bunyi dari lingkungan sekitar

menuju ke membrana tympani. Telinga dalam terdiri dari 3 tulang yang bertugas mentransmisikan suara dari gendang telinga ke telinga dalam yaitu tulang martil (malleus), tulang landasan (inkus) dan tulang sanggurdi (stapes). Di bagian bawah terdapat tuba eustachius. Celah tuba ini akan tertutup dalam keadaan biasa dan akan terbuka setiap kita menelan. Dengan demikian tekanan udara dalam ruang timpani dipertahankan tetap seimbang dengan tekanan udara dalam atmosfer, sehingga cedera atau ketulian akibat tidak seimbangya tekanan udara dapat dihindari. Tuba eustachius berhubungan dengan naso faring, hal ini memungkinkan infeksi pada hidung atau tenggorokan dapat menjaral ke telinga tengah. Telinga dalam terdiri dari *cochlea* yang mentransmisikan vibrasi mekanik ke impuls syaraf dan saluran setengah lingkaran (semicircular canals) yang berfungsi sebagai sensor keseimbangan.

2.1.2. Definisi Suara

Suara/bunyi didefinisikan sebagai getaran/ gelombang yang merambat melalui suatu media dan menerpa alat pendengaran (telinga) dengan mekanisme

fisiologis sehingga didapat rangsangan pendengaran. Suara terdiri dari frekuensi tunggal (*single pure tone*). Gelombang energi yang menimbulkan suara /bunyi ditentukan oleh 2 hal, yaitu frekuensi dan intensitas (amplitudo).

Frekuensi merupakan getaran yang dinyatakan dalam jumlah getaran per detik yang disebut hertz(Hz). Suara atau bunyi yang dapat didengar adalah getaran suatu benda yang mempunyai frekuensi 20-20.000 Hertz(Hz). Ultrasonik adalah suara yang mempunyai frekuensi >20.000Hz. Infrasonik adalah suara yang mempunyai frekuensi <20Hz. Frekuensi yang penting adalah Center Band Frequency yaitu 250, 500, 1000, 2000, 4000, dan 5000Hz. Frekuensi antara 250-3000Hz adalah frekuensi yang penting untuk percakapan. Frekuensi 4.000Hz adalah frekuensi yang paling peka ditangkap telinga, sangat penting untuk diketahui bahwa ketulian yang disebabkan oleh kebisingan ialah adanya penurunan pendengaran pada frekuensi ini.

Intensitas (amplitudo) adalah besarnya tekanan suara, dengan satuan decibel (dB). Decibel adalah suatu perbandingan logaritmis antara tekanan bunyi tertentu

dengan suatu tekanan dasar yang besarnya 0,0002 dyne/cm² (microbar) yang sesuai dengan ambang dengartelinga normal pada frekuensi 1000 Hz. Intensitas bunyi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{dB} &= 10 \log P^2/Po^2 \\ &= 20 \log P/Po \end{aligned}$$

P = tekanan suara

Po = tekanan suara dasar/standard (0.0002 microbar)

Suara berasal dari benda yang bergetar, merambat melalui media tertentu antara lain udara, kemudian sampai ke telinga, diteruskan melalui system syaraf ke otak, sehingga otak menerima rangsangan untuk terdengarnya suara atau bunyi. Suara timbul bila terdapat sumber suara yang mengeluarkan getaran, dimana getaran merupakan gerak proyeksi gerak melingkar dengan kecepatan tetap pada garis tengah yang tetap. Getaran yang teratur demikian dinamakan getaran harmonis. Arah getaran suara menjauhi sumber bunyi dan bergerak di udara dengan kecepatan ±340 m/detik. Kecepatan akan bertambah besar apabila bunyi bergerak di dalam air=1500m/detik, sedangkan di dalam baja kecepatan bunyi=5000m/detik.

2.1.3. Definisi Bising

Bising adalah bunyi yang ditimbulkan oleh gelombang suara dengan intensitas dan frekuensi yang tidak menentu. Sedangkan kebisingan adalah suara yang tidak diinginkan yang disebabkan oleh kegiatan manusia atau aktifitas-aktifitas alam.

Definisi kebisingan menurut Permenakertrans No PER 13/MEN/X/2011 adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Sedangkan pengertian kebisingan menurut *Workplace Health and safety/WHIS (1993)* adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki yang bersifat mengganggu pendengaran dan bahkan dapat menurunkan ambang dengar seseorang yang terpapar.

Sumber Bising

Sumber kebisingan di perusahaan dapat berasal dari dalam maupun luar perusahaan seperti : mesin diesel untuk pembangkit listrik, generator, mesin produksi, gergaji ketel uap atau *boiler* untuk pemanas air, kendaraan bermotor di sekitar industri dll.

2.1.4. Jenis kebisingan

Ada empat jenis kebisingan :

- a. Kebisingan kontinu dengan spektrum frekuensi luas: suara diesel, kipas angin.
- b. Kebisingan kontinu dengan spektrum sempit : katup gas dan gergaji sirkuler.
- c. Kebisingan terputus-putus /intermitten: lalu lintas, pesawat tinggal landas.
- d. Kebisingan impulsif : ledakan bom, suara senapan.
- e. Kebisingan impulsif berulang : mesin tempa.

2.1.5. Nilai Ambang Batas Kebisingan

Nilai ambang batas kebisingan adalah intensitas kebisingan dimana manusia masih sanggup menerima tanpa menunjukkan gejala sakit akibat bising, atau seseorang tidak menunjukkan kelainan pada pemeparan /pemajanan kebisingan tersebut dalam waktu 8 jam perhari atau 40 jam perminggu.

Alat yang digunakan untuk mengukur kebisingan adalah *sound level meter*. Sesuai dengan Permenakertrans No PER 13/MEN/X/2011 tentang Nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja, NAB Kebisingan tidak melebihi 8 jam sehari

atau 40 jam seminggu adalah 85 dB(A). Kebisingan yang melampaui NAB, waktu pemaparan ditetapkan sebagai berikut :

Tabel D.1 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Waktu Pemaparan		Intensitas kebisingan
Per Hari		dalam dBA
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
75		103
375		106
188		109
94		112
2,812	Detik	115
1,406		118
703		121

352	124
176	127
88	130
44	133
22	136
11	139

Sumber: Permenaker No 13/Men/X/2011

Catatan: Tidak boleh terpajan lebih dari 140 dBA, walaupun sesaat.

2.1.6. Identifikasi sumber bising di tempat kerja

Identifikasi sumber bising adalah pengukuran derajat kebisingan pada suatu lokasi tempat kerja. Tata cara pelaksanaan survei bising adalah sebagai berikut:

1. Survei awal sumber bising

Survei awal sumber bising tidak dimaksudkan untuk mengetahui derajat dan lamanya pajanan bising secara mendalam, tetapi hanya untuk menentukan terjadinya pajanan bising yang membahayakan di suatu lokasi tempat kerja. Dengan demikian, survei awal sumber bising perlu dilaksanakan pada lokasi kerja yang diindikasikan terpajan bising yang

membahayakan, misal di lokasi kerja yang pekerjanya mendapat kesukaran berkomunikasi dengan suara yang normal atau jika terdapat beberapa pekerja yang menderita kurang pendengaran atau terjadinya tinnitus beberapa jam setelah pajanan bising.

2. Survey bising definitif

Dari hasil survei awal sumber bising dapat ditentukan lokasi tempat kerja yang memerlukan perhatian khusus. Selanjutnya perlu dilaksanakan survei bising definitif dengan tujuan:

- a. Memperoleh informasi pasti mengenai besarnya derajat bising di masing-masing lokasi tempat kerja yang dapat membahayakan pekerja, sehingga diyakini para pekerjanya membutuhkan alat pelindung diri terhadap pajanan bising.
- b. Mengidentifikasi mesin atau peralatan yang menghasilkan derajat kebisingan tinggi sehingga diyakini para pekerjanya membutuhkan pengukuran derajat kebisingan dengan instrument noise dosimeter.
- c. Mengidentifikasi para pekerja yang terpajan derajat kebisingan tinggi, sehingga membutuhkan tes pendengaran.

- d. Merencanakan pedoman pengendalian teknik atau pengendalian administratif.
- e. Memastikan bahwa peraturan pelaksanaan kesehatan dan keselamatan kerja yang ditetapkan pemerintah telah dilaksanakan dengan baik.

Survei kebisingan di tempat kerja harus dilakukan pada tempat kerja yang memiliki sumber kebisingan tinggi. Survei ini dilaksanakan melalui 3 tahap proses yaitu pengukuran lokasi kebisingan, pengukuran di tempat kerja, dan lama pajanan.

2.1.7. Efek/dampak Kebisingan

Paparan kebisingan yang terus menerus dapat berdampak pada kesehatan pekerja. Kebisingan akan mempengaruhi kondisi fisiologi dan psikologi pekerja. Atau beberapa literatur menyebutkan dampak pada indra pendengaran dan pada non indra pendengaran.

a. Gangguan Fisiologi akibat kebisingan :

1. *Trauma akustik*

Trauma akustik berhubungan dengan efek pemaparan tunggal atau pemaparan akibat ledakan impulsif yang dapat menyebabkan rusaknya gendang telinga/membrana tympani

2. *Temporary threshold shift(TTS)*

TTS merupakan kehilangan daya pendengaran yang bersifat sementara dimana terjadi berkurangnya kemampuan mendengar suara yang lemah, dan dapat pulih dalam jangka waktu beberapa jam hingga 4 minggu.

3. *Noise-induced permanent threshold shift(NIPTS)*

NIPTS merupakan kehilangan daya pendengaran yang bersifat permanen/menetap dimana terjadi berkurangnya kemampuan mendengar suara dan tidak dapat pulih.

b. Gangguan Psikologi

yaitu gangguan kejiwaan yang berkaitan dengan stimulus dan respon seseorang dalam bertingkah laku

1. Gangguan (annoyance). Kebisingan pada frekuensi rendah dapat menyebabkan seseorang agresif dan defensif pada seseorang. Agresif menyebabkan seseorang menjadi kasar sedangkan sifat defensif menyebabkan seseorang sulit menerima kritik.

2. Gangguan tidur (sleep disturbance)
3. Berkurangnya kemampuan berkomunikasi (speech interference) akibatnya timbul kesalahpahaman akibat informasi yang salah karena bisung.
4. Berkurangnya konsentrasi. Kebisingan yang terus menerus dapat menghilangkan memori otak sehingga sulit berkonsentrasi.
5. Gangguan performa. Performa aktivitas manusia dalam menyelesaikan pekerjaan menjadi lebih lambat akibat paparan kebisingan.

2.1.8. Pengukuran kebisingan

Alat yang digunakan untuk mengukur kebisingan di tempat kerja disebut *sound level meter*. *Sound level meter* berbentuk *portable* dan menggunakan tenaga baterai. Alat tersebut terdiri atas mikropone yang dapat merubah suara menjadi arus listrik, selanjutnya arus listrik tersebut dikirim ke amplifier. Signal listrik amplifier menyebabkan jarum membelok pada skala yang dikalibrasi dan menunjukkan tingkat tekanan suara. *Sound level meter* mempunyai 3 skala, yaitu A, B dan C.

Skala A untuk memperlihatkan perbedaan kepekaan yang besar pada frekuensi rendah dan tinggi yang menyerupai telinga manusia untuk intensitas rendah. Skala B digunakan untuk memperlihatkan kepekaan telinga untuk bunyi dengan kepekaan sedang sedangkan skala C digunakan untuk intensitas tinggi, skala C juga digunakan ketika signal akan ditransfer ke instrumen lain atau untuk analisa yang lebih detail.



Gambar D.2 Sound Level Meter 1

Sumber:

<http://www.acquris.se/media/product.php?id=617&lang=en>

Semakin jauh sumber bising intensitas bising akan berkurang. Perambatan atau pengurangan tingkat bising dari sumbernya dinyatakan dengan persamaan matematis berikut:

1. Sumber Diam

$$SL_1 - SL_2 = 20 \log \frac{r_2}{r_1}$$

2. Sumber Bergerak

$$SL_1 - SL_2 = 10 \log \frac{r_2}{r_1}$$

Keterangan:

SL₁ = Intensitas sumbu 1 pada jarak r₁

SL₂ = Intensitas sumbu 2 pada jarak r₂

2.1.9. Audiometri

Pemeriksaan audiometri dilakukan untuk menilai pengaruh kebisingan terhadap indra pendengaran. Alat yang digunakan adalah *audiometer*. Hasil pemeriksaan audiometer disebut *audiogram*. Audiogram berupa grafik, sumbu X menunjukkan frekuensi dan sumbu y

menunjukkan desibel. Frekuensi dimulai dari 125 Hz sampai 8000 Hz, sedangkan desibel dimulai dari -10 di atas sampai dengan 100 dB di bagian bawah. Tingkat Ambang dengar telinga kiri digambarkan dengan simbol X berwarna biru dan telinga kanan dengan simbol O berwarna merah. Data lain yang perlu dituliskan pada audiogram adalah nama, jenis kelamin dan tanggal lahir tenaga kerja.

2.1.10. Kontrol kebisingan dan Program Konservasi Pendengaran

Penanggulangan/Kontrol Kebisingan harus melihat 3 aspek utama :

a. Pengendalian pada sumber

1. Substitusi : Mengganti seluruh mesin atau alat produksi yang menimbulkan suara bising tinggi dengan mesin atau alat produksi yang menimbulkan suara rendah.
2. Modifikasi : Mengganti komponen yang terdapat pada mesin atau alat produksi dengan komponen yang dapat menghasilkan suara rendah.

3. *Silencer* : Memasang peredam suara pada mesin produksi yang bising.
 4. *Maintenance* : Melakukan perawatan berkala pada mesin atau alat produksi.
- b. Pengendalian pada media
1. *Enclosure* : Menutup sumber bising dalam sungkup yang dilengkapi dengan peredam suara.
 2. *Accoustic wall&ceiling* : Memasang bahan akustik di dinding dan plafon.
 3. *Remote control* : pengoperasian jarak jauh dengan meletakkan panel room terpisah/ jauh dari bising dengan dinding kaca ganda.
- c. Pengendalian pada *receiver*
1. APD : ear plug dapat mengurangi kebisingan: 15-20 dB, ear muff dapat mengurangi kebisingan sebesar 35 dB
 2. Pengaturan waktu kerja (shift)
 3. Training
 4. Pemeriksaan sebelum kerja dan berkala minimal 1 kali setahun

5. Memindahkan naker dari tempat bising ke tempat yang lebih aman.

2.2. Latihan

Lakukan pengukuran kebisingan suatu tempat kerja dengan mesin yang sedang bekerja menggunakan sound level meter dan hitung minimal paparan!

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Sumber kebisingan di perusahaan dapat berasal dari dalam maupun luar perusahaan. Jenis kebisingan ada empat jenis, yaitu kebisingan kontinu dengan spektrum frekuensi luas, kebisingan kontinu dengan spektrum sempit, kebisingan terputus-putus /intermitten, kebisingan impulsif dan kebisingan impulsif berulang. NAB kebisingan adalah <85dBA. Kebisingan di tempat kerja dapat berdampak pada indra

pendengaran dan non indra pendengaran. Cara mengontrol kebisingan dan konservasi pendengaran adalah dengan mengontrol bahaya potensial kebisingan baik di tingkat sumber kebisingan, media maupun pada penerima kebisingan di tempat kerja (pekerja).

3.2. Test Formatif

1. Contoh kebisingan impulsif...
 - a. Bom.
 - b. Keramaian lalu lintas.
 - c. Kipas angin.
 - d. Gergaji sirkuler.
2. Hal pertama yang dilakukan untuk mengurangi kebisingan adalah...
 - a. Enclosure.
 - b. Substitusi.
 - c. Training.
 - d. Panel control.

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk mencari referensi di jurnal ilmiah terkait kebisingan serta contoh kasus

kebisingan di industri. Selanjutnya akan disampaikan pada pertemuan berikutnya.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke sub pokok bahasan selanjutnya, mahasiswa harus menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi ini 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. a. Bom.
2. b. substitusi.

Daftar Pustaka

Budiono, Sugeng, 2016, *Bunga Rampai Hiperkes dan KK*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang

Harrianto, Ridwan, 2015, *Buku Ajar Kesehatan Kerja*, EGC, Jakarta.

Levy, Barry S dan David H. Wegman, 2011, *Occupational and Environmental Health : Health Recognizing and Preventing Work*

- Related Disease*, Little Brown and company, Boston.
- Pearce, Evelyn C, 2016, *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Soedirman, 2012, *Higiene Perusahaan*, el Musa Press, Bogor.
- Soeripto, M, 2008, *Higiene Industri*, Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.
- Suma'mur, 2013, *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*, Sagung Seto, Jakarta.

Senarai

NIHL atau *Noise Induce Hearing Loss* adalah ketulian karena exposure terhadap bising.

Frekuensi suara adalah banyaknya getaran yang terjadi dalam kurun waktu satu detik. Getaran frekuensi yang terdengar oleh manusia dengan standard antara 20 hertz sampai dengan 20.000 hertz

Amplitudo suara adalah jarak terjauh simpangan dari titik keseimbangan.

II. Pencahayaan

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini membahas tentang definisi pencahayaan, faktor yang mempengaruhi pencahayaan, sifat cahaya, distribusi pencahayaan, jenis lampu, efek/dampak pekerja akibat pencahayaan yang buruk, dasar perundangan yang mengatur pencahayaan di tempat kerja, alat ukur dan cara pengukuran pencahayaan serta pengendalian penerangan di tempat kerja.

1.2. Relevansi

Dengan menjelaskan bahasan ini mahasiswa mampu menjelaskan, mengidentifikasi, mengukur pencahayaan serta menganalisis hasil pengukuran untuk upaya pengendaliannya di tempat kerja.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Setelah mengikuti bahasan ini maka diharapkan mahasiswa dapat melakukan analisis tentang bahaya

pencahayaannya yang buruk serta menganalisis hasil pengukuran pencahayaannya.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah mengikuti pembelajaran ini mahasiswa dapat:

1. Menjelaskan definisi pencahayaannya,
2. Menjelaskan faktor yang mempengaruhi pencahayaannya.
3. Menjelaskan jenis-jenis lampu.
4. Menjelaskan sifat cahaya.
5. Menjelaskan distribusi pencahayaannya.
6. Menjelaskan efek pekerja akibat pencahayaannya yang buruk di tempat kerja.
7. Mengetahui dasar perundangan yang mengatur pencahayaannya di tempat kerja.
8. Menjelaskan alat ukur dan cara pengukuran pencahayaannya.
9. Menjelaskan pengendalian penerangan di tempat kerja.

2. Penyajian

2.1. Uraian

2.1.1 Definisi pencahayaan

Pencahayaan mempengaruhi peningkatan produktivitas tenaga kerja dan mempengaruhi kesehatan tenaga kerja. Pencahayaan yang kurang dapat mengurangi kemampuan penglihatan dan menyebabkan kecelakaan kerja, sedangkan pencahayaan berlebihan dapat menyebabkan kesilauan.

Pencahayaan yang baik adalah pencahayaan yang memungkinkan tenaga kerja dapat melihat obyek yang dikerjakan secara jelas, cepat dan tanpa upaya-upaya yang tidak perlu serta membantu menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan menyenangkan.

Tingkat cahaya yang optimum dapat dipenuhi dengan 2 cara :

- a. Pencahayaan alami : Menggunakan sinar matahari secara langsung.
- b. Pencahayaan buatan : Pencahayaan buatan digunakan apabila pencahayaan alami belum memadai seperti ruangan tertutup pencahayaan ini biasanya menggunakan lampu.

2.1.2 Faktor Pencahayaan

Faktor-faktor yang menentukan besarnya pencahayaan di tempat kerja antara lain :

1. Ukuran obyek : Besar kecilnya obyek/jenis pekerjaan.
2. Ukuran ruangan kerja : Semakin luas ruang kerja maka dibutuhkan pencahayaan yang memadai.
3. Derajat kontras : Perbedaan derajat terang antara obyek dan sekelilingnya.
4. luminensi (*brightness*) : Tingkat terangnya lapangan penglihatan.
5. Lamanya melihat.

Sedangkan arah pencahayaan ada dua, yaitu satu arah untuk pekerjaan dengan benda-benda yang kecil dan berbagai arah yaitu mengecek bagian benda yang berkelok-kelok atau untuk menggambar teknik.

2.1.3 Sifat Cahaya (*Character of Light*)

Sifat cahaya ditentukan oleh dua hal yaitu kuantitas cahaya dan kualitas cahaya. Kuantitas cahaya yaitu banyaknya cahaya yang jatuh pada suatu

permukaan yang menyebabkan terangnya permukaan tersebut dan sekitarnya. Banyaknya cahaya yang dibutuhkan tergantung dari tingkat ketelitian yang diperlukan, bagian yang diamati dan *brightness* dari sekitar. Kuantitas cahaya dipengaruhi oleh ukuran ruang kerja, waktu kerja, tingkat kontras dan kecerahan obyek yang diterangi. Kualitas cahaya ditentukan oleh ada atau tidaknya kesilauan, warna, arah dan difusi cahaya.

2.1.4 Akibat Pencahayaan Yang Buruk

Pencahayaan yang buruk dapat mengakibatkan kelelahan mata, kelelahan mental, keluhan pegal/sakit di sekitar mata, kerusakan mata, dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Gejala kelelahan mental akibat pencahayaan yang buruk adalah sakit kepala, penurunan kemampuan intelektual, penurunan daya konsentrasi dan penurunan kecepatan berpikir.

Upaya pencegahan kelelahan mental karena upaya mata yang berlebihan perlu diadakan perbaikan kontras, meningkatkan pencahayaan dan pemindahan tenaga kerja dengan visus yang setinggi-tingginya. Pekerjaan yang membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi harus

dikerjakan oleh tenaga kerja berusia muda dan dilakukan pada malam hari. Selain itu, dapat juga digunakan kaca pembesar untuk melihat obyek dengan mudah, tetapi terdapat beberapa kerugian diantaranya penglihatan menjadi terbatas, kekurangan daerah akomodasi, terganggunya koordinasi antara penglihatan dan gerakan tangan dan kepala karena harus tetap dalam posisi tertentu.

2.1.5 Kesilauan / *glare*

Kesilauan adalah cahaya yang tidak diinginkan (*unwanted light*). Definisi lengkap kesilauan adalah setiap cahaya/pantulan yang berada dalam lapangan penglihatan yang menyebabkan rasa ketidaknyamanan, gangguan (*annoyance*), kelelahan mata dan gangguan penglihatan. Kesilauan dibedakan menjadi 3, yaitu :

a. *Disability glare*

Disebabkan karena terlalu banyaknya cahaya yang secara langsung masuk ke dalam mata dari sumber kesilauan sehingga menyebabkan kehilangan sebagian penglihatan. Keadaan ini mempengaruhi seseorang untuk dapat melihat dengan jelas. Misalnya ketika

mengendarai mobil pada malam hari, kemudian terkena sorot lampu yang sangat terang dari arah berlawanan. Kejadian ini intensitasnya tinggi dan waktunya sangat cepat atau tiba-tiba.

2. *Discomfort glare*

Kesilauan ini menyebabkan ketidaknyamanan pada mata, terutama bila berlangsung pada waktu yang cukup lama. Biasanya dialami oleh seseorang yang bekerja pada siang hari dan menghadap ke jendela atau saat memandang lampu secara langsung pada malam hari. Efek kesilauan ini pada mata tergantung pada lamanya seseorang terpapar oleh kesilauan tersebut.

3. *Reflekted Glare*

Kesilauan ini disebabkan oleh pantulan cahaya yang terlalu terang yang mengenai mata. Berasal dari semua permukaan benda yang mengkilap yang berada pada lapangan penglihatan.

Disability glare dan *discomfort glare* dapat dikurangi dengan cara :

- a. Memperkecil luas dari permukaan yang sangat terang yang menyebabkan kesilauan.

- b. Memperbesar sudut yang terbentuk antara sumber kesilauan dan garis penglihatan (30^0).
- c. Meningkatkan *brightness* dari area yang mengelilingi sumber kesilauan.

Reflected glare dapat dikurangi dengan cara :

- a. Mengurangi brightness/luminensi dari sumber cahaya.
- b. Semua permukaan benda yang terdapat dalam lapangan penglihatan tidak dibuat mengkilap.
- c. Meningkatkan pencahayaan umum.

2.1.6 Distribusi Pencahayaan

Distribusi pencahayaan dibedakan menjadi 5 sistem, yaitu :

- a. Pencahayaan Langsung (*direct lighting*)

Distribusi 90 -100% dari cahaya diarahkan secara langsung ke tempat kerja atau tempat yang perlu mendapat pencahayaan, ke atas 0-10%. Keuntungannya cara ini lebih efisien karena banyaknya cahaya yang mencapai permukaan kerja maksimum, sedangkan kerugiannya adalah sering menimbulkan kesilauan.

- b. Pencahayaan semi langsung (*semi direct lighting*)
Distribusi cahaya ke bawah 60-90% sisanya menerangi serta dipantulkan ke langit-langit atau ke dinding (10-40 %).
- c. Pencahayaan difusi umum
Distribusi 50 % cahaya diarahkan ke tempat kerja dan setengahnya lagi menyinari serta dipantulkan oleh langit-langit dan dinding.
- d. Pencahayaan semi tidak langsung (*semi indirect lighting*)
Distribusi 60 -90 % cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas ,10-40 % cahaya diarahkan ke bawah.
- e. Pencahayaan tidak langsung (*indirect lighting*)
Distribusi cahaya ke atas 90-100% ke bawah 0-10 %.
Keuntungan cara ini tidak menimbulkan kesilauan sedangkan kerugiannya mengurangi efisiensi cahaya total yang jatuh pada permukaan kerja.

2.1.7 Jenis Lampu

a. Lampu pijar (*incandescent lamp*)



Gambar D.3 Lampu Pijar

Sumber:

<http://www.astudioarchitect.com/2011/11/mengenal-jenis-jenis-lampu-pijar.html>

Keuntungan lampu pijar dapat memberikan nuansa hangat karena warna cahaya kuning kemerahan sehingga lampu ini sangat tepat bila digunakan di tempat rekreasi. Kerugiannya tidak nyaman digunakan di ruang kerja karena ruang kerja menjadi tidak nyaman (panas) dan warna cahaya mempengaruhi warna obyek yang diamati.

- b. Lampu pelepasan listrik/lampu TL (*Fluorescent lamp*)



Gambar D.4 Lampu TL

Sumber:

<http://www.astudioarchitect.com/2011/11/mengenal-jenis-jenis-lampu-pijar.html>

Keuntungan lampu TL adalah efisiensi (perubahan listrik menjadi cahaya yang dinyatakan dalam lumen/watt) lampu ini lebih tinggi daripada lampu pijar, kurang lebih 3-4 kali dibandingkan dengan lampu pijar. Luminensi lampu TL umumnya rendah, sehingga kesilauan di tempat kerja dapat dikurangi selain itu warna cahaya lampu TL menyerupai cahaya matahari sehingga warna obyek yang diamati tidak mengalami perubahan (distorsi warna). Kerugiannya adalah menyebabkan kedipan baik yang terlihat maupun yang

tidak terlihat oleh mata. Kedipan ini dapat menyebabkan iritasi pada mata, sakit kepala, kelelahan mata dan penurunan prestasi kerja. Kedipan ini dapat diatasi dengan pemasangan 2 atau lebih lampu TL di tempat kerja. Selain itu cahaya yang dihasilkan oleh lampu TL sering memberikan efek psikis kurang ramah. Tetapi kesan ini akan hilang bila pencahayaan umum mencapai 1000 lux atau lebih.

2.1.8 Dasar Perundang-Undangan

Peraturan yang mengatur tentang syarat penerangan di tempat kerja mengacu pada peraturan lama yaitu Peraturan Menteri Perburuahan No 7 tahun 1964 tentang syarat kesehatan, Kebersihan serta Penerangan dalam tempat Kerja.

2.1.9 Alat Ukur Pencahayaan

a. Pengukur intensitas cahaya : *luxmeter*

Prinsip kerjanya adalah sebuah photocell yang bila terkena cahaya akan menghasilkan arus listrik. Makin kuat intensitas cahaya makin besar arus yang dihasilkan. Pengukuran untuk pencahayaan lokal setinggi tempat

kerja yang sebenarnya dan untuk pencahayaan umum setinggi perut (± 1 meter)



Gambar D.5 Luxmeter

Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/Light-lux-meter-light-meter-digital_115352569.html

b. Pengukur luminensi : *brightness meter*



Gambar D.6 Brightness meter

Mengukur kecerahan cahaya saat cahaya dipantulkan kembali oleh permukaan.

c. Pengukur kekuatan sumber cahaya : *fotometer*



Gambar D.7 Fotometer

Sumber:<https://www.medicalogy.com/p/beli-digital-lux-meter/fotometer-riele-5010-v5-esp00047>

Prinsip dasar fotometer adalah pengukuran penyerapan sinar akibat interaksi sinar yang mempunyai panjang gelombang tertentu dengan larutan atau zat warna yang dilewatinya. Kebanyakan photometers mendeteksi cahaya dengan photoresistors, dioda atau photomultipliers. Untuk menganalisis cahaya, fotometer dapat mengukur cahaya setelah melalui filter atau melalui monokromator penentuan ditentukan panjang gelombang atau untuk analisis terhadap distribusi spektrum cahaya.

2.1.10 Cara Pengukuran

Cara pengukuran pencahayaan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 16-7062-2004) tentang Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja.

Pengukuran penerangan di tempat kerja meliputi penerangan setempat dan penerangan umum. Keduanya memiliki tata cara yang berbeda saat pengukuran.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengukuran intensitas pencahayaan :

1. Pastikan alat sudah dikalibrasi
2. Sebelum pembacaan dilakukan, biarkan photocell terpapar cahaya selama 5 menit
3. Pengukuran pada tangga : lux meter harus diletakan pada lantai atau injakan kaki
4. Pengukuran pada bidang vertikal atau condong dilakukan pada bidang yang relevan
5. Pengukuran pada tempat kerja yang menggunakan pencahayaan buatan (lampu) pembacaan dilakukan paling sedikit 5 menit setelah lampu dinyalakan sehingga diperoleh cahaya yang stabil.

6. Pada saat pembacaan dilakukan bayangan surveyor tidak boleh tertangkap oleh lux meter
7. Pakaian surveyor diusahakan berwarna gelap
8. Pembacaan dilakukan pada posisi ruang & posisi kerja yang normal

2.2. Latihan

Lakukan pengukuran pencahayaan di suatu tempat kerja dengan pencahayaan general dan pencahayaan lokal menggunakan lux meter!

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Pencahayaan yang baik adalah pencahayaan yang memungkinkan tenaga kerja dapat melihat obyek yang dikerjakan secara jelas, cepat dan tanpa upaya-upaya yang tidak perlu. Di tempat kerja faktor yang menentukan besarnya pencahayaan yang diperlukan adalah ukuran obyek, derajat kontras, luminensi dan lamanya melihat. Pencahayaan yang buruk (kurang atau berlebih) bisa mengakibatkan kelelahan mata, kelelahan mental, keluhan pegal/sakit di sekitar mata, kerusakan

mata serta meningkatnya terjadinya kecelakaan kerja. Alat ukur pencahayaan dibedakan berdasarkan fungsinya, yaitu luxmeter untuk mengukur intensitas cahaya, brightness meter untuk mengukur luminensi atau tingkat keterangan, dan fotometer untuk mengukur kekuatan sumber cahaya. Nilai ambang batas pencahayaan di tempat kerja diatur dalam Peraturan Menteri Perburuhan No 7 tahun 1964 tentang syarat kesehatan, Kebersihan serta Penerangan dalam tempat Kerja.

3.2. Test Formatif

6. Pengukuran intensitas cahaya yang jatuh pada dinding, langit-langit, meja, lantai, mesin dengan lux meter menghadap sumber cahaya seperti pada pengukuran intensitas pencahayaan lokal merupakan cara yang digunakan untuk mengukur besarnya
 - a. Intensitas reflektan
 - b. Intensitas pencahayaan umum
 - c. Intensitas pencahayaan lokal
 - d. Intensitas cahaya total

7. Pekerjaan membedakan barang halus dengan kontras sedang dan dalam waktu lama membutuhkan intensitas pencahayaan minimal
- 500-1000 lux
 - 200 lux
 - 300 lux
 - >1000lux

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk mencari referensi di jurnal ilmiah terkait macam-macam pencahayaan di industri. Selanjutnya akan disampaikan pada pertemuan berikutnya.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke sub pokok bahasan selanjutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di materi ini 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

- a Intensitas reflektan
- a 500-1000 lux

Daftar Pustaka

- Budiono, Sugeng, 2016, *Bunga Rampai Hiperkes dan Keselamatan Kerja*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Soedirman, 2012, *Higiene Perusahaan*, el Musa Press, Bogor.
- Soeripto, M, 2008, *Higiene Industri*, Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.
- Suma'mur PK, 2013, *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, CV Gunung Agung, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2004, Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja SNI 16-7062-2004

Senarai

Lux adalah satuan metrik ukuran cahaya pada suatu permukaan. Cahaya rata-rata yang dicapai adalah rata-rata tingkat lux pada berbagai titik pada area yang sudah ditentukan.

Satu lux setara dengan satu lumen per meter persegi.

Reflektan adalah besarnya intensitas cahaya yang dipantulkan oleh sebuah benda.

Luminense adalah ukuran fotometrik dari intensitas cahaya per satuan luas dari perpindahan cahaya dalam arah tertentu. Ini menggambarkan jumlah cahaya yang melewati atau dipancarkan dari daerah tertentu, dan jatuh dalam sudut ruang yang diberikan.

III. Radiasi

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini berisi tentang definisi radiasi, macam-macam radiasi, efek radiasi, dan pencegahan radiasi di tempat kerja.

1.2. Relevansi

Dengan menjelaskan konsep radiasi mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan dan mengidentifikasi radiasi di tempat kerja.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir pembahasan ini mahasiswa dapat menjelaskan dan menjelaskan tentang konsep dan bahaya radiasi di tempat kerja.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah mengikuti pokok bahasan ini mahasiswa dapat:

- a. Menjelaskan definisi radiasi.
- b. Menjelaskan jenis radiasi.
- c. Menjelaskan efek paparan radiasi.
- d. Menjelaskan pengukuran radiasi.
- e. Menjelaskan cara pengendalian terhadap paparan radiasi

2. Penyajian

2.1. Uraian

2.1.1 Definisi Radiasi

Radiasi adalah pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik/cahaya(foton) dari sumber radiasi. Menurut Harrianto (2015) radiasi adalah energi yang ditransmisikan, dikeluarkan atau diabsorpsi dalam bentuk partikel berenergi atau gelombang elektromagnetik. Berdasarkan definisi tersebut diatas radiasi adalah suatu cara perambatan energi dari sumber energi ke lingkungannya tanpa membutuhkan perantara.

Sifat radiasi yang dapat digunakan untuk mengetahui sumber radiasi adalah sebagai berikut:

1. Radiasi tidak dapat dideteksi oleh indera manusia, untuk mengetahuinya diperlukan alat bantu deteksi yang disebut dengan detector radiasi yang secara spesifik mampu untuk melacak keberadaan jenis radiasi tertentu seperti detector alpha, detector gamma, detector neutron, dan lain-lain.

2. Radiasi dapat berinteraksi dengan materi yang dilaluinya melalui proses ionisasi, eksitasi, dan lain-lain.

2.1.2 Jenis Radiasi

Radiasi di tempat kerja dan dapat menimbulkan penyakit akibat kerja terdiri dari dua macam, yaitu Radiasi non ionisasi (*Non ionizing radiation*) dan radiasi Ionisasi (*Ionizing radiation*).

1. Radiasi Non Ionisasi

Radiasi non ionisasi adalah radiasi dengan energi yang cukup untuk mengeluarkan elektron atau molekul tetapi energi tersebut tidak cukup untuk membentuk /membuat formasi ion baru. Selain itu radiasi non ionisasi merupakan radiasi gelombang elektromagnetik (<10KeV) yang tidak memiliki cukup kekuatan untuk menyebabkan ionisasi molecular, tetapi hanya dapat menimbulkan vibrasi dan rotasi molekul.

Radiasi non ionisasi merupakan radiasi yang berupa gelombang elektromagnetik, yaitu gelombang mikro

(*microwave*), sinar ultra violet(sinar ultra ungu), sinar infra merah, sinar laser.

a. Radiasi gelombang mikro (*microwave*)

Gelombang mikro digunakan untuk spectrum gelombang elektromagnetis dengan panjang gelombang antara 0,3 sampai 3000 cm. Gelombang mikro dihasilkan dari perlambatan elektron pada medan listrik, kegunaannya untuk gelombang radio, televisi, radar dan alat-alat industri.

Radiasi gelombang mikro sepanjang beberapa mm diserap kulit dan sepanjang beberapa cm sebagian diserap kulit sebagian menembus ke dalam tubuh. Mekanisme penyerapan energi gelombang mikro diserap dengan penyerapan energi oleh konduktivitas ion yang dipengaruhi oleh faktor vaskularisasi, ketebalan, distribusi, dan kandungan air pada masing-masing tubuh.

Gelombang mikro memiliki pengaruh terhadap kondisi kesehatan tenaga kerja yang bekerja di daerah sumber radiasi. Sindrom klinis dapat dibagi menjadi tiga stadium, pada stadium permukaan/pertama gejalanya adalah astheni yang

bersifat reversibel bila radiasi terhenti. Selanjutnya adalah stadium menengah dan lanjut gejalanya adalah gangguan neurovaskuler, gangguan kadar albumin, histamin dalam serum darah, karsinoma. Gambaran klinis stadium lanjut menyerupai sindrom gangguan diensefalon dimana pada stadium lanjut kemungkinan dapat pulih sangat sulit bahkan dapat menyebabkan kecacatan.

Frekuensi 300-30.000 MHz tidak boleh melampaui 10 mw/cm², dengan rincian sebagai berikut:

- a. Tingkat kekuatan energi gelombang mikro lebih dari 10 mw/cm² berbahaya. Pekerja tidak boleh memasuki daerah yang memungkinkan sebagian besar tubuhnya terkena radiasi gelombang mikro dengan kekuatan energi sebesar itu.
- b. Tingkat kekuatan energi antara 1-10mw/cm² dianggap aman sekali-kali atau waktu tertentu.
- c. Tingkat kekuatan dibawah 1mw/cm² aman untuk terpapar secara terus-menerus.

Perhitungan waktu kerja dengan pemaparan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$TP = \frac{6.000}{W^2}$$

Keterangan: TP=waktu kerja dalam menit selama
1 jam

W=kekuatan energi gelombang mikro dalam mili
Watt per cm^2

Terdapat alat untuk mengukur radiasi yaitu:

- a. IAMP-1 : Mengukur intensitas radiasi berupa kekuatan komponen listrik & magnetik dari lapangan dengan frekuensi tinggi.
 - b. PO -1 : Mengukur kuat arus pada lapangan elektromagnetik dengan frekuensi lebih tinggi.
2. Radiasi Sinar Ultra Ungu (Ultra Violet)

Radiasi sinar ultra ungu adalah radiasi elektromagnetis dengan panjang 180-400nm. Intensitas energinya dapat dinyatakan dalam satuan mikroWatt/ cm^2 . Sinar ultra ungu dihasilkan oleh pengelasan yang menggunakan suhu tinggi, benda pijar yang menggunakan suhu tinggi, lampu pijar,

sinar matahari, dan lain-lain. Sinar ultra ungu pada panjang gelombang 290-320nm merupakan penyebab kanker kulit terutama bagi kulit yang kandungan pigmennya rendah.

Menurut Permenakertrans No PER 13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja dan Standar Nasional Indonesia (SNI) 16-7063-2004, Nilai Ambang Batas radiasi sinar ultra ungu adalah 0,1 mikroWatt/cm². Pengendalian dari paparan ultra ungu adalah mengurangi lama paparan kerja per hari

Tabel D.2 Nilai Ambang Batas Paparan Sinar Ungu

Eradiasi efektif (mikrowatt/cm ²)	Waktu paparan per hari	Eradiasi efektif (mikrowatt/cm ²)	Waktu paparan per hari
0,2	4 jam	50	1 menit
0,4	2 jam	100	30 detik
0,8	1 jam	300	10 detik
1,7	30 menit	3000	1 detik

3,3	15 menit	6000	0,5 detik
5	10 menit	30000	0,1 detik
10	5 menit		

(Sumber: suma'mur , 2013).

Efek terkena paparan sinar ultra ungu antara lain:

- a) Iritasi mata (conjunctivitis fotoelektrika), mata berair/lakrimasi dan penderita menghindari paparan cahaya. Tetapi gejala ini akan kembali normal dalam beberapa hari.
- b) Kulit merah terbakar (erythema). Pigmen kulit dapat melindungi dari sinar ultra ungu. Pada paparan kronis ultra ungu dapat merusak struktur kulit dan menyebabkan kulit mengalami penuaan dini dan kanker kulit.

Pekerja yang berisiko terkena paparan sinar ultra ungu adalah:

- a) Pekerja yang selalu terpapar sinar matahari, menggunakan pakaian lengan pendek dan celana pendek terutama bila bekerja di musim panas.

b) Pekerja dalam ruang dimana lampu ultra ungu digunakan untuk membunuh bakteri : perawat, tukang daging, penjamah makanan, tukang daging, pekerja pabrik obat & tembakau dan tukang las.

Pencegahan dan pengendalian adalah dengan memakai kaca mata anti ultra ungu dan memakai lotion anti ultra ungu. Selain itu adalah dengan cara mengurangi lama paparan kerja per hari. lihat atas

3. Radiasi Sinar Infra Merah

Radiasi sinar infra merah dihasilkan oleh benda pijar seperti dapur atau tanur atau bahan pijar lain. Efek pada pekerja dapat menyebabkan katarak pada lensa mata. Pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengurangi paparan sinar infra merah adalah dengan memakai kaca mata kobalt biru pada waktu melakukan pekerjaan yang melibatkan cairan logam pijar dan pemeriksaan kesehatan secara periodik pada pekerja di tempat pengerjaan benda pijar

4. Radiasi Sinar Laser

Sinar laser adalah emisi energi tinggi yang dihasilkan dari kegiatan pengelasan, pemotongan, pelapisan, pembuatan mesin mikro dan operasi kedokteran. Bahan yg digunakan agar menghasilkan sinar laser adalah bahan laser gas (helium, Neon, argon, CO², N² +), laser kristal padat dan laser semi konduktor. Efek paparan sinar laser pada pekerja antara lain kerusakan retina & menyebabkan kebutaan serta kelainan kulit. Batas aman radiasi dari sinar laser adalah 1,0 W/cm² kulit dan untuk paparan pada mata 0,001 W/cm² pada diameter pupil 3 mm dan 0,002 W/cm² pada diameter pupil 7 mm.

2.1.4 Radiasi Ion

2.1.4.1 Definisi radiasi ion

Radiasi ion merupakan radiasi elektromagnetik atau partikulat dengan energi yang cukup untuk menghasilkan ion saat berinteraksi dengan atom-atom dan molekul. Menurut Harrianto (2015) radiasi ion merupakan radiasi gelombang elektromagnetik (>10

KeV) yang dapat melepaskan electron sehingga merusak ikatan-ikatan kimia di jaringan tubuh

2.1.4.2 Radiasi ion

Jenis radiasi ion terdiri dari :

1. proton
2. elektron
3. Neutron
4. sinar α
 - a. bermuatan positif 2, terdiri atas 2 proton & 2 neutron dan berinti helium
 - b. kecepatannya $\frac{1}{2}$ kecepatan cahaya
 - c. efektif memproduksi pasangan ion (di udara memproduksi 30.000-100.000 pasangan ion)
 - d. radiasi dari luar tubuh tidak bisa menembus kulit, tapi bila emisinya masuk dalam tubuh & memproduksi banyak pasangan ion dapat menyebabkan kerusakan lokal di kulit
2. sinar β
 - a. bermuatan negatif 1
 - b. kecepatannya mencapai kecepatan cahaya
 - c. di udara memproduksi 200 ion

- d. radiasi yang diakibatkan dapat menembus beberapa cm dari jaringan otot
3. sinar X dan sinar γ
- a. merupakan energi murni, tdk mempunyai massa maupun muatan
 - b. energi emisinya diukur dengan frekuensi atau panjang gelombang, energi terbesar terkumpul dengan frekuensi tertinggi(panjang gelombang terpendek)
 - c. mempunyai daya penetrasi
 - d. sinar γ energinya lebih tinggi daripada sinar X
 - e. sinar x terbentuk dari energi listrik yang sangat tinggi yang dipancarkan diantara katoda dan anoda dalam sebuah tabung hampa, berkas elektron yang dipancarkan dari katoda ke anoda disebut sinar x

Paparan radiasi ion

1. Paparan natural : manusia secara terus menerus terpapar emisi radioaktif karena atom yang ada di sekeliling kita.

2. Di tempat kerja :

- a. Radioaktif digunakan sebagai alat pendeteksi/penelusuran atau penelitian di laboratorium & deteksi diagnostik di rumah sakit.
- b. Radiasi sinar γ digunakan untuk membunuh sel : bakteri & fungi di industri pengemasan makanan dan membunuh sel tumor.

Pengukuran radiasi ion

Pengukuran radiasi didasarkan atas 2 prinsip :

1. mengukur tingkat produksi ionisasi dalam bentuk gas
2. mengukur jumlah sinar yang dihasilkan ketika cairan atau kristal diradiasi

Alat ukur radiasi :

1. Geiger Muller counters

- a. sering digunakan sebagai alat untuk mengukur radiasi berdasar pada ionisasi gas
- b. berbentuk portable dengan tenaga baterai
- c. digunakan untuk mengukur lingkungan kerja
- d. dapat mengukur β , γ dan sinar x

2. Scintillation counters

- a. digunakan untuk melihat sinar yang keluar dari cairan atau kristal saat bertabrakan dengan emisi radioaktif
- b. jumlah sinar diukur menggunakan photomultiplier yang menunjukkan emisi radioaktif
- c. biasa digunakan di laboratorium

3. Dosimeters

- a. digunakan untuk mengukur paparan radiasi pada pekerja
- b. ada tiga macam :
 - a. film badge
 - b. TLD (thermoluminescence Dosimeter) : berisi cip dari lithium fluorida
 - c. Pocket dosimeter : berbentuk seperti pena dengan kamar ionisasi saku yang sederhana

Satuan Radioaktivitas

1. satuan emisi : becquerel (Bq) dan Curie (Ci)
1 Bq = 1 dps (disintegration per second)
1 Ci = 3.7×10^{10} dps
pada GM counter satuan yang digunakan cpm
(count per minute) atau cps (count per second)
2. satuan energi :
 - a. roentgen (83 erg/g di udara)
 - b. rad (100 erg/g di jaringan)
 - c. rem (rad x faktor kualitas radiasi x faktor distribusi di jaringan)

Baku mutu / standar pemaparan

Tabel D.3 Daftar Limit Dosis yang Boleh Diterima

Organ/jaringan	Maksimum Permissible Dose (MPD) untuk pekerja radiasi	MPD untuk Masyarakat
Gonad, lensa mata, sumsum tulang	5 rem/thn atau 3 rem/3bln	0,5 rem/thn
Kulit, tulang, thyroid	30 rem/thn atau 8 rem/ 3 bulan	3 rem/thn
Tangan lengan kaki	75 rem/tahun atau 15 rem/3 bulan	7,5 rem/thn
Organ lain	15 rem/tahun atau 4 rem/3 bulan	1,5 rem/thn

(rekomendasi International Comission Radiation Protection-ICRP)

Bahaya Radiasi

Masuknya zat radioaktif ke dalam tubuh dapat melalui :

1. pernafasan atau menghirup udara yang terkontaminasi
2. mulut atau pencernaan
3. kulit luka
4. penyinaran langsung lewat kulit

Tabel D.4 Efek Radiasi Pada Tubuh

Tingkat Dosis(rads)	Efek kesehatan
1	Tidak ada efek bagi kesehatan dalam waktu pendek
10	Efek pada perkembangan embrio
10^2	Penurunan jumlah sel darah putih
10^3	Kerusakan gastro intestinal, muntah, diare, penekanan produksi sel darah, mati dalam 1-2 minggu
10^4	
10^6	Kerusakan sistem syaraf, coma dan mati dalam 1-2 hari Sel padat mati, mati dengan cepat

(Sumber: Sudirman, 2012).

Cara pemberian sinar X

1. Penyinaran akut

Yaitu penyinaran dosis tinggi dalam waktu singkat, sering terjadi pada kecelakaan atau bom atom : efek biologis bisa seketika maupun tertunda

2. penyinaran kronis

yaitu penyinaran dosis rendah tetapi sering, menimbulkan efek tertunda

Cara Pencegahan

1. Menghilangkan bahaya: memindahkan pekerja & tidak lagi bekerja dengan radiasi
2. mengawasi bahaya: penetapan desain & peralatan yang tepat untuk mengurangi bahaya
3. mengawasi pekerja. Faktor yang dapat digunakan untuk mengurangi paparan pada pekerja adalah:
 - a. faktor waktu : gunakan waktu sesingkat mungkin di medan radiasi sesuai kebutuhan saat bekerja

- b. faktor jarak : dosis radiasi berbanding terbalik dengan kuadrat jarak sumber radiasi
 - c. faktor pelindung : keefektifan pelindung ditentukan interaksi radiasi dengan atom bahan pelindung
4. gunakan shielding : dari bahan timah untuk proteksi radiasi

2.2. Latihan

Jelaskan jenis-jenis radiasi!

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Radiasi adalah suatu cara perambatan energi dari sumber energi ke lingkungannya tanpa membutuhkan perantara. Radiasi tidak dapat dideteksi oleh indera manusia dan dapat berinteraksi dengan materi yang dilaluinya melalui proses ionisasi, eksitasi, dan lain-lain. Jenis radiasi terdiri dari radiasi non ionisasi dan radiasi ionisasi.

3.2. Test Formatif

1. Radiasi sinar ultra ungu adalah radiasi elektromagnetis dengan panjang....
 - a. 120-140nm.
 - b. 140-400nm.
 - c. 180-400nm.
 - d. 160-400nm.

2. Gelombang mikro dihasilkan dari...
 - a. alat-alat industri.
 - b. penyerapan energy.
 - c. perlambatan electron pada medan listrik.
 - d. formasi ion baru.

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk mencari referensi di jurnal ilmiah terkait radiasi beserta contoh kasus radiasidi industri. Selanjutnya akan disampaikan pada pertemuan berikutnya.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke Pokok Bahasan IV, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi III 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. C. 180-400nm.
2. C. perlambatan electron pada medan listrik.

Daftar Pustaka

Soedirman, 2012, *Higiene Perusahaan*, el Musa Press, Bogor.

Soeripto, M, 2008, *Higiene Industri*, Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.

Suma'mur PK, 2013, *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, CV Gunung Agung, Jakarta.

Senarai

Asthenia adalah suatu kelelahan umum yang kronis akibat adanya penurunan fungsi-fungsi tubuh.

IV. Iklim kerja/Tekanan Panas

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini berisi tentang definisi iklim kerja, definisi tekanan panas (*heat stress*), pengukuran iklim kerja, pengendalian *heat stress*, dan akibat iklim kerja pada tenaga kerja.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan memahami iklim kerja maka mahasiswa akan dapat menjelaskan pengertian iklim kerja, pengertian *heat stress*, pengukuran iklim kerja dan pengendalian *heat stress*/ tekanan panas di tempat kerja.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Setelah mengikuti pokok bahasan ini diharapkan mahasiswa dapat menjelaskan dan menjelaskan konsep *heat stress*/tekanan panas di tempat kerja.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi pembelajaran pokok bahasan I ini mahasiswa semester V akan dapat:

- a. Menjelaskan definisi iklim kerja.
- b. Menjelaskan definisi *heat stress* /tekanan panas.
- c. Menjelaskan pengukuran iklim kerja.
- d. Menjelaskan aklimitasi.
- e. Menjelaskan efek heat stress pada tubuh.
- f. Menjelaskan pengendalian heat stress di tempat kerja.

2. Penyajian

2.1 Uraian

2.1.1 Iklim kerja

Iklim kerja merupakan kombinasi dari suhu udara, kelembaban udara, kecepatan gerakan udara, dan suhu radiasi. Kombinasi keempat faktor tersebut dihubungkan dengan produksi panas oleh tubuh menjadi tekanan panas (*Heat stress*).

Sumber panas di lingkungan kerja :

- a. Di dalam ruangan : mesin produksi (peleburan baja, steam boiler, pabrik kaca & panas dari reaksi kimia proses produksi
- b. Di luar ruangan : radiasi matahari lgs pada pekerja di luar ruangan, panas matahari yang diserap oleh atap pabrik
- c. Fasilitas pabrik : iluminasi pencahayaan, distribusi pipa uap akan menambah beban panas

Panas Tubuh

Panas tubuh manusia pada dasarnya diakibatkan oleh:

1. Proses panas dalam tubuh akibat proses metabolisme, kegiatan fisik, makanan dan penyakit
2. Proses fisika pertukaran panas. Granjean (1986) membagi proses fisika perpindahan panas menjadi 4 :
 - a. Konduksi : perpindahan panas melalui sentuhan atau kontak
 - b. Konveksi : perpindahan panas oleh udara di sekitar sumber panas
 - c. Evaporasi : proses perpindahan panas krn menguapnya keringat
 - d. Radiasi : perpindahan panas dlm bentuk gelombang elektromagnetik

Manusia harus mempertahankan panas tubuh selalu konstan : $37^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$ sebagai syarat agar organ vital seperti otak, jantung dapat berfungsi normal. Proses pengaturan keseimbangan panas tubuh menurut Nurmianto (1996): Sel-sel syaraf di hypothalamus menerima informasi temperatur tubuh melalui syaraf sensorik di kulit. Kemudian pusat pengendali mengirim jawaban agar temperatur tubuh tetap konstan. Panas tubuh dikendalikan dengan cara :

1. Mengatur aliran darah.
2. Mengatur keluarnya keringat melalui pori-pori.
3. Merubah tonus otot.

2.1.2 Pengukuran Iklim Kerja

Ada beberapa ukuran iklim kerja yang perlu diketahui :

1. Suhu kering.
2. Suhu basah (suhu basah alami, suhu basah psikrometrik).
3. Suhu bola (*globe temperature*).

Cara Mengukur Tekanan Panas:

1. Indeks Tekanan Panas Belding Hatch (BHI) : diukur berdasarkan banyaknya keringat yang diperlukan untuk mengimbangi panas & kapasitas max tubuh

berkeringat. Dipengaruhi oleh : suhu kering, suhu basah, kecepatan aliran udara & produksi panas tubuh.

2. Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) atau Wet Bulb Globe temperature (WBGT) :

a. Di luar ruangan

$$0,7 T_{nwb} + 0,2 T_g + 0,1 T_a \text{ atau} \\ (0,7 \times \text{suhu basah}) + (0,2 \times \text{suhu radiasi/suhu bola}) \\ + (0,1 \times \text{suhu kering})$$

b. Di dalam ruangan

$$0,7 T_{nwb} + 0,3 t_g \text{ atau} \\ (0,7 \times \text{suhu basah}) + (0,3 \times \text{suhu radiasi})$$



Gambar D.8 Alat ukur ISSB

Sumber:

http://www.sitoho.com/eshop/product.php?id_product=180

3. Prediksi kecepatan keluar keringat selama 4 jam (P4SR) yaitu banyaknya prediksi keringat keluar selama 4 jam sebagai akibat kombinasi suhu, kelembaban, kecepatan aliran udara dan panas radiasi. Nilai prediksi ini dapat juga dikoreksi untuk bekerja dengan berpakaian dan juga menurut tingkat kegiatan dalam melakukan pekerjaan.
4. Suhu efektif, yaitu indeks sensoris tingkat panas yang dialami seseorang tanpa baju dan bekerja sedang dalam berbagai kombinasi suhu kelembaban dan kecepatan aliran udara. Suhu efektif ditentukan menggunakan grafik.

Sesuai Permenakertrans No PER 13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja, NAB iklim kerja ISBB yang diperkenankan :

Tabel D.5 Nilai Ambang Batas Iklim Kerja

Pengaturan waktu kerja setiap jam	ISBB (⁰ C)		
	Beban Kerja		
	Ringan	Sedang	Berat
75 % - 100 %	31,0	28,0	-
50 %- 75 %	31,0	29,0	27,5
25 % - 50 %	32,0	30,0	29,0
0%-25 %	32,2	31,1	30.5

2.1.3 Aklimatisasi:

Suatu proses adaptasi yg terjadi setelah seseorang bekerja di tempat panas, ditandai dengan :

- a. Penurunan denyut jantung
- b. Penurunan suhu tubuh
- c. Peningkatan keluarannya keringat
- d. Pengenceran keringat (kandungan garam yang rendah)

Aklimatisasi akan baik bila seseorang bekerja di lingkungan panas 2 jam/hari selama 1- 2 minggu. Suhu nyaman berada pada suhu 24 – 26 ⁰ C (Suma'mur, 2013).

2.1.4 Akibat Iklim Kerja Pada Naker

1. Suhu Panas (Heat stress)

Suhu udara yang panas dapat menyebabkan menurunnya prestasi kerja pikir (penurunan hebat pada suhu $> 32^{\circ}\text{C}$), mengurangi kelincahan, perpanjangan waktu reaksi & waktu pengambilan keputusan, mengganggu kecermatan kerja otak & mengganggu koordinasi syaraf sensoris. Akibat lain dari suhu panas adalah :

- a. Gangguan sistemik : heat stroke, heat exhaustion, heat cramps and heat syncope
- b. Gangguan pada kulit : heat rash/malaria, kanker kulit
- c. Gangguan psikoneurotik : tropical fatigue, acute distress

2. Suhu dingin :

Suhu dingin dapat menyebabkan mengurangi efisiensi dengan keluhan kaku & kurangnya koordinasi otot. Selain itu dapat menyebabkan chilblains, trench foot, dan frostbite.

2.1.5 Pengendalian Heat Stress

1. Pengendalian secara teknis
 - a. isolasi sumber panas
 - b. insulation/pembalutan
 - c. pelindung radiasi
 - d. ventilasi
 - e. pendinginan ruang kerja
2. pemeriksaan kesehatan
3. Pendidikan dan latihan : tentang aklimatisasi, penggantian cairan tubuh, konsumsi garam dapur, pengenalan tanda-tanda terpapar suhu tinggi
4. Aklimatisasi
5. Pengaturan lama kerja dan istirahat
6. Pengadaan air minum dan garam dapur (0,1 % NaCl) : sebanyak 150 -200 cc setiap 15-20 menit
7. Penggunaan APD : water cooled garment dapat mempertahankan suhu inti pemakainya dalam ruangan panas 30 - 40⁰ C selama 2 jam, kaca mata, sarung tangan, apron, sepatu kerja

2.2. Latihan

Jelaskan upaya penanggulangan tekanan panas/*heat stress* pada pekerja !

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Iklm kerja merupakan kombinasi dari suhu udara, kelembaban udara, kecepatan gerakan udara, dan suhu radiasi dimana kombinasi keempat faktor tersebut dihubungkan dengan produksi panas oleh tubuh menjadi tekanan panas (*Heat stress*). Panas yang dirasakan berasal dari dalam dan luar tubuh, dalam tubuh akibat proses metabolisme, kegiatan fisik, makanan dan penyakit dan dari luar tubuh akibat proses fisika pertukaran panas. Pengukuran panas paling umum adalah menggunakan ISBB (Indeks Suhu Bola Basah) dengan menghitung $(0,7 \times \text{suhu basah}) + (0,2 \times \text{suhu radiasi/suhu bola}) + (0,1 \times \text{suhu kering})$ untuk pengukuran udara luar ruangan dan $(0,7 \times \text{suhu basah}) + (0,3 \times \text{suhu radiasi/suhu bola})$ untuk pengukuran di dalam ruangan. Nilai ambang batas suhu udara ISBB di

tempat kerja diatur dalam Permenakertrans No PER 13/MEN/X/2011 .

3.2. Test Formatif

1. Yang bukan merupakan pengendalian suhu secara teknis adalah :
 - a. insulation/pembalutan
 - b. memberi reflectan dan menggunakan cat dengan warna terang
 - c. local exhaust
 - d. penggunaan AC
2. Rasa nyeri dan kejang pada kaki, tangan dan abdomen serta banyak mengeluarkan keringat yang disebabkan karena ketidakseimbangan cairan dan garam selama melakukan kerja fisik yang berat di lingkungan yang panas disebut
 - a. *Heat stroke*
 - b. *Heat syncope*
 - c. *Heat cramp*
 - d. *Heat exhaustion*

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk mencari referensi di jurnal ilmiah terkait *heat stress* beserta contoh kasus *heat stress* di industri. Selanjutnya akan disampaikan pada pertemuan berikutnya.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke Pokok Bahasan Bab Selanjutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi ini 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. C Local exhaust
2. C Heat Cramps

Daftar Pustaka

Alpauhg, E.L,1988, *Temperature Extremes : Fundamental Of Occupational Hygienist*, National Safety Council, Chigago.

Granjean, E., 1986. *Fitting the Task to The Men*, Taylor & Francis, London.

Nurmianto, Eko, 1996, *Ergonomi Prinsip Dasar dan Aplikasinya*, Guna Widya, Jakarta.

Suma, mur, 2000, *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, CV. Gunung Agung, Jakarta.

Senarai

Heat stress adalah tekanan panas yang diterima tubuh sebagai akibat dari kombinasi dari suhu udara, kelembaban udara, kecepatan gerakan udara, dan suhu radiasi.

Heat cramps adalah rasa nyeri dan kejang pada kakai, tangan dan abdomen serta banyak mengeluarkan keringat yang disebabkan karena ketidakseimbangan cairan dan garam selama melakukan kerja fisik yang berat di lingkungan yang panas

Heat syncope adalah gangguan induksi panas yang lebih serius dengan ciri dan pingsan akibat berada dalam lingkungan panas pada waktu yang cukup lama.

Heat exhaustion adalah berkurangnya cairan tubuh atau volume darah akibat jumlah air yang dikeluarkan

seperti keringat melebihi dari air yang diminum selama terkena panas. Gejalanya adalah keringat sangat banyak, kulit pucat, lemah, pening, mual, pernapasan pendek dan cepat, pusing dan pingsan. Suhu tubuh antara ($37^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$).

Heat stroke adalah penyakit gangguan panas yang mengancam nyawa yang terkait dengan pekerjaan pada kondisi sangat panas dan lembab. Penyakit ini dapat menyebabkan koma dan kematian. Gejala dari penyakit ini adalah detak jantung cepat, suhu tubuh tinggi 40°C atau lebih, panas, kulit kering dan tampak kebiruan atau kemerahan, Tidak ada keringat di tubuh korban, pening, menggigil, muak, pusing, kebingungan mental dan pingsan.

V. Getaran

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini berisi tentang definisi getaran di tempat kerja, macam getaran di tempat kerja, akibat getaran pada tubuh pekerja dan cara pengendaliannya.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan memahami getaran di tempat kerja maka mahasiswa akan dapat menjelaskan pengertian getaran,maamnya , cara pengukurannya, akibat pada tubuh dan pengendaliannya di tempat kerja

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Setelah mengikuti pokok bahasan ini diharapkan mahasiswa dapat menjelaskan dan menjelaskan konsep getaran di tempat kerja.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi pembelajaran pokok bahasan I ini mahasiswa semester V akan dapat:

- g. Menjelaskan definisi getaran
- h. Menjelaskan macam getaran di tempat kerja
- i. Menjelaskan pengukuran getaran .

- j. Menjelaskan akibat getaran pada tubuh pekerja
- k. Menjelaskan pengendalian paparan getaran di tempat kerja

2. Penyajian

2.1 Uraian

2.1

2.2. Latihan

3. Penutup

3.1. Rangkuman

3.2. Test Formatif

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk mencari referensi di jurnal ilmiah terkait *getaran* beserta contoh kasus getaran di industri. Selanjutnya akan disampaikan pada pertemuan berikutnya.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke Pokok Bahasan Bab Selanjutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi ini 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

Daftar Pustaka

.

Senarai

E. FAKTOR KIMIA DI TEMPAT KERJA

I. Konsep Dasar

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini menjelaskan tentang definisi bahan kimia, macam-macam bahan kimia, cara masuk bahan kimia ke dalam tubuh, sifat fisik bahan kimia, faktor yang mempengaruhi toksitas, hubungan dosis dan respon, interaksi bahan kimia, proses bahan kimia dalam tubuh, efek bahan kimia terhadap tubuh. Beberapa hal yang terkait tentang bahan kimia juga dibahas meliputi pengukuran bahan kimia, peraturan pemerintah dan standard internasional, serta prinsip pengendalian.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan menjelaskan konsep bahan kimia, maka mahasiswa akan dapat menjelaskan konsep bahan kimia secara terperinci, macam bahan kimia dan efek bahan kimia masuk ke dalam tubuh

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir penyampaian materi ini mahasiswa diharapkan mampu menguraikan dan menjelaskan kembali tentang konsep dasar bahan kimia macam dan efek samping bahan kimia pada pekerja .

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi pembelajaran pokok bahasan I ini mahasiswa semester V akan dapat:

- a. Menerangkan tentang definisi bahan kimia.
- b. Menjelaskan tentang macam-macam bahan kimia.
- c. Menjelaskan cara bahan kimia masuk ke dalam tubuh.
- d. Menjelaskan sifat fisik bahan kimia.
- e. Menjelaskan faktor fisik yang berhubungan dengan toksisitas.
- f. Menjelaskan hubungan dan dosis bahan kimia.
- g. Menjelaskan interaksi bahan kimia.

- h. Menerangkan proses bahan kimia masuk ke dalam tubuh.
- i. Menjelaskan efek/dampak bahan kimia masuk ke dalam tubuh.
- j. Menjelaskan cara pengukuran bahan kimia.
- k. Menjelaskan peraturan pemerintah dan standar internasional terkait bahan kimia.
- l. Menjelaskan pengendalian bahan kimia.

2. Penyajian

2.1. Uraian

Bahan kimia memiliki peran dalam perkembangan industri dan teknologi. Namun bahan kimia juga memiliki efek buruk bagi kesehatan para pekerja dan lingkungan bila dalam membuat dan menggunakan tidak dilakukan pengamanan yang sesuai. Bahan kimia yang jika digunakan dalam jumlah yang sedikit dapat menjadi berguna bagi manusia tetapi jika pemaparan dalam jumlah yang melebihi batas dapat menjadi racun, misalnya nikel dan kromium yang mempunyai sifat sangat karsinogenik.

2.1.1 Klasifikasi Faktor Bahaya Kimia

1. Klasifikasi Bahan Kimia menurut Bentuk

1) Bahan yang bersifat partikel

Partikel di udara juga biasa disebut aerosol dapat diartikan sebagai tiap titik berbentuk cair atau padat yang berdispersi di udara dan berukuran sangat kecil sehingga memiliki kecepatan jatuh yang sangat rendah dan tidak memiliki stabilitas yang cukup untuk menjadi suspensi di udara.

Contoh dari aerosol antara lain :

Debu, partikel berbentuk padat yang terbentuk karena energi mekanis

Fume, partikel berbentuk padat yang terbentuk karena adanya kondensasi dalam bentuk gas, pada umumnya terbentuk dari penguapan benda padat yang dipijarkan.

Kabut atau Fog, partikel berbentuk titik cairan yang berukuran sangat kecil yang berada di udara, terjadi karena adanya kondensasi uap atau karena adanya pemecahan benda cair atau karena adanya tingkat dispersi melalui cara tertentu

Asap atau *smoke*, partikel yang merupakan bentuk dari karbon yang memiliki ukuran kurang dari 0,5 mikron yang terbentuk karena adanya pembakaran tidak sempurna bahan yang mengandung karbon.

Awan, partikel berbentuk cair yang terjadi karena adanya kondensasi gas. Ukuran partikel awan berkisar antara 0,1- 1 mikron

2) Bahan yang bersifat non partikel

Gas, bahan non partikel yang mempunyai ciri tidak berbentuk , mengisi seluruh ruang pada suhu dan tekanan normal, tidak terlihat, tidak berbau pada konsentrasi rendah dan berubah menjadi cair atau padat saat terjadi perubahan suhu dan atau tekanan.

Uap/ vapour, bahan non partikel yang mempunyai ciri berbentuk gas karen adanya perubahan dari bahan yang dalam keadaan normal berupa bahan cair atau padat yang tidak kelihatan dan berdifusi atau menyebar ke seluruh ruangan.

2. Klasifikasi Bahan Kimia menurut Reaktivitasnya

1) Bahan Kimia Reaktif

Adalah bahan kimia yang bila bertemu dengan air akan langsung bereaksi dan mengeluarkan panas dan gas mudah terbakar dan atau bila bertemu dengan bahan yang bersifat asam akan bereaksi dengan mengeluarkan panas dan gas yang mudah terbakar, beracun dan atau korosif.

2) Bahan Kimia Mudah Terbakar (*Flamable Chemicals*)

Adalah bahan kimia yang apabila berada di udara bebas dan atau bertemu dan bereaksi dengan oksigen dan ada percikan api terbuka dapat terbakar.

3) Bahan Kimia Mudah Meledak (*Explosive Chemicals*)

Adalah bahan kimia yang apabila bereaksi bahan tersebut mengeluarkan gas berjumlah besar dan memiliki tekanan besar serta suhu tinggi sehingga karena hal tersebut dapat menghasilkan desakan pada udara disekelilingnya dan dapat menimbulkan ledakan secara tiba-tiba dan atau

karena adanya gesekan dan biasanya disertai dengan api atau kebakaran.

4) Bahan Kimia Korosif

Adalah bahan kimia yang apabila bertemu dengan bahan padat atau jaringan tubuh dapat merusak keduanya karena adanya reaksi kimia yang terjadi.

5) Bahan Kimia Afinitet Tinggi

Adalah bahan kimia yang saat terjadi reaksi kimia memiliki kekuatan atau reaksi ikat yang tinggi dengan senyawa kimia lain tertentu. Misalnya CO memiliki afinitet terhadap Hemoglobin 300x dibanding Oksigen terhadap Hemoglobin, jika CO bersama oksigen di darah maka Hemoglobin akan lebih dulu menangkap CO sehingga darah kekurangan oksigen.

3. Klasifikasi Bahan Kimia menurut Solubilitas atau Kelarutannya

1) Bahan Kimia Mudah Larut (*Soluble Chemicals*)

2) Bahan Kimia Tidak Larut (*Insoluble Chemicals*)

4. Klasifikasi Bahan Kimia menurut Pengaruh Fisiologis dan Patologisnya

- 1) Asfiksian, yaitu bahan kimia yang dapat menimbulkan akibat tertentu pada tubuh karena tubuh kekurangan oksigen. Zat kimia yang tersebut disebut sebagai asfiksian. *Simple asphyxian* mengakibatkan tubuh kekurangan oksigen karena berkurangnya tekanan parsial oksigen dalam darah, contoh dari bahan yang mempunyai sifat *simple asphyxian* adalah asitelen, metan dan LPG. *Chemical asphyxian*, adalah bahan kimia yang dapat menyebabkan kurangnya oksigen dalam darah yang terjadi karena zat kimia masuk dalam darah dan mengikat Hb sehingga pengangkutan oksigen ke jaringan dan sel tubuh terganggu, contoh dari bahan yang mempunyai sifat *chemical asphyxian* adalah karbon monoksida, dan hidrogen sianida.
- 2) Iritan, adalah bahan kimia yang mempunyai sifat yang dapat mengakibatkan iritasi atau inflamasi atau peradangan pada tubuh manusia terutama pada bagian mata, kulit, saluran nafas dan saluran cerna. Bahan kimia yang memiliki sifat iritan

contohnya adalah arsen, formaldehid, aseton, asam asetat, klor dan amonia.

- 3) Anestetik dan Narkotik , adalah bahan yang jika memapar dan masuk kedalam tubuh manusia akan memberi efek depresan pada sistem syaraf pusat, bahan kimia yang masuk ke dalam golongan ini misalnya alkohol, keton, aromatik hidrokarbon
- 4) Sensitisasi, bahan kimiayang bersifat sensitazi misalnya arsen, merkuri dan fenol.
- 5) Karsinogenetik : merupakan bahan kimia yang jika memapar tubuh manusia secara terus menerus dapat menimbulkan kanker misalnya asbestos, benzene, vynil klorida.
- 6) Teratogenetik : adalah bahan kimia yang bila memapar dan masuk ke dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan kelainan pada janin, efek ini terjadi terutama pada wanita hamil yang bekerja di tempat yang terpapar bahan kimia dengan sifat ini. Beberapa zat kimia dapat menembus aliran darah dan masuk ke dalam plasenta sehingga mempengaruhi kondisi janin.

- 7) Mutagen : adalah bahan yang jika memapar dan masuk kedalam tubuh manusia akan menimbulkan mutasi atau perubahan genetik yang akan diturunkan dan memiliki pengaruh pada generasi selanjutnya.
5. Klasifikasi Bahan Kimia menurut Volatilitasnya
- 1) Volatil atau mudah menguap, adalah bahan kimia yang jika berada dalam atmosfer normal (suhu 25°C dan tekanan 1 atm) memiliki sifat yang mudah menguap, contoh dari bahan kimia volatil adalah chloroform, benzene, xylene, toluene.
 - 2) Non Volatil atau tidak mudah menguap, adalah bahan kimia yang jika berada dalam keadaan atmosfer normal (suhu 25°C dan tekanan 1 atm) memiliki sifat tidak mudah menguap dan jika diperlukan penguapan akan membutuhkan pemanasan, contoh dari bahan kimia non volatil adalah air.
6. Klasifikasi Bahan Kimia menurut lama atau waktu timbul gejala
- 1) akut : adalah bahan kimia yang jika memapar dan masuk ke dalam tubuh manusia akan menimbulkan

efek yang terjadi pada pemajanan bahan kimia dalam waktu singkat (kurang dari 2 minggu) pada kadar yang tinggi.

2) kronik : adalah bahan kimia yang jika memapar dan masuk ke dalam tubuh manusia akan menimbulkan efek yang timbul setelah pemajanan berulang selama 3 bulan atau lebih.

7. Klasifikasi Bahan Kimia menurut Sifat Toksikanya

Antara bahan kimia yang satu dengan bahan kimia yang lain dapat berinteraksi atau saling menimbulkan pengaruh satu dengan yang lain. Efek yang terjadi dapat dibedakan menjadi :

1) **Efek aditif**, yaitu bahan kimia yang saling berinteraksi dan menimbulkan pengaruh yang saling memperkuat akibat adanya gabungan dari dua bahan kimia atau lebih. Pengaruh buruk yang terjadi adalah penjumlahan dari efek dari masing-masing bahan kimia.

2) **Efek sinergi**, yaitu suatu keadaan dimana bahan kimia yang saling berinteraksi dan menimbulkan pengaruh tertentu dimana pengaruh kombinasi dari dua bahan kimia tersebut jauh lebih besar dari

jumlah masing-masing efek bahan kimia tersebut. Sebagai contoh karbon tetraklorida dan etanol keduanya bersifat racun terhadap hati tetapi bila seseorang keracunan kedua zat tersebut secara bersamaan akan terjadi kerusakan hati yang jauh lebih parah.

- 3) **Efek potensiasi** yaitu suatu keadaan dimana bahan kimia yang saling berinteraksi dan menimbulkan pengaruh tertentu dimana apabila suatu bahan kimia tertentu yang seharusnya tidak memiliki efek racun pada tubuh manusia berinteraksi dengan bahan kimia lain maka akan mengakibatkan bahan kimia lain tersebut menjadi lebih toksik dibanding jika tidak ada interaksi antara keduanya.
- 4) **Efek antagonis**, yakni suatu keadaan dimana bahan kimia yang saling berinteraksi dan menimbulkan pengaruh tertentu dimana apabila dua bahan kimia dipertemukan bersamaan, maka bahan kimia yang satu akan melawan efek bahan kimia yang lain.

2.1.2 Pengenalan Bahaya Bahan Kimia

Bahan kimia di tempat kerja dapat diidentifikasi melalui beberapa tahap, yaitu :

1. Survei pendahuluan, dilakukan untuk mengenali bahan kimia yang ada pada tempat kerja dan hasilnya digunakan untuk melakukan perencanaan evaluasi risiko bahaya serta tindak lanjutnya. Survey pendahuluan biasanya menggunakan sebuah checklist dimana didalamnya terdapat data yang berisi : nama material bahan baku dan bahan sampingan, jenis bahan kimia dan bahan lain yang kemungkinan beracun, identifikasi penggunaan bahan kimia, rekap jumlah pekerja yang terpajan dan cara pengendalian bahan kimia yang kemungkinan beracun tersebut.
2. Mengenal proses produksi , dilakukan dengan mempelajari seluruh alur proses produksi dari tahap awal sampai akhir, mempelajari sumber bahan kimia dan keluhan kesehatan akibat paparan bahan kimia tersebut yang dirasakan oleh pekerja, menggunakan panca indra untuk mengidentifikasi bahaya seperti mengenal bau yang timbul, merasa pedih di mata, rangsang batuk, gatal dsb. Selain itu informasi dari

supervisor atau kepala bagian produksi sangat diperlukan untuk membantu mengenali alur proses produksi secara lengkap.

3. Mempelajari **MSDS** (*Material Safety data Sheet*) atau Lembar Data Bahan Kimia, yaitu suatu dokumen teknik yang berisi seluruh informasi yang dibutuhkan mengenai bahan kimia tertentu. MSDS memiliki informasi tentang komposisi, karakteristik, bahaya fisik dan potensi bahaya kesehatan serta cara penanganan dan penyimpanan bahan yang aman, tindakan pertolongan pertama dan prosedur khusus lainnya. Karena MSDS sangat panjang dan perlu waktu untuk membaca secara lengkap, biasanya bahan kimia juga dienkapi dengan label bahaya yang ditempel pada kemasan bahan kimia di tempat kerja tersebut.

4.

2.1.3 Cara Masuk Ke Dalam Tubuh

Bahan kimia masuk dan diabsorpsi ke dalam tubuh melalui 4 cara :

1. Inhalasi/pernafasan

Sebagian besar bahan kimia masuk ke dalam tubuh manusia lewat pernafasan. Saluran nafas dibagi menjadi 2 yaitu *conductive airways* (hidung, tengorokan, trakea, terminal bronkiale) dan *respiratory airways* (mulai dari *respiratory bronchiole* sampai *alveoli*). *Conductive air ways* memiliki fungsi menghantarkan udara pernafasan, jalur ini dilengkapi dengan *cilia* dan mukosa. *Respiratory airways* memiliki fungsi sebagai tempat pertukaran gas, jalur ini memiliki dinding penampang yang sangat tipis. Gas-gas yang bersifat iritan dan mudah larut dalam air akan menyebabkan iritasi pada dinding mukosa saluran pernafasan bagian atas dan memiliki efek iritasi yang bersifat akut yang terjadi segera setelah menghirup gas iritan tersebut, sedangkan paparan gas yang tidak mudah larut dalam air akan menimbulkan iritasi pada saluran pernafasan bagian bawah. Sedangkan paparan gas yang larut dalam lemak seperti karbon disulfida, hidrokarbon alifati dan aromatik yang mudah menguap melalui inhalasi akan diserap oleh pembuluh

darah di sekitar alveoli yang kemudian diangkut ke jaringan lemak yang mempunyai afinitas khusus terhadap lemak. Penimbunan partikel dalam paru dipengaruhi oleh inerti, gravitasi dan gerak brown. Kekuatan toksik dari gas yang masuk akan meningkat apabila bahan tersebut diabsorpsi oleh partikel-partikel yang berukuran kecil.

2. Kulit

Pada saat kulit bersentuhan dengan bahan kimia, maka yang terjadi adalah: kulit (lemak dan keringat) yang berfungsi sebagai barier utama kontak dengan bahan kimia akan bereaksi dan menimbulkan iritasi lokal pada permukaan kulit (asam dan basa kuat serta pelarut organik), bahan kimia tersebut kemudian menembus kulit dan menyebabkan sensitisasi pada kulit (formaldehid, nikel dan kromat), bahan kimia akan menembus kulit dan masuk ke dalam aliran darah yang selanjutnya akan menyebabkan efek sistemik.

3. Pencernaan

Tenaga kerja dapat terpajan bahan kimia toksik melalui mulut dan saluran cerna misalnya karena makanan yang terkontaminasi dan alat makan yang terkontaminasi. Setelah bahan kimia yang masuk tubuh keluar dari sistem gastrointestinal dan masuk ke dalam sistem peredaran darah, bahan kimia yang bersifat toksik tersebut akan menuju ke hati untuk selanjutnya mengalami proses metabolisme, degradasi dan detoksifikasi. Detoksifikasi merupakan mekanisme pertahanan tubuh dimana bahan racun yang disimpan di hati, dikonversi menjadi bahan yang tidak beracun, dialirkan menuju ke ginjal melalui sistem peredaran darah dan diekskresi ke luar tubuh melalui sistem urin.

4. Injeksi

Bahan kimia dapat masuk ke dalam tubuh melalui injeksi, langsung masuk ke sistem peredaran darah, kulit dan otot.

2.1.4 Faktor Yang Mempengaruhi Toksisitas

Toksisitas suatu bahan kimia dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. **sifat fisik**, contoh dari sifat fisik mempengaruhi tingkat toksisitas bahan misalnya pada timah hitam yang jika berada dalam bentuk fume akan menimbulkan efek toksik yang lebih besar dibanding efek toksik dari bentuk debunya, larutan yang bertekanan uap tinggi misalnya benzena akan jauh lebih toksik jika dibandingkan dengan larutan yang memiliki tekanan uap rendah (toluena).
2. **sifat kimia** : yang termasuk dalam sifat kimia suatu bahan adalah jenis senyawa, besar molekul, konsentrasi dan daya larut. Sebagai contoh sifat kimia suatu bahan kimia mempengaruhi kemampuan toksinya adalah pada gas yang mudah larut dalam air (amonia atau sulfur dioksida) bila terhirup walaupun dalam dosis rendah akan mengiritasi saluran pernapasan atas, sedangkan gas yang tidak mudah larut dalam air (nitrogen dioksida dan ozon) dapat mencapai alveoli.
3. **Port d'entrée** (cara atau jalur masuk ke dalam tubuh)

4. **Faktor individu**, seperti usia, jenis kelamin, ras, status gizi, status kesehatan, faktor genetik dan kebiasaan seperti merokok & minum minuman keras. Perokok berat akan lebih mudah terpengaruh oleh efek karsinogenik asbestos dibanding dengan yang tidak merokok, sedangkan orang yang mengkonsumsi alkohol yang berlebihan akan memiliki tingkat kemampuan detoksifikasi timah hitam dan pestisida yang lebih rendah.

2.1.5 Peraturan Pemerintah Dan Standar Internasional

1. Occupational Safety and Health Act, dibuat tahun 1970 oleh OSHA (Occupational Safety and Health administration). OSHA memonitor kesehatan dan keselamatan di tempat kerja, menetapkan standar untuk pekerja yang terpapar bahan kimia (Permissible Exposure Levels/PELs) dan memonitor prosedur tersebut. Selain itu OSHA melakukan riset, menyediakan informasi, studi dan training tentang kesehatan dan keselamatan kerja. Tahun 1983 OSHA mengeluarkan standar 29 CFR 1910.1200 yang merupakan standar kimia di tempat kerja. OSHA mengadaptasi standar federal yaitu TLV

tahun 1968 tentang paparan bahan kimia industri dari American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH).

2. TLV dari ACGIH (daftar bahan kimia yang dapat menyebabkan reaksi fisiologis seperti keracunan, iritasi mata dan saluran pernafasan). Terdapat tiga katagori TLV , yaitu :

1) TLV-TWA (Threshold Limit Value-Time Weight Average) : kadar bahan kimia di udara tempat kerja selama 8 jam sehari atau 40 jam seminggu.

2) TLV –STEL(Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit): kadar bahan kimia yang diperkenankan untuk pemajanan 15 menit.

3) TLV-ceiling : kadar tertinggi suatu bahan kimia di tempat kerja yang tidak boleh dilewati selama melakukan pekerjaan.

3. Standar Indonesia :

Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No SE 01/MEN/1987 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Kimia di Udara tempat Kerja .

Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor :
Kep.187/Men/1999 tentang Pengendalian Bahan
Kimia Berbahaya Di Tempat Kerja

2.1.6 Peralatan Penilaian Lingkungan

1. *Portable Instrumen*

Adalah alat penilaian lingkungan yang dapat dibawa kemana-mana dan dapat dipakai diseluruh tempat. Contohnya adalah *mercury detector, kitagawa precision gas detector, total hidrocarbon detector, CO detector, personal dust sampler.*



Gambar E.1 Kitagawa precision gas detect

Sumber: Soedirman. Higiene Perusahaan. 2012

2. *Stationery Instrument*

Adalah peralatan penilaian lingkungan yang tidak dapat dipindah-pindahkan dan hanya digunakan pada satu tempat tertentu saja. Contohnya adalah *High*

Volume Dust Sampler, Multi Gas Sampler menggunakan implinger, atomic absorbsion spectrophotometer, gas chromatograph.



Gambar E.2 High Volume Dust Sampler

Sumber: Soedirman, 2012

2.1.7 Prinsip Pengendalian Paparan Bahan Kimia di Tempat Kerja

1. Pengendalian secara teknik

1) Substitusi

Adalah penggantian bahan kimia yang memiliki potensi efek negatif yang tinggi dengan bahan dengan potensi efek negatif yang lebih rendah. Dasar substitusi adalah NAB atau batas

ledak terendah (LEL : *Lower Explosive Limit*). Syarat dimana bisa dilakukan substitusi adalah jika bahan kimia yang digunakan mempunyai NAB atau LEL yang lebih besar dari bahan awalnya dan teknik substitusi tidak boleh mengakibatkan terganggunya proses produksi.

2) Modifikasi

Adalah perubahan sebagian atau seluruh alat atau proses produksi yang menjadi sumber emisi kontaminan sehingga mengurangi produksi emisi kontaminan. Misalnya suatu produksi mencampur dua buah serbuk menggunakan suatu pencampur kering terbuka (*open dry mixer*), dapat melakukan modifikasi dengan menggunakan pencampuran kering tertutup (*closed dry mixer*) atau pencampuran basah (*wet mixer*).

3) Isolasi proses produksi

Cara ini bertujuan untuk mengisolasi emisi pencemar agar tidak menyebar ke bagian lain dalam tempat kerja, hal yang perlu diperhatikan dalam isolasi adalah: hanya pekerja yang bertugas yang boleh masuk ruang isolasi, begitu tugas

selesai langsung keluar ruang, pekerja selalu menggunakan proteksi di dalam ruang, dan tidak boleh ada yang masuk dalam ruang isolasi tersebut.

4) Ventilasi

Ventilasi dimaksudkan untuk mengganti udara terkontaminasi dengan udara luar yang bebas kontaminan. Ventilasi terdiri dari ventilasi umum dan ventilasi lokal.

5) APD

Alat pelindung diri digunakan untuk mencegah kontaminan masuk ke dalam tubuh, contohnya dengan masker atau respirator.

2. Pengendalian secara administratif

- a. housekeeping yang baik
- b. personal hygiene yang baik
- c. fasilitas saniter
- d. pemeriksaan kesehatan
- e. pelatihan dan pendidikan
- f. pemantauan lingkungan kerja
- g. rotasi pekerjaan
- i. MSDS

- j. Pemasangan Label
- k. Alat pelindung diri

2.2. Latihan

Carilah sebuah industri baik formal ataupun informal yang menggunakan bahan kimia berbahaya. Catat bahan kimia yang digunakan, carilah MSDSnya, dan buatlah label dari bahan kimia tersebut sesuai dengan panduan *Globally Harmonized System of Classification and Labelling (GHS)* !

3. Penutup

3.1. Rangkuman





Secara umum bahan kimia diklasifikasikan berdasarkan bentuknya, reaktivitasnya, kelarutannya, pengaruh fisiologis dan patologis, volatilitas, waktu timbul gejala, sifat toksik, dan sifat toksiknya. Bahan kimia menurut bentuk terdiri dari bahan yang bersifat partikel (debu, kabut atau *fog*, asap atau *smoke*, dan awan) dan bahan yang bersifat non partikel (gas dan uap). Bahan kimia menurut reaktivitasnya terdiri dari bahan kimia reaktif. Bahan kimia mudah terbakar, bahan

kimia mudah meledak, bahan kimia korosif dan bahan kimia afinitet tinggi. Klasifikasi bahan kimia menurut solubilitas atau kelarutannya terdiri dari bahan kimia mudah larut dan bahan kimia tidak larut. Bahan kimia menurut pengaruh fisiologis dan patologisnya terdiri dari asfiksian, iritan, anestetik dan narkotik , sensitisasi, karsinogenetik, teratogenetik dan mutagen. Klasifikasi bahan kimia menurut volatilitasnya terdiri dari bahan kimia mudah menguap dan tidak mudah menguap. Bahan kimia menurut lama atau waktu timbul gejala terdiri dari bahan kimia dengan gejala akut dan gejala kronik. Bahan kimia menurut sifat toksiknya terdiri dari bahan dengan efek aditif, efek sinergi, efek potensiasi dan efek antagonis.

3.2. Test Formatif

1. Tempat penyimpanan mempunyai peredaran hawa yang cukup, dan Tempat penyimpanan harus terpisah dari bahan oksidator kuat, bahan yang mudah menjadi panas dengan sendirinya atau bahan yang bereaksi dengan udara atau uap air yang lambat laun menjadi panas. Pernyataan tersebut merupakan syarat

penyimpanan bagi bahan kimia yang memiliki pictogram sebagai berikut

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 

2. Gas masuk ke dalam tubuh melalui ...

- a. inhalasi
- b. pencernaan
- c. kulit
- d. injeksi

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk mencari jurnal ilmiah terkait *heat stress* beserta contoh dan penanganan kasus heat stress di industry. Selanjutnya akan disampaikan pada pertemuan berikutnya.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke Pokok Bahasan II, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi I 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif



1. a
2. a

Daftar Pustaka

Budiono, Sugeng, 2003, Bunga Rampai Hiperkes dan KK, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.

Plog, Barbara A. et all, 1996, Fundamental of Industrial Hygiene, National Safety Council, Illinois.

Soedirman, 2012. Higiene Perusahaan. El Musa Press. Bogor.

Siswanto, 1991, Toksikologi Industri, Balai Hiperkes dan KK Jatim.

Scot, Ronald M., 1995, Introduction to Industrial Hygiene, Lewis publisher, London.

Senarai

Toksik/racun adalah suatu zat yang dalam jumlah relatif sedikit berbahaya bagi kesehatan atau jiwa manusia

Toksistas/derajat racun kemampuan suatu bahan toksik untuk menimbulkan kerusakan pada organisme hidup

Toksikologi ilmu yang mempelajari efek zat kimia yang merugikan terhadap organisme hidup atau sistem biologik.

II. Konsep Debu

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini menjelaskan tentang konsep dasar, definisi debu, sifat debu, jenis debu, undang-undang terkait debu, penghitungan kadar debu, dampak pencemaran udara oleh debu, jenis penyakit kerja akibat

terpapar debu, pengendalian dan pencegahan bahaya debu.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan menjelaskan konsep-konsep dasar bahaya debu, maka mahasiswa akan dapat menjelaskan konsep-konsep debu. Mahasiswa juga memiliki gambaran dampak bahaya debu di tempat kerja.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir penyampaian materi ini mahasiswa diharapkan mampu menguraikan dan menjelaskan kembali tentang konsep bahaya debu, dampak bahaya debu serta pencegahan dan pengendalian bahaya debu di tempat kerja.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi pembelajaran pokok bahasan II ini mahasiswa semester V akan dapat :

- a. Menjelaskan tentang definisi debu.
- b. Menjelaskan tentang sifat debu.
- c. Menjelaskan tentang jenis debu.
- d. Menjelaskan tentang perundang-undangan terkait debu.
- e. Menguraikan cara perhitungan kadar debu.
- f. Menjelaskan dampak pencemaran udara oleh debu.
- g. Menjelaskan penyakit akibat kerja oleh paparan debu.
- h. Menerangkan cara pencegahan dan pengendalian paparan debu.

2. Penyajian

2.1. Uraian

2.1.1 Definisi Debu

Debu merupakan partikel yang berukuran sangat kecil dan melayang di udara (*Suspended Particulate*

Matter/SPM) memiliki ukuran 1 - 500 mikron. Debu dijadikan salah satu penanda adanya satu pencemaran bahan kimia di udara dan sering juga digunakan untuk menunjukkan tingkat bahaya baik terhadap lingkungan maupun terhadap kesehatan dan keselamatan kerja.

Partikel debu berada pada udara bebas pada jangka yang lama dan berada pada keadaan yang melayang yang kemudian memapar dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran nafas. Selain dapat membahayakan kesehatan debu juga dapat mengakibatkan terganggunya daya tembus pandang mata dan debu juga dapat mengakibatkan terjadinya berbagai reaksi kimia di dalam tubuh.

Ukuran debu sangat berpengaruh terhadap terjadinya penyakit pada saluran pernapasan. Debu dapat masuk ke dalam organ manusia dengan ukuran debu sebagai berikut:

- a) Debu dengan ukuran 5-10 mikron akan tertahan oleh saluran pernapasan bagian atas.
- b) Debu dengan ukuran 3-5 mikron akan tertahan oleh saluran pernapasan bagian tengah.

- c) Debu dengan ukuran 1-3 mikron sampai di permukaan alveoli.
- d) Debu dengan ukuran 0,5-0,1 mikron merusak permukaan alveoli sehingga menyebabkan vibrosis paru.
- e) Debu dengan ukuran 0,1-0,5 mikron, melayang di permukaan alveoli.

Ukuran sebuah partikel yang membahayakan bagi kesehatan manusia adalah 0,1-5 atau 10 mikron.

2.1.2 Sifat Debu

Debu memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Sifat pengendapan, yaitu debu cenderung akan selalu mengendap karena adanya gaya gravitasi bumi.
2. Sifat permukaan basah, debu selalu basah karena adanya lapisan air yang sangat tipis pada permukaannya.
3. Sifat penggumpalan, karena sifatnya yang selalu basah maka debu satu dengan yang lainnya cenderung menempel membentuk gumpalan. Tingkat kelembapan di atas titik saturasi dan adanya turbulensi di udara mempermudah debu membentuk gumpalan.

4. Debu listrik statis, debu mempunyai sifat listrik statis yang dapat menarik partikel lain yang berlawanan.
5. Sifat optis, partikel yang basah dapat memancarkan sinar yang dapat terlihat dalam kamar gelap.

2.1.3 Jenis Debu

Dilihat dari bentuk fisiknya debu dapat dikelompokkan dalam:

1. Debu organik : debu kapas, debu daun-daunan, tembakau, dan lain-lain.
2. Debu mineral : senyawa kompleks SiO_2 , SiO_3 , arang batu, dan lain-lain.
3. Debu metal : debu yang mengandung unsur logam Pb, Hg, Cd, Arsen, dan lain-lain.

Ditinjau dari segi karakter zatnya debu terdiri atas:

1. Debu fisik : debu tanah, batu, mineral, fiber.
2. Debu kimia : mineral organik dan anorganik
3. Debu biologis : virus, bakteri, kista
4. Debu radioaktif

Dari sisi kesehatan kerja, debu diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu:

1. Respirable dust, adalah debu yang cukup kecil yang dapat masuk kedalam sistem pernapasan dan masuk

hingga kedalam paru-paru bagian dalam. Partikel yang masuk kebagian ini secara umum tidak bisa dikeluarkan oleh sistem mekanisme tubuh secara alami (cilia dan mucous) maka akibatnya partikel tersebut akan tinggal selama-lamanya didalam paru-paru.

2. Inhalable dust, adalah debu yang cukup kecil sehingga bisa masuk kedalam tubuh akan tetapi terperangkap atau tertahan di sistem pernapasan bagian atas (hidung, tenggorokkan), ukuran inhalable dust berdiameter kira-kira 10 mikron.
3. Total dust, adalah semua partikel debu tanpa mempertimbangkan ukuran dan komposisinya.

2.1.4 Undang-Undang terkait Debu di tempat kerja

Pada Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 48 Tahun 2016 tentang Standar Kelamatan dan Kesehatan Kerja Pernatoran, kandungan debu maksimal didalam udara ruangan dalam pengukuran rata-rata 8 jam adalah sebagai berikut :

Tabel E.1 Kandungan Debu dan fiber Asbes

No.	Jenis Debu	Konsentrasi Maksimal
1.	Debu Respirabel PM ₁₀	0,15 mg/m ³
2.	Asbes bebas	0,1 serat/ml udara

(Sumber: KepMenKesRI No 48 tahun 2016).

Pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Dan Faktor Kimia Di Tempat Kerja lampiran 2 terdapat NAB debu di tempat kerja yang diperbolehkan, baik debu logam, debu organik maupun jenis debu lainnya.

Tabel E.2 NAB Debu

No	Nama Bahan Kimia	NAB	
		BDS	Mg/m ³
1	Zink oksida		10
2	Tantalum		5
3	Nikel sulfide		1
4	Batu Bara (coal)		2(g-j)
5	Koper (tembaga)		1
6	Kayu		1;A1
7	Kapas (debu katun)		0,2
8	Ferum Oksida sebagai Fe	B2	5,A4
9	Debu tembakau		3,5
10	Debu biji-bijian (jenis gandum)		4 (I)
11	Alumunium		10

Sumber: Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan
Transmigrasi RI No.PER.13/MEN/X/2011

Pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik
Indonesia Nomor : PER.03/MEN/1985 tentang
Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pemakaian Asbes

juga mengatur tentang penatalaksanaan keselamatan berkaitan dengan debu asbes dan bahayanya.

2.1.5 Penghitungan Kadar Debu Total di Udara

Kadar debu total di udara dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \text{ (mg/l)}$$

Keterangan:

C =kadar debu total (mg/l)

W_2 =berat filter contoh setelah pengambilan contoh
(mg)

W_1 =berat filter contoh sebelum pengambilan contoh
(mg)

B_2 =berat filter blanko setelah pengambilan contoh
(mg)

B_1 =berat filter blanko sebelum pengambilan contoh
(mg)

V =volume udara pada waktu pengambilan contoh (l)

2.1.6 Dampak pencemaran udara oleh debu

Partikel debu dapat menyebabkan gangguan sebagai berikut:

1. Gangguan estetika dan gangguan lain yang bersifat fisik seperti terganggunya pemandangan dan adanya pelunturan warna bangunan.
2. Penutupan pori-pori tumbuhan sehingga mengakibatkan pertumbuhan yang kurang baik atau kematian.
3. Perubahan iklim global.
4. Terganggunya kegiatan sosial ekonomi di masyarakat.
5. terganggunya kesehatan manusia.

2.1.7 Jenis penyakit akibat kerja terkait kontaminasi debu

Dampak partikel debu terhadap kesehatan manusia yaitu:

1. Pneumokoniosis adalah penyakit yang disebabkan oleh debu mineral pembentukan jaringan parut (silikosis, antrakosilikosis, asbestosis).
2. Silikosis disebabkan oleh silica bebas (SiO_2) yang terdapat dalam debu yang dihirup ketika bernapas dan ditimbun dalam paru-paru dengan masa inkubasi 2-4

- tahun. Gejala silikosis dibedakan menjadi tiga tingkat. Tingkat ringan ditandai dengan batuk kering, tingkat sedang ditandai dengan sesak napas, dan tingkat berat ditandai dengan sesak napas dan kegagalan jantung kanan.
3. Antrakosilikosis adalah penyakit yang disebabkan oleh adanya silika bebas bersama dengan debu batu bara. Gejala penyakit ini berupa sesak napas, bronkitis kronis, batuk dengan dahak hitam.
 4. Asbestosis penyakit yang disebabkan oleh debu asbes dengan masa latennya 10-20 tahun. Asbes adalah campuran berbagai silikat.
 5. Beriliosis penyakit yang disebabkan oleh debu yang mengandung berilium.
 6. Bisinosis penyakit yang disebabkan oleh debu kapas atau sejenisnya. Gejalanya timbul setelah hari kerja terasa demam, lemah badan, sesak napas, batuk-batuk.
 7. Stenosis adalah penyakit yang disebabkan oleh debu bijih timah putih (SnO).
 8. Siderosis adalah penyakit yang disebabkan oleh debu yang mengandung Fe_2O_2 .

2.1.8 Pengendalian debu di tempat kerja

Pengontrolan debu di ruang kerja terhadap sumbernya antara lain:

1. Dust Collection Systems – menggunakan prinsip ventilasi untuk menangkap debu dari sumbernya. Debu diambil dari udara bebas dengan menggunakan pompa dan dialirkan kedalam dust collector, kemudian udara bersih yang telah disaring dialirkan keluar.
2. Wet Dust Suppression Systems – menggunakan cairan (yang banyak digunakan adalah air,tapi bisa juga bahan kimia yang bisa mengikat debu) untuk membasahi sumber debu sehingga bahan tersebut tidak menghasilkan debu atau menghasilkan debu minimal.
3. Airborne Dust Capture Through Water Sprays – menyemprotkan bahan kimia pengikat atau air pada debu-debu yang timbul pada saat proses produksi,semprotan harus membentuk partikel cairan yang sangat kecil (droplet) sehingga bisa menyebar di udara dan mengikat debu yang berterbangan

- membentuk gumpalan dan jatuh ke bawah karena gravitasi.
4. Dilution Ventilation –adalah teknik untuk mengurangi konsentrasi debu di udara dengan mencampur udara berdebu dengan udara bersih. Secara umum sistem ini kurang baik untuk kesehatan karena debu masih mengkontaminasi udara bebas,akan tetapi sistem ini bisa digunakan jika sistem lain tidak memungkinkan digunakan.
 5. Isolation – adalah teknik memisahkan tenaga kerja dengan udara yang terkontaminasi, pemisahan bisa dilakukan dengan mengisolasi pekerja pada ruangan yang dialiri dengan udara bersih dari luar. Contoh Supplier air system.

2.2. Latihan

Lakukan perhitungan debu di suatu tempat kerja dengan menggunakan *personal dust sampler!*

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Debu merupakan partikel yang melayang di udara dengan ukuran 1 - 500 mikron. Debu memiliki sifat antara lain: dapat mengendap karena dipengaruhi gravitasi bumi, memiliki permukaan yang selalu basah karena dilapisi air, mampu membentuk gumpalan atau koloni karena permukaannya yang selalu basah, bersifat listrik statis artinya mampu menangkap partikel lain yang berlawanan dan bersifat opsis artinya debu mampu memancarkan cahaya.

Dilihat dari bentuk fisiknya debu dapat dikelompokkan dalam debu organik, debu mineral, debu metal. Ditinjau dari segi karakter zatnya debu terdiri atas debu fisik, debu kimia, debu biologis dan debu radioaktif. Dari sisi kesehatan kerja, debu diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu: respirable dust, inhalable dust dan total dust.

Pengendalian debu di tempat kerja dapat dilakukan dengan *dust collection systems*, *wet dust suppression systems*, *airborne dust capture through water sprays*, *dilution ventilation* dan isolasi debu.

3.2. Test Formatif

1. Kelainan pada penyakit ini mirip dengan pneumokoniosis pekerja tambang batubara, yaitu terdapat nodul yang biasanya dominan di lobus atas. Penyakit terjadi setelah paparan 20 sampai 45 tahun oleh kadar debu yang relatif rendah. Pada stadium simple, nodul di paru biasanya kecil dan tanpa gejala atau minimal. Merupakan ciri dari penyakit akibat kerja ...
 - a. Silikosis
 - b. Asbestosis
 - c. Asthma industri
 - d. Bronkhitis akut
2. Debu yang tidak menimbulkan reaksi jaring paru, contohnya adalah debu besi, kapur, timah disebut dengan debu
 - a. Debu fibrogenik
 - b. Debu anorganik
 - c. Debu non fibrogenik
 - d. Debu non logam

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk mencari jurnal ilmiah terkait debu dan contoh kasus serta penanganannya di industri. Selanjutnya akan disampaikan pada pertemuan berikutnya.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke Pokok Bahasan III, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi I 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. a Silikosis
2. b Debu non fibrogenik

Daftar Pustaka

Kuswana,W,S,2016, *Ergonomic dan K3 Kesehatan Keselamatan Kerja*. Rosda. Bandung.

Ramdan, Iwan Muhamad. 2013. *Higiene Industri*. Bimotry Bulaksumur Visual. Jogjakarta

Senarai

Debu adalah zat kimia padat yang disebabkan oleh kekuatan alami atau mekanis seperti pengolahan, penghancuran, pengepakan yang cepat dan peledakan dari benda baik organik maupun an organik

III. Air Sampling

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini menjelaskan tentang tujuan, macam cara pengambilan, dan alat pengambil sampel udara. Pengambilan sampel udara dapat dilakukan di beberapa tempat seperti pemukiman penduduk, kawasan industri, dan lain-lain.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan menjelaskan tujuan, macam cara pengambilan, dan alat pengambil sampel udara maka mahasiswa akan dapat menjelaskan tujuan, macam cara pengambilan, dan alat pengambil sampel udara.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir penyampaian materi ini mahasiswa diharapkan mampu menguraikan dan menjelaskan kembali tentang konsep sampel udara.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi pembelajaran pokok bahasan III ini mahasiswa semester V akan dapat :

- a. Menjelaskan tentang tujuan sampel udara.
- b. Menguraikan macam cara pengambilan sampel udara.
- c. Menjelaskan tentang alat pengambil sampel udara.

2. Penyajian

2.1 Uraian

Tujuan dari pengambilan sampel udara adalah untuk mengetahui tingkat risiko pajanan atau besar kecilnya resiko pajanan bagi tenaga kerja sampel.

2.1.1 Macam cara pengambilan sampel udara

a. Sampel Perorangan

Pada pengambilan sampel udara secara perorangan, alat dipakai langsung oleh pekerja yang dijadikan sampel. Alat yang digunakan berukuran kecil dan dipakai langsung oleh pekerja yang dijadikan sampel selama prose pengambilan udara dilakukan.

Alat pengambil sampel udara ini terdiri dari 3 komponen, yaitu:

- a) Pompa isap yang dioperasikan dengan menggunakan baterai.
- b) Meter udara yang digunakan untuk mengukur volume udara yang diisap oleh pompa isap tersebut.
- c) Alat atau media pengumpul bahan kimia pencemar yang ada di udara.



Gambar E.3 penggunaan personal dust sampler

Sumber :

<http://www.stou.ac.th/schools/shs/booklet/book543/sanitation.html>

b. Pengambilan sampel udara di daerah pernapasan

Pengambilan sampel udara di daerah pernapasan memiliki prinsip bahwa alat pengambilan sampel udara tidak dipakai secara langsung oleh tenaga kerja yang dijadikan sampel namun alat dipegangi oleh orang lain dan selalu mengikuti pekerja yang dijadikan sampel . Cara pengambilan sampel udara adalah dengan mengambil sampel udara

yang berada di daerah sekitar pekerja. Contoh alat yang memanfaatkan model ini adalah *portable electrostatic precipitator* , alat ini digunakan untuk mengumpulkan debu pencemar bahan kimia yang tidak mudah terbakar. Cara pengambilan sampel udara ini juga digunakan untuk memantau kondisi perorangan dan lingkungan terhadap pencemar udara.

c. Pengambilan sampel lingkungan

Pengambilan sampel lingkungan kerja dilakukan dengan meletakkan alat pengambil sampel udara pada titik tertentu dimana pekerja melakukan pekerjaan. Penentuan titik sampel harus didahului dengan pengenalan proses produksi, bahan baku, peralatan kerja yang dipakai dan pemahaman terhadap layout tempat kerja. Melalui pengenalan tersebut akan diketahui bahaya yang timbul dan titik-titik pencemar serta titik kerja dimana pekerja melakukan kegiatan kerja.

Terdapat dua cara pengambilan sampel udara di lingkungan kerja, yaitu :

1) Pengukuran cara 1

Digunakan untuk mengetahui rata-rata kondisi lingkungan tempat kerja dari suatu bagian proses produksi. Pengukuran dilakukan saat pekerja mulai kerja hingga akhir jam kerja dengan penghentian pengukuran pada jam istirahat. Hasil pengukuran ini menggambarkan keadaan di setiap titik pada semua proses produksi. Untuk dapat menggambarkan rata-rata kondisi suatu proses produksi dibutuhkan minimal 5 titik yang ditentukan secara random.

2) Pengukuran cara 2

Digunakan untuk mendapatkan keadaan tertinggi dari suatu kadar bahan kimia pencemar di tempat kerja. Di dalam lingkungan kerja terdapat sebuah alur proses produksi dimana bermacam jenis kerja dilakukan ditemukan bahwa suatu bahan berbahaya dalam jumlah banyak terkadang dihasilkan dalam waktu singkat (tidak dihasilkan sepanjang waktu kerja) yang tentu saja keadaan ini tidak bisa digambarkan dalam pengukuran cara 1, sehingga pengukuran ulang perlu dilakukan.

Pengukuran kadar pajanan waktu tertimbang merupakan suatu cara untuk menghitung pajanan rata-rata selama 1 shift waktu kerja dengan kecenderungan tugas pekerja dapat berbeda-beda selama 1 hari kerja. Misal suatu pekerja memiliki kerja yang berbeda dalam sehari kerja dan perkerja tersebut hanya terpajan bahaya dalam waktu pendek terhadap bahan kimia pencemar. Dengan menentukan suatu pajanan rata-rata waktu tertimbang, seorang ahli higiene industri dapat memperkirakan pajanan 1 shift kerja dan membandingkannya dengan standar (NAB) yang berlaku. Kadar pajanan waktu tertimbang (TWA) ditentukan dengan rumus berikut :

$$TWA = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + C_nT_n}{total\ waktu\ kerja}$$

,

dimana

C adalah kadar bahan kimia pencemar dan

T adalah waktu pengukuran kadar pencemar.

Kadar rata-rata waktu tertimbang umumnya dinyatakan dalam ppm atau mg/m³. Standar nilai

ambang batas kadar pencemar kimia di udara diatur dalam Permenakertrans No. 13 Tahun 2011 tentang NAB Faktor Kimia dan Fisika di Tempat Kerja pada lampiran II juga bisa merujuk pada TLV bahan kimia yang ditetapkan oleh ACGIH.

2.1.2 Alat pengambil sampel udara

Ada dua macam alat pengukur sampel udara, yaitu alat atau instrumen biasa dan alat pengukur yang langsung dapat dibaca kadarnya. Instrumen yang langsung dapat dibaca mencakup alat-alat yang dapat langsung untung mengetahui kadar kimia di udara baik yang berupa gas, uap maupun partikel. Sedangkan, alat pengumpul sampel adalah alat untuk mengumpulkan sampel udara yang ada di lingkungan kerja, yang selanjutnya untuk mengetahui kadar kimia di udara, sampel tersebut dibawa ke laboratorium untuk diperiksa. Komponen pada alat pengumpul sampel udara terdiri dari lima komponen dasar yang sangat penting, yaitu: lubang untuk udara masuk, alat pengumpul bahan kimia, meter udara, kelep pengaturan aliran udara dan pompa penghisap udara. Agar dapat dioperasikan kelima

komponen tersebut harus dirakit, apabila pompa hisap mulai dioperasikan maka udara masuk ke dalam alat pengambil sampel udara yang sudah dirangkai tersebut melalui lubang masuk dan bahan kimia pencemar yang ada di udara dikumpulkan pada media pengumpul, misalnya partikel debu dikumpulkan pada filter atau impinger. Kecepatan udara diatur dengan menggunakan klep pengatur kecepatan udara. Aliran udara atau volume udara biasanya dinyatakan dalam liter atau cm^2 per menit.

3.2. Test Formatif

1. Tujuan dari pengambilan sampel udara adalah untuk

 - a. mengetahui tingkat risiko pajanan.
 - b. pengambilan sampel perorangan.
 - c. pengatur kecepatan udara.
 - d. mengetahui kadar kimia.

2. Alat pengambilan sampel udara tidak dipake secara langsung oleh tenaga kerja merupakan macam pengambilan sampel...
 - a. Lingkungan.
 - b. Perseorangan.
 - c. Pernapasan.
 - d. Tempat kerja.

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk menjelaskan kembali macam cara pengambilan sampel udara beserta contoh di tempat kerja dengan jurnal pendukung.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke Bab Selanjutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi I 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. a. mengetahui tingkat risiko pajanan
2. c. Pernapasan.

Daftar Pustaka

Soedirman, 2012, *Higiene Perusahaan*, el Musa Press,
Bogor.

Soeripto, M, 2008, *Higiene Industri*, Balai Penerbit
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia,
Jakarta.

Senarai

TLV (Threshold Limit Value) atau Nilai ambang batas
adalah batas nilai terpapar yang diperbolehkan

F. IDENTIFIKASI DAN PENGUKURAN VENTILASI DI TEMPAT KERJA

I. Ventilasi

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini menjelaskan tentang definisi, fungsi, sistem, undang-undang, dan efek dari ventilasi. Ventilasi merupakan hal yang penting dalam upaya penyehatan udara pada suatu lingkungan kerja.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan menjelaskan definisi, fungsi, sistem, undang-undang dan efek dari ventilasi maka mahasiswa akan dapat menjelaskan definisi, fungsi, sistem, undang-undang dan efek dari ventilasi yang buruk.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir penyampaian materi ini mahasiswa diharapkan mampu menguraikan dan menjelaskan kembali tentang konsep dari ventilasi.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi pembelajaran pokok bahasan I ini mahasiswa semester V akan dapat:

- a. Menjelaskan tentang definisi ventilasi.
- b. Menjelaskan tentang fungsi ventilasi.
- c. Menjelaskan tentang sistem ventilasi.
- d. Menjelaskan undang-undang terkait ventilasi.
- e. Menjelaskan tentang efek ventilasi.

2. Penyajian

2.1. Uraian

2.1.1 Definisi ventilasi

Ventilasi adalah proses penyaluran udara segar ke dalam suatu ruangan dan pengeluaran udara kotor dari

suatu ruangan tertutup secara alami maupun mekanis. Ventilasi industri adalah satu terapan teknologi hygiene perusahaan yang memiliki tujuan menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat. Ventilasi alami yaitu ventilasi yang terjadi dengan cara alami karena perbedaan tekanan dari luar suatu tempat dan perbedaan temperature antara dalam dan luar ruangan, sehingga udara panas dapat naik dan masuk ke saluran ventilasi dan digantikan dengan udara yang lebih dingin tanpa memakai alat bantu (aquitimen axilery) sedangkan ventilasi mekanik adalah sistem ventilasi yang membutuhkan bantuan alat untuk menukarkan udara, seperti kipas dan blower.

2.1.2 Fungsi ventilasi

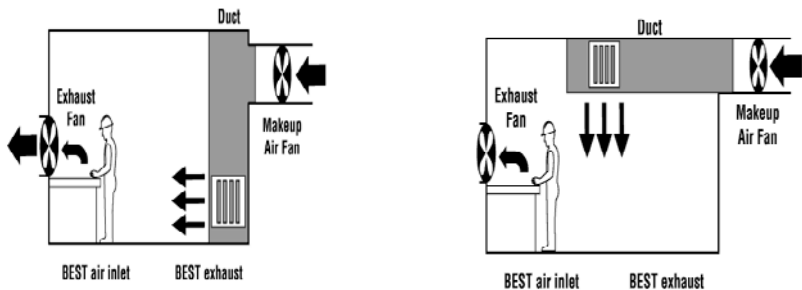
1. Mensuplai udara bersih ke dalam suatu ruangan
2. Membebaskan udara ruangan dari bau-bauan, asap, debu dan zat pencemaran lain.
3. Mensuplai panas akibat hilangnya panas ruangan atau bangunan.
4. Mengeluarkan kelebihan udara panas yang disebabkan radiasi tubuh, kondisi ruangan, evaporasi, atau keadaan eksternal.

2.1.3 Sistem ventilasi

Untuk membuat sebuah sistem ventilasi, perencanaannya harus disesuaikan dengan jenis pekerjaan dan kontaminan. Sistem ventilasi dibedakan menjadi:

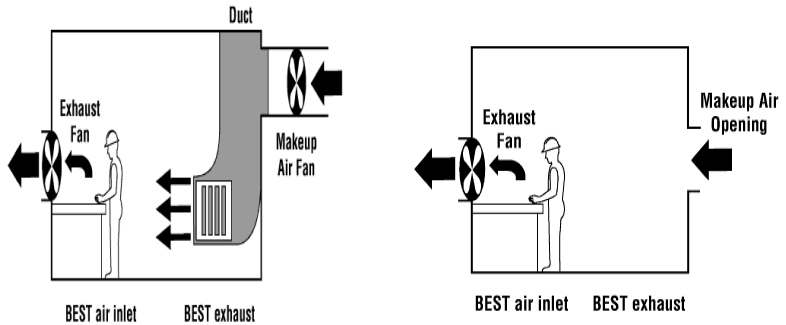
1. Dilusi (*general ventilation*)

Ventilasi ini bertujuan untuk mengendalikan bahaya di tempat kerja dengan cara mensuplai udara bersih ke dalam ruangan untuk mengencerkan udara di dalam ruang yang tercemar.



Gambar F.1a Contoh-contoh ventilasi dilusi yang direkomendasikan

Sumber :Buku *Industrial Ventilation, a Manual of Recommended Practice*



Gambar F.1b Contoh-contoh ventilasi dilusi yang direkomendasikan

Sumber :Buku *Industrial Ventilation, a Manual of Recommended Practice*

2. Ventilasi pengeluaran setempat (*Local ventilation*)

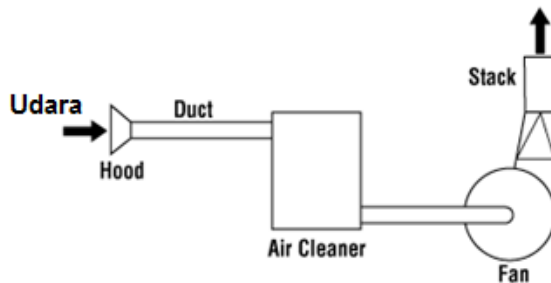
Ventilasi ini digunakan untuk menyedot udara pada suatu titik tertentu dan biasanya ditempatkan dekat dengan sumber pencemar. Cara kerjanya adalah melalui proses pengisapan dan pengeluaran udara terkontaminasi dari sumber pencemaran sebelum udara yang terkontaminasi berada pada zona pernafasan dan menyebar ke seluruh ruangan kerja.



Gambar F.2 contoh-contoh local exhaust

Sumber :Buku Modul 1 : Jenis dan Tipe Ventilasi Industri

Komponen dasar dari sebuah sistem ventilasi local adalah sebagai berikut:



Gambar F.3 Komponen Dasar Sistem Ventilasi Lokal 1

Sumber :Buku Modul 1 : Jenis dan Tipe Ventilasi Industri

1. Hood

Hood berfungsi untuk menangkap pencemar. Faktor yang mempengaruhi pembuatan hood adalah berdasarkan pada bentuk, kecepatan serta arah di mana kontaminan dilepaskan.

2. Duct

Duct berfungsi untuk menyediakan jalan bagi udara yang terkontaminasi ke bagian pembersih udara. Kecepatan dari udara dari saluran ini harus cukup tinggi untuk mencegah partikel-partikel besar mengendap di dalam saluran duct dan menutup saluran ini sehingga keefektifan kerjanya berkurang.

3. Air cleaner

Air cleaner berfungsi memisahkan kontaminan dari aliran udara sebelum dilepaskan ke atmosfer atau di daur ulang ke area kerja. Pembersih udara terdiri dari dua bagian yaitu: filter udara dan pengumpul debu. Filter atau penyaring udara berfungsi untuk memisahkan partikel yang berukuran kecil dari udara yang disedot. Pengumpul debu berfungsi untuk memisahkan partikel yang berukuran lebih besar, yang biasanya terdapat di udara pada proses industri.

4. *Fan* / kipas

Kipas merupakan alat penggerak udara yang menyediakan energi untuk menarik udara dan kontaminan ke dalam sistem ventilasi dengan menginduksikan tekanan negative atau hisapan ke dalam saluran udara yang menuju hood. Udara terkontaminasi yang dihisap dari tempat kerja diendapkan dalam suatu kolektor. Bilamana emisi udara kontaminan lebih tinggi, maka sistem ventilasi lokal yang dikombinasikan dengan Sistem ventilasi pengenceran udara perlu diterapkan secara bersamaan.

3. Ventilasi sistem tertutup

Ventilasi ini bekerja dengan cara menutup sebuah tahap proses produksi dengan mengisolasi sempurna kontaminan beracun yang keluar dari sumber tersebut dengan kecepatan tinggi untuk disaring dan dihilangkan kontaminannya sebelum dilepas ke atmosfer.

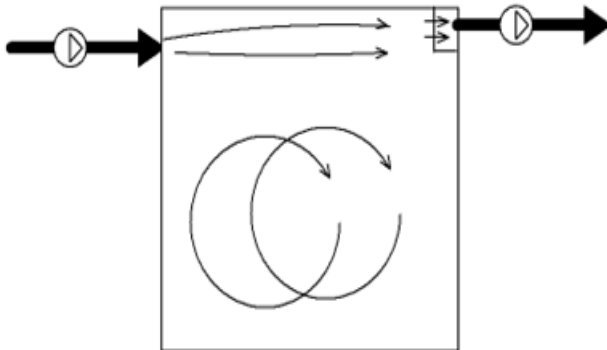
4. Ventilasi kenyamanan (*comfort ventilation*)

Ventilasi ini dilakukan untuk meningkatkan kenyamanan manusia baik dengan menggunakan

ventilasi alamiah dan ventilasi mekanik/ventilasi buatan seperti AC.

5. Sistem Ventilasi Area Terbatas (*Confined Spaces Ventilation*)

Penerapan ventilasi di area terbatas pada pekerjaan tertentu berfungsi untuk meminimalisasi tersebarnya pencemar akibat pekerjaan yang dilaksanakan didalam suatu ruangan atau area terbatas . Misalnya pekerjaan pengelasan dalam ruang terbatas (*Welding in Confined Spaces*).



Gambar F.4 model aliran udara ventilasi dalam ruang terbatas

Sumber :Buku Modul 1 : Jenis dan Tipe Ventilasi Industri

Gambar diatas adalah model aliran udara yang terjadi pada penerapan ventilasi dalam ruang terbatas, terdapat dua model aliran udara :

- 1) Flow bucking, dimana kontaminan mengalami perputaran di sekitar pekerja (contoh pekerja las), pola ini terjadi karena adanya aliran yang saling berlawanan.
- 2) Terbentuk aliran udara yang saling sinergis sehingga kontaminan menuju satu titik pengeluaran tanpa mengalami perputaran dalam ruang terbatas,

2.1.4 Undang- undang yang mengatur tentang ventilasi

1. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2005 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung pada pasal 39 dan 40
2. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/Sk/Xi/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri
pada persyaratan no.3 tertulis: “Pertukaran udara : 0,283 M3 /menit/orang dengan laju ventilasi : 0,15 – 0,25 m/detik. Untuk ruangan kerja yang tidak

menggunakan pendingan harus memiliki lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai dengan menerapkan sistim ventilasi silang.”

Pada tata cara no. 3 tentang pertukaran udara ditulis :
“ Agar pertukaran udara ruang perkantoran dapat berjalan dengan baik maka perlu dilakukan upaya-upaya sebagai berikut : a) Untuk ruangan kerja yang tidak ber AC harus memiliki lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai dengan menerapkan sistem ventilasi silang. b) Ruang yang menggunakan AC secara periodik harus dimatikan dan diupayakan mendapat pergantian udara secara alamiah dengan cara membuka seluruh pintu dan jendela atau dengan kipas angin. c) Membersihkan saringan/filter udara AC secara periodik sesuai ketentuan pabrik.”

3. SNI 03-6572-2001, OSHA 1910.94 tentang ventilation dan OSHA 1918.94 tentang ventilation and atmosphere condition.

2.1.5 Efek ventilasi bila melebihi nilai ambang batas

- a) Ketidaknyamanan bekerja.
- b) Mengurangi aktivitas kerja.
- c) Gangguan kesehatan pekerja.

2.2. Latihan

Pada sebuah perusahaan makanan, di ruangan produksinya panas tinggi melebihi NAB karena terdapat proses perebusan dan penggorengan. Jelaskan apa saja yang bisa dilakukan untuk menurunkan suhu ruangan produksi tersebut!

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Ventilasi adalah proses penyediaan udara segar ke dalam dan pengeluaran udara kotor dari suatu ruangan tertutup secara alamiah maupun mekanis. Ventilasi industri adalah satu terapan teknologi hygiene perusahaan yang bertujuan menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat. Ventilasi alamiah yaitu ventilasi yang terjadi dengan cara alami karena perbedaan tekanan dari luar suatu bangunan atau tempat kerja yang disebabkan oleh angin dan terdapat perbedaan temperatur, sehingga terdapat gas-gas panas yang naik di dalam saluran ventilasi tanpa memakai alat

bantu (aquatimen axilery) seperti kipas dan blower maupun secara mekanik.

3.2. Test Formatif

Sebutkan masing-masing 3 kelebihan dan kekurangan general ventilasi dan local ventilasi !

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk menjelaskan konsep ventilasi.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke Sub Pokok Bahasan Selanjutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi ini 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

Tabel F.1 Kunci Jawaban Tes Formatif

Sistim Ventilasi Pengenceran Udara		Sistim Ventilasi Lokal	
Keuntungan	Kekurangan	Keuntungan	Kekurangan
Biasanya biaya peralatan dan instalasi, lebih rendah	Tidak sepenuhnya menghilangkan udara yang berkontaminan.	Dapat menghilangkan kontaminan pada sumber dan memindahkan dari tempat kerja.	Biaya lebih tinggi untuk desain, instalasi dan peralatan.
Tidak membutuhkan perawatan yang	Tidak bisa digunakan untuk bahan kimia sangat beracun.	Digunakan untuk bahan kimia di udara yang sangat beracun.	Memerlukan pembersihan, inspeksi dan

spesifik/rutin pemeliharaan,
secara
reguler

Efektif Tidak efektif Dapat Tidak
untuk untuk debu menangani dapat
mengontrol atau uap segala macam menagani
jumlah logam atau kontaminan kontaminan
kecil bahan sejumlah termasuk debu biologis
kimia besar gas dan asap karena
toksisitas atau uap. logam. akan lepas
rendah. ke udara
bebas
kembali

Efektif Membutuhk Membutuhkan
mengontrol an sejumlah upaya yang
gas atau besar lebih kecil
uap yang makeup untuk makeup
mudah udara panas udara
terbakar . atau dingin

Untuk sumber kontaminan yang tersebar, atau mobile	Tidak efektif menangani gas uap, atau emisi tidak teratur	Rendahnya biaya energi, karena, atau kurangnya makeup udara panas atau dingin
--	---	---

Daftar Pustaka

Arif, Latar Muhamad. 2013. Modul 1 : Jenis dan Tipe Ventilasi Industri. Universitas Esa Unggul. Jakarta

Industrial Ventilation, a Manual of Recommended Practice . 1988. Industri Ventilasi, Manual Praktek Fitur. 20th ed

Sucipto,C,D, 2014, *Keselamatan dan Kesehatan Kerj.*. Gosen Publishing, Yogyakarta.

Senarai

-

II. Pengukuran ventilasi

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini menjelaskan tentang pertukaran panas, perancangan ventilasi umum, perancangan ventilasi pengenceran udara, dan perancangan ventilasi lokal. Ventilasi diperlukan di dalam tempat kerja untuk meningkatkan kenyamanan dalam bekerja untuk pekerja.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan menjelaskan pertukaran panas, perancangan ventilasi umum, perancangan ventilasi pengenceran udara, dan perancangan ventilasi local maka mahasiswa akan dapat menjelaskan pertukaran panas, perancangan ventilasi umum, perancangan ventilasi pengenceran udara, dan perancangan ventilasi lokal.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir penyampaian materi ini mahasiswa diharapkan mampu menguraikan dan menjelaskan kembali tentang perancangan ventilasi.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi pembelajaran pokok bahasan II ini mahasiswa semester V akan dapat :

- a. Menjelaskan tentang pertukaran panas
- b. Menguraikan perancangan ventilasi umum.
- c. Menguraikan perancangan ventilasi pengenceran udara.
- d. Menguraikan perancangan ventilasi local.

2. Penyajian

2.1. Uraian

Sebelum merancang sebuah ventilasi terlebih dahulu harus memahami konsep udara. Pemasukan dan pengeluaran udara dalam sebuah ruang terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara di luar dan dalam.

Udara akan mengalir dari udara bertekanan tinggi ke udara yang bertekanan lebih rendah. Perbedaan tekanan dapat terjadi karena adanya perbedaan suhu udara yang mengakibatkan terjadinya perbedaan kerapatan udara atau berat jenis udara. Udara panas dengan berat jenis rendah akan mengalir keatas, sedang udara dingin dengan berat jenis yang tinggi akan mengalir kebawah (proses turbelensi)

2.1.1 Pertukaran Panas

Tubuh dapat mengalami pertukaran suhu dengan lingkungan, artinya panas tubuh dapat hilang atau berkurang akibat suhu lingkungan yang lebih dingin. Begitu juga sebaliknya, suhu lingkungan yang lebih tinggi dapat mempengaruhi suhu tubuh manusia dan mengakibatkan suhu tubuh meningkat. Perpindahan suhu antara manusia dan lingkungan terjadi sebagian besar melalui kulit.

Proses kehilangan panas melalui kulit dimungkinkan karena panas disalurkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah dan juga disuplai langsung ke fleksus arteri kecil melalui anastomosis arteriovenosa yang mengandung banyak otot. Kecepatan aliran dalam

fleksus arteriovenosa yang cukup tinggi (kadang mencapai 30% total curah jantung) akan menyebabkan konduksi panas dari inti tubuh ke kulit menjadi efisien. Dengan demikian, kulit merupakan radiator panas yang efektif untuk keseimbangan suhu tubuh.

Rumus dasar dari sisa- sisa pertukaran panas sebagai berikut

$$\Delta s = (M - W) + C + R - E.$$

Dimana :

Δs = perubahan konten panas tubuh

$(M-W)$ = total panas dari metabolisme

C = pertukaran panas secara konveksi

R = pertukaran panas secara radiasi

E = panas oleh evaporasi

Sedangkan cuaca kerja merupakan gabungan dari dari : suhu udara, kelembaban udara , kecepatan gerakan udara dan suhu radiasi. gabungan dari keempat faktor tersebut berhubungan dengan adanya produksi panas , yang selanjutnya disebut tekanan panas. Suhu udara diukur menggunakan termometer dan hasil dari pengukuran tersebut disebut suhu kering. Sedangkan suhu dan kelembaban diukur bersama- sama menggunakan “ sling

psychrometer” atau arsmann psychrometer”. Ada 3 macam perpindahan panas yang terjadi anatar manusia dan lingkungan, yaitu :

1. Konveksi

Konveksi adalah perpindahan panas melalui perantara gerakan gas atau cairan di udara. Misalnya saat udara dingin udara yang berada di sekitar tubuh akan menjadi lebih panas (karena adanya pertukaran panas secara konduksi dan radiasi), udara yang panas tersebut menjadi kurang padat, menuju ke atas yang kemudian udara dingin mengalir ke bawah menggantikan udara yang lebih panas. Biasanya ini kurang berperan dalam pertukaran panas.

$$C = 0,65 V_a^{0.6} (t_a - t_{ak})$$

Dimana,

C = pertukaran panas secara konveksi, Btu/h

V_a = kecepatan udara, fpm

t_a = suhu udara, $^{\circ}\text{F}$

t_{ak} = suhu rata-rata pada kulit, diasumsikan 95°F

Kondisi panas – Suhu tubuh normal ($36-37.5^{\circ}\text{C}$ / $96.8-99.5^{\circ}\text{F}$), Kondisi Dingin – Suhu tubuh normal ($36-37.5^{\circ}\text{C}$ / $96.8-99.5^{\circ}\text{F}$)

2. Radiasi (R)

Radiasi adalah mekanisme keluarnya panas tubuh manusia dalam bentuk gelombang panas inframerah. Gelombang inframerah yang dihasilkan oleh tubuh memiliki panjang gelombang 5 – 20 mikrometer. Radiasi merupakan penyumbang terbesar proses kehilangan panas pada kulit (60%) atau 15% seluruh mekanisme kehilangan panas.

$$R = 15,0 (t_w - t_{sk})$$

Dimana,

R = pertukaran panas secara radiasi, Btu/h

t_w = suhu rata-rata radiasi, F

t_{sk} = suhu rata-rata di kulit

3. Evaporasi (E)

Evaporasi (penguapan air dari kulit) dapat menjadi salah satu cara paling efektif dalam perpindahan panas tubuh. Setiap satu gram air yang mengalami evaporasi akan menyebabkan kehilangan panas tubuh sebesar 0,58 kilokalori. Pada kondisi individu yang tidak berkeringat, mekanisme evaporasi berlangsung sekitar 450 – 600 ml/hari. Hal ini menyebabkan kehilangan panas terus menerus dengan kecepatan 12 – 16 kalori per jam.

Evaporasi tidak dapat dikendalikan karena evaporasi terjadi akibat difusi molekul air secara terus menerus melalui kulit dan system pernafasan. Selama suhu kulit lebih tinggi dari pada suhu lingkungan, panas hilang melalui radiasi dan konduksi. Namun ketika suhu lingkungan lebih tinggi dari suhu tubuh, tubuh memperoleh suhu dari lingkungan melalui radiasi dan konduksi. Pada keadaan ini, satu-satunya cara tubuh melepaskan panas adalah melalui evaporasi.

$$E = 2,4 V_a^{0.6} (p_a - p_{ak})$$

Dimana ,

E = panas oleh evaporasi, Btu/h

V_a = kecepatan udara, fpm

p_a = tekanan penguapan air dalam udara ambien, mmHg

p_{sk} = tekanan penguapan air dari kulit, diasumsikan 42 mmHg, untuk suhu kulit 95 °F

2.1.2 Perancangan ventilasi umum (*general ventilation*)

Pengukuran ventilasi umum dilakukan dengan cara mengukur kecepatan aliran udara dan luas lubang ventilasi. Aliran udara diukur menggunakan alat yang

bernama anemometer (velocity-meter) dengan satuan m/detik sedangkan luas lubang ventilasi diukur menggunakan meteran dengan satuan m². Jumlah aliran udara persatuan waktu didapat dengan cara mengalikan kecepatan aliran udara dengan luas lubang ventilasi, yang hasilnya memiliki satuan m³/detik. Maka ventilasi adalah volume ruang dibagi dengan jumlah udara masuk persatuan waktu (menit). Hasilnya adalah sekian kali per menit untuk seorang pekerja yang bekerja diruang tersebut.

$$Q = CV.A.V$$

Keterangan :

Q = laju aliran udara, m³/sec

A = luas bebas dari bukaan inlet, m²

V = kecepatan angin, m/sec

CV = effectiveness dari bukaan

2.1.3 Perancangan Ventilasi Pengenceran Udara (*dilution ventilation*)

Ventilasi pengenceran udara berfungsi untuk melakukan pengenceran terhadap udara yang tercemar bahan kimia di dalam sebuah bangunan atau ruangan,

ventilasi ini memiliki prinsip mengalirkan udara bersih (tidak tercemar) ke dalam ruangan yang bertujuan untuk mengendalikan konsentrasi bahaya di tempat kerja.

Perancangan ventilasi pengenceran udara didasarkan ketentuan konsentrasi polutan sama pada tiap ruang, dan dianggap bahwa udara yang disuplai ke dalam ruang tersebut bebas pencemar, dan waktu konsentrasi awal dalam ruang adalah nol, dan sebelumnya perlu dihitung jumlah pencemaran yang dihasilkan dalam ruang tersebut serta tingkat konsentrasi lingkungan yang dicari (yang diduga akan sama di seluruh area).

Untuk mempertahankan konsentrasi pencemaran udara pada sistem ventilasi pengenceran udara, yang sifat konsentrasinya konstan, terjadinya keseimbangan antara udara tersuplai dengan besarnya udara yang terkontaminasi, maka persamaannya adalah sebagai berikut:

Tingkat akumulasi = tingkat generasi - tingkat penghapusan

$$VdC = G.dt - Q'.C.dt$$

dimana :

V = volume ruang

G = generation rate

Q' = efektif volumetric, flow rate

C = kosentrasi gas atau uap

t = waktu

untuk : $dC = 0$, maka ----- $G.dt = Q'.C.dt$, dari persamaan integrasi dapat ditulis,

$$= \int_{t_1}^{t_2} G. dt = \int_{t_1}^{t_2} Q'.C. dt$$

Untuk kosentrasi (C) konstan, dan generation rate (G), dideferensialkan sebagai berikut ,

$$G(t_2 - t_1) = Q'.C (t_2 - t_1)$$

$$Q' = \frac{G}{C}$$

Perlu diingat bahwa penggunaan rumus di atas membutuhkan pengetahuan yang cukup dan tepat untuk menentukan nilai-nilai dan K yang harus digunakan,

$$Q' = \frac{Q}{K}$$

dimana ,

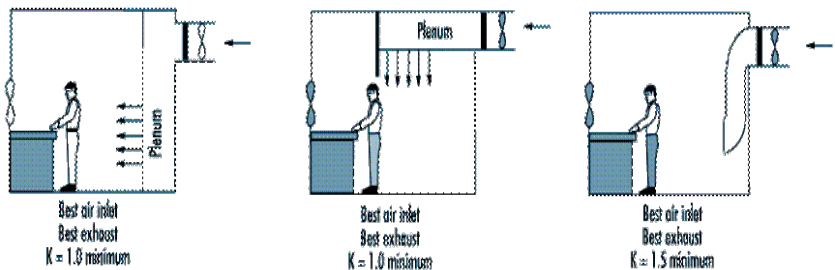
Q' = efektif laju alir, dalam cfm

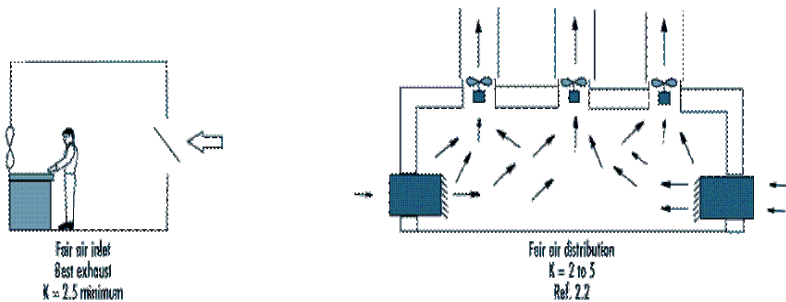
Q = aktual vintilation rate, dalam cfm

K = faktor keamanan ($K = 1- 10$)

Dari persamaan 4.2,dapat ditulis persamaan sbagai berikut ;

$$Q = \left(\frac{C}{c}\right) K$$





Gambar F.5 K. faktor untuk menntukan letak lokasi inlet dan exhaust

Sumber, ACGIH, 1992

Untuk perhitungan konsentrasi awal kontaminan yang tidak nol, (ACGIH -1992).

Biasanya saat udara dimasukkan ke dalam suatu ruang untuk mengencerkan pencemar, kontaminan di dalam ruangan tidak sepenuhnya hilang. Besarnya kosentrasi gas, atau uap yang diperkenakan dalam suatu ruang harus sesuai dengan peraturan yang merunjuk pada Nilai Ambang Batas (NAB – Permenakertrans No.PER.13/MEN/X/2011 tahun 2011, tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di tempat kerja), atau (TLV- American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH).

Perhitungan kosentasi pengenceran udara dihitung dengan rumus, sebagai berikut

$$G = \frac{403 \times SG \times ER}{MW}$$

dimana ;

G = generation rate

SG = berat jenis

ER = tingkat emisi, dalam liter/menit

MW = berat melekul

C = kosentari gas atau uap, dalam ppm atau bds

403 = nilai yang ditetapkan, cairan gas STP

Untuk, $Q' = \frac{G}{C}$

$$Q' = \frac{403 \times 10^6 \times SG \times ER}{MW \times C} -$$

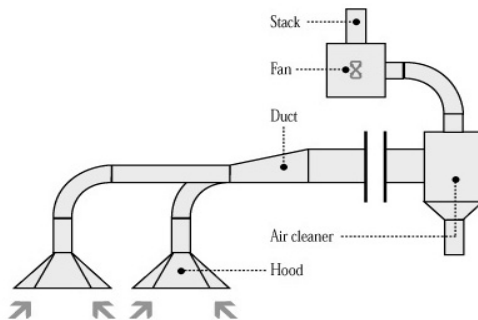
Apabila terdapat lebih dari satu bahan kimia berbahaya yang bereaksi di suatu lingkungan kerja, maka kombinasi pengaruhnya akan saling menambahkan. Nilai Ambang Batas (NAB) campuran dari bahan kimia tersebut, dapat diketahui dengan menghitung dari jumlah

perbandingan diantara kadar Nilai Ambang Batas (NAB) masing- masing dengan rumus- rumus sebagai berikut :

$$(C_1/NAB_1) + (C_2/NAB_2) + \dots \dots \dots (C_n/NAB_n) > 1$$

Kalu jumlahnya lebih dari 1 (satu), berarti Nilai Ambang Batas Campuran telah melebihi batas, atau dengan perkataan lain Nilai Ambang Batas Campuran dari hasil rumus lebih besar dari 1 (satu).

2.1.4 Perancangan Ventilasi Lokal



Gambar F.6 komponen sistim ventikasi local: hood, duct, air cleaner, fan, dan stack

Sumber, ACGIH, 1992

Dalam perancangan ventilasi lokal, yang harus dilakukan adalah :

1. Hitung Aliran udara/ Volumetric Flow rate dalam cfm (kaki kubik per menit),

$$Q = V * A$$

dimana,

V = adalah kecepatan udara, dalam fpm (kaki per menit)

A = adalah duct area luas bebas dari bukaan inlet (*Cross-Sectional Area*) ft^2 .

Dari data diatas untuk menghitung besarnya aliran udara/flow rate di gunakan rumus :

$$Q = \frac{\text{volume ruang} \times \text{generation rate} \times K}{TLV}$$

2. Menentukan diameter duct = dc
3. Menghitung luas bukaan hood yang di desain= a , ft^2
4. Menghitung kecepatan duct actual/actual duct velocity=.v,
5. Menghitung kecepatan tekan pada duct vpd,

6. Menentukan kecepatan aliran dalam slot /slot velocity vs
7. Mengitung tekanan kecepatan slot vps
8. Menentukan slot loss coeficien
9. Menghitung kehilangan yang di slot per VP
10. Menghitung tekanan statis slot atau Slot Statik Presure sps dalam in WG
11. Menghitung Duct Entry Loss Factor
12. Menghitung Duct Entry Loss per VP
13. Menghitung tekan statis hood atau Hood Static Pressure, sph
14. Menentukan panjang lurus duct atau Straight Duct Length, dalam ft
15. Menentukan Friction Factor (Hf)
16. Menentukan Friction Los per VP
17. Menghitung Elbow Loss per VP,
18. Menentukan Entry loss per VP
19. Menentukan Duct Loss per VP
20. Menentukan Duct Loss
21. Menentukan Duct SP Loss

2.2. Latihan

Datanglah ke sebuah industri yang telah menggunakan ventilasi general, dilusi maupun local. Lakukan pengamatan, penghitungan dan laporkan hasilnya!

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Sebelum merancang sebuah ventilasi terlebih dahulu memahami konsep udara. Pemasukan dan pengeluaran udara dalam ruang terjadi disebabkan adanya perbedaan tekanan udara luar dan dalam. Udara akan mengalir dari udara bertekanan tinggi ke udara bertekanan rendah. Selain itu kita juga perlu mengenali konsep pertukaran panas antara tubuh dan lingkungan. Tubuh dapat mengalami pertukaran suhu dengan lingkungan, artinya panas tubuh dapat hilang atau berkurang akibat lingkungan yang lebih dingin. Begitu juga sebaliknya, lingkungan dapat mempengaruhi suhu tubuh manusia. Perpindahan suhu antara manusia dan lingkungan terjadi sebagian besar melalui kulit.

3.2. Test Formatif

1. Methyl Chlorofom berevaporasi dari tangki pada tingkat 1,5 per 60 menit. Temukan aliran udara ; Q' efektif aliran udara dan aktual ventilation rate Q yang diperlukan untuk mempertahankan tingkat paparan di bawah TLV/NAB?

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta untuk menjelaskan kembali tentang pertukaran panas, perancangan ventilasi umum, perancangan ventilasi pengenceran udara, dan perancangan ventilasi lokal. Mahasiswa juga diminta untuk mencari contoh kasus di jurnal mengenai perancangan ventilasi di tempat kerja.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke Bab Selanjutnya, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi I 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

$$1. Q' = \frac{403 \times 10^6 \times SG \times ER}{MW \times C}$$

$$MW \times C$$

$$TLV = 350 \text{ ppm}, SG = 1,32, MW = 133,4,$$

K - diasumsikan (K = 5)

Mengingat tingkat emisi : ER = 1,5/60 liter /menit,
maka efektif laju aliran udara (Q'), adalah sebagai
berikut :

$$Q' = \frac{(403)(10^6)(1,32)(1,5/60)}{(133,4)(350)} = 285 \text{ cfm}$$

Untuk aktual ventilasi rate (Q), adalah,----- Q =
Q'x K

$$Q = (285)(5) \\ = \mathbf{1425} \text{ cfm}$$

Dari kasus diatas maka besar aliran udara untuk setiap
menit disuplay sebesar 1425 cubik udara kedalam ruang
untuk mempertahankan tingkat pemaparan (TLV 350 ppm),
sehinga penghuni tidak menerima dampak kesehatan .

Daftar Pustaka

Arif, Latar Muhamad. 2013. Modul 4 : Sistem Ventilasi Pengenceran Udara. Universitas Esa Unggul. Jakarta

ACGIH.2006 Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice for Operation and Maintenance, Signature publications Amer Conf of Governmental Berilustrasi

ACGIH. 2007. Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice for Design, 26th Edition, American Conference Of Governmental Industrial Hygienists Committee On Industrial Ventilation//Industrial Ventilation Amer Conf of Governmental

Senarai

G. PENGENDALIAN BAHAYA DI TEMPAT KERJA

I. Pengendalian bahaya di tempat kerja

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini menjelaskan tentang teknik pengendalian bahaya di tempat kerja, dan pemilihan teknik pengendalian bahaya/risiko. Pemahaman tentang pengendalian bahaya di tempat kerja digunakan untuk upaya pengendalian potensi bahaya.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan menjelaskan teknik pengendalian bahaya di tempat kerja, maka mahasiswa akan dapat menjelaskan teknik pengendalian bahaya di tempat kerja.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir penyampaian materi ini mahasiswa diharapkan mapu menguraikan dan menjelaskan kembali tentang teknik pengendalian bahaya di tempat kerja.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Setelah diberikan materi pembelajaran pokok bahasan I ini mahasiswa semester V akan dapat :

- a. Menguraikan tentang teknik pengendalian bahaya di tempat kerja.
- b. Menjelaskan kembali tentang pemilihan teknik pengendalian bahaya/risiko.

2. Penyajian

2.1. Uraian

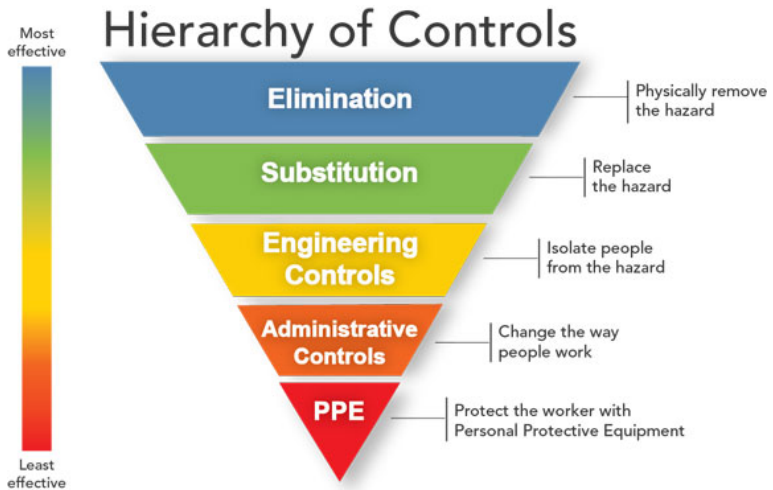
2.1.1 Teknik Pengendalian Bahaya Di Lingkungan Kerja

Pengendalian faktor-faktor bahaya di tempat ditujukan untuk menciptakan dan memelihara lingkungan kerja agar tetap sehat, aman serta memenuhi persyaratan kesehatan dan norma keselamatan sehingga

petugas kesehatan terbebas dari gangguan kesehatan dan keselamatan atau tenaga kerja tidak menderita penyakit akibat kerja dan tidak mengalami kecelakaan pada saat kerja. Dalam sebuah proses produksi banyak bahaya yang timbul, Dantara lain bahaya fisika, kimia, biologi, ergonomi dan psikologi. Karena adanya bahaya-bahaya tersebut pembentukan dan pengelolaan manajemen pengendalian bahaya sangat wajib dilakukan. Manajemen pengendalian bahaya adalah suatu proses yang dilakukan oleh organisasi tempat kerja untuk mengidentifikasi, mengevaluasi dan menanggulangi bahaya yang ada di tempat kerja guna mengurangi resiko akibat bahaya tersebut. Tahapan manajemen pengendalian bahaya, yaitu:

- 1) Mengidentifikasi bahaya kerja (bahaya fisika, kimia, biologi, ergonomi dan psikologi.),
- 2) Mengevaluasi bahaya kerja dengan melakukan pengukuran potensi pajana bahaya kerja melalui pemantauan bahaya kerja dan pemantauan biologis (biological monitoring),
- 3) Penilaian evaluasi bahaya kerja dengan mempertimbangkan derajat resiko bahaya kerja,

4) Pengendalian bahaya kerja.



Gambar G.1 hierarki kontrol

Sumber: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/>

Pengendalian bahaya kerja, seperti yang terdapat dalam OHSAS 18001 terdiri dari lima tahapan pengendalian yaitu:

1. Eliminasi

Eliminasi merupakan pengendalian adanya bahaya di tempat kerja dengan menghilangkan salah satu material, proses agar produk yang dihasilkan baik. Bahaya dapat dihilangkan sumbernya karena jika sumber bahaya dihilangkan maka resiko yang timbul dapat

dihindari pula. Beberapa contoh teknik eliminasi antara lain:

1. Mencegah penggunaan mesin modern sehingga tidak ada kebisingan
 2. Penutupan lubang ditengah jalan
 3. Penghentian bahan kimia berbahaya
 4. Proses yang berbahaya di perusahaan dihentikan misalnya dengan menghentikan produksi bahan berbahaya sendiri tetapi memesan dari pemasok
2. Substitusi

Substitusi atau penggantian merupakan cara terbaik untuk mengatasi pajanan bahaya kerja yang ada yaitu penggantian bahan, alat atau cara kerja yang bahaya dengan kurang berbahaya, misal produk roda giling yang mengandung silika diganti dengan cara melapisinya dengan bahan alumunium oksida, alat penyemprot manual diganti dengan penyemprot listrik atau vakum untuk mengurangi kuantitas uap penyemprotan yang berlebihan.

3. Pengendalian teknik

Pengendalian secara teknik merupakan suatu langkah memodifikasi bahaya, baik modifikasi pada

lingkungan kerja, ataupun alat-alat kerja. Contoh dari modifikasi teknik, yaitu :

1) Isolasi

Isolasi diterapkan pada '*things*'. Contohnya, persentase terjadinya kecelakaan atau kejadian yang tidak diinginkan dapat dikurangi atau dihilangkan dengan menggunakan teknik isolasi, artinya sumber bahaya dan penerima diisolir menggunakan penghalang (*barrier*) sehingga bahaya dapat diisolasi di suatu titik saja. Dalam pengendalian teknis, *barrier* dipasang pada mesin dan atau tempat kerja. Isolasi terdiri dari 3 macam, yaitu :

- Isolasi fisik, misalnya pemagaran mesin dengan gear atau part-part terbuka, membuat enclosure pada mesin yang bising, memasang pembatas atau penutup pada mesin yang menghasilkan sisa produksi yang dapat terlempar keluar mesin.
- Isolasi jarak, misalnya penggunaan remote control pada proses pemotongan dan

penggosokan bahan-bahan industri yang menghasilkan debu.

- Isolasi waktu, misalnya dengan menggunakan mesin semi-otomatis sehingga pekerja tidak harus selalu berada di tempat yang berbahaya.

2) Rekayasa ventilasi

Debu atau uap industri dapat dikurangi kuantitasnya dengan menjauhkannya dari zona napas pekerja, misalnya dengan pemasangan local exhaust untuk menangkap uap kimia berbahaya dari sumbernya langsung.

3) Penggunaan metode basah untuk menghilangkan debu

Metode basah dilakukan dengan menyiram sumber debu yang terdapat pada lantai dan dinding di lingkungan kerja. Misalnya pada industri pengecoran logam dapat disemprotkan air bertekanan tinggi pada tempat semburan debu logam untuk membersihkan cetakan.

4. Pengendalian administratif

Pengendalian administratif yaitu dengan memanfaatkan interaksi antara si pekerja dengan alat-

alat yang digunakan maupun lingkungan kerja, contohnya mengatur sift kerja, memberikan pelatihan kepada pekerja dan sebagainya. Contoh lainnya dari pengendalian bahaya secara administratif, yaitu:

- 1) Pendekatan manusia, misalnya dengan pemberian informasi dan pelatihan, meliputi orientasi bagi ekerja yang baru masuk, informasi reguler dan pelatihan periodik bagi pekerja lama, pembuatan simbol kesehatan dan keselamatan kerja serta pembuatan, perawatan dan pengecekan ulang MSDS pada seluruh bahan kima yang ada.
- 2) Contingency plan / rencana tanggap darurat
Keparahan suatu kejadian dapat ditekan jika perusahaan memiliki sistem tanggap darurat yang baik dan terencana . cJika kebakaran dapat ditanggulangi dengan cepat dan sedini mungkin maka kerugian yang ditimbulkan dapat ditekan. Demikian juga dengan cedera. Jika diberikan pertolongan pertama dengan cepat dan tepat, kemungkinan keparahan cedera dapat dihindarkan dan korban mungkin masih dapat diselamatkan.

3) Pengalihan risiko

Pengalihan risiko ke pihak lain bisa dilakukan agar beban resiko yang ditanggung oleh perusahaan menurun. Beberapa cara pengalihan risiko adalah dengan menggunakan sistem kontraktual yang mengalihkan tanggung jawab kepada pihak lain atau dengan menggunakan asuransi untuk melindungi potensi risiko.

4) Pengendalian kesehatan lingkungan meliputi kebersihan tempat kerja, pembuangan sampah, kesehatan perorangan, fasilitas makan dan minum serta pengendalian bahaya biologis seperti serangga.

5) Pemeliharaan mesin dan peralatan, meliputi penjadwalan dan pelaksanaan pemeliharaan secara periodik, pencatatan servis, perbaikan dan penggantian suku cadang serta penyediaan suku cadang.

6) Rotasi kerja bagi pekerjaan yang berisiko tinggi.

5. Penggunaan alat pelindung diri

Jika pengendalian bahaya kerja pada sumbernya atau pada jalur penyebarannya tidak memungkinkan atau sangat dibutuhkan perlindungan tambahan yang

lebih ketat, maka alat pelindung diri yang digunakan secara individual merupakan solusi yang tepat.

Organ tubuh manusia yang sangat rentan terhadap paparan bahaya di tempat kerja adalah mata, telinga, kulit dan saluran pernapasan sehingga harus dilindungi.

2.1.2 Pemilihan Teknik Pengendalian Risiko / Bahaya

Pemilihan teknik pengendalian yang tepat sangat penting untuk memperoleh hasil yang paling baik. Banyak cara yang dapat digunakan untuk menentukan pengendalian bahaya yang paling tepat. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode peringkat pengendalian (*control rating code*). Menurut sistem ini, efektifitas pengendalian ditentukan oleh dua faktor yaitu jenis dan strategi pengendalian yang dilakukan. Dimana efektifitas pengendalian = jenis pengendalian x strategi pengendalian.


Tabel F.2 Peringkat Pengendalian

Strategi Pengendalian Jenis pengendalian	I	II	III	IV	V
	Perubahan rancangan	Pengamanan pasif	Pengamanan aktif	Alat peringatan	Prosedur
A Eliminasi sumber energi	1	1	2	3	3
B Pembatasan akumulasi energi	1	1	2	3	3
C Mencegah penyebaran energi	1	2	2	3	3
D Memasang pelindung	2	2	3	4	4
E Merubah bentuk penyebaran energi	2	3	4	4	5
F Pengamanan untuk mengurangi cedera	2	3	4	5	5

Kombinasi dari kedua faktor diatas akan menghasilkan peringkat pengendalian yang seharusnya dilakukan. Sebagai contoh, menghilangkan sumber energi bersamaan dengan perubahan rancangan memiliki peringkat pertama yang artinya adalah pilihan terbaik.

Dalam menentukan jenis atau strategi pengendalian juga perlu mempertimbangkan masalah waktu. Ada langkah pengendalian yang dapat segera dilakukan dan ada yang memerlukan waktu dan usaha yang lama.

Tabel F.3 Waktu Penerapan Pengendalian Bahaya

Keselamatan tempat kerja Pengendalian dari sumber		Waktu penerapan pengendalian		
		Pendek	Sedang	Lama
	Eliminasi/ subtitusi			
	Pengendalian teknik			
	Administratif			
	APD			
	Keselamatan manusia			

Penyediaan APD dapat dengan segera dilaksanakan sedangkan eliminasi atau perbaikan rancangan akan memerlukan waktu yang lebih lama namun dengan dampak pengendalian yang lebih besar. Penggunaan APD lebih difokuskan untuk keselamatan pekerja secara individu sedangkan eliminasi dan substitusi akan menyangkut keselamatan dan kenyamanan tempat kerja secara menyeluruh.

2.2. Latihan

Carilah sebuah industri, baik formal maupun non formal. Buat risk assessmentnya dan lihat pengendalian bahaya apa yang telah dilakukan di tempat kerja tersebut dan berikan saran terhadap bahaya-bahaya yang belum dikendalikan.

3. Penutup

3.1. Rangkuman

Pengendalian faktor-faktor lingkungan kerja sesungguhnya dimaksudkan untuk menciptakan atau memelihara lingkungan kerja agar tetap sehat dan aman serta memenuhi persyaratan kesehatan dan norma keselamatan. Metode hirarki pengendalianbahaya yaitu :

- 1) Eliminasi, menghilangkan bahaya misalnya, bahaya jatuh, bahaya ergonomi, bahaya ruang terbatas, bahaya bising, bahaya kimia.
- 2) Subtitusi, mengganti bahan, proses, operasi ataupun peralatan dari yang berbahaya menjadi lebih tidak berbahaya.
- 3) Rekayasa teknik, langkah memodifikasi bahaya, baik memodifikasi lingkungan kerja, ataupun memodifikasi alat-alat kerja
- 4) Administrasi, mengatur interaksi antara si pekerja dengan alat-alat atau lingkungan kerja, contohnya mengatur sift kerja, memberikan pelatihan kepada pekerja dan sebagainya.
- 5) APD (Alat Pelindung Diri).

3.2. Test Formatif

1. Upaya pencegahan lebih baik daripada upaya pengobatan terhadap kecelakaan atau akibat kerja, sebagai alternative terakhir dari pencegahan itu adalah:
 - a. Ventilasi
 - b. APD (Alat Pelindung Diri)
 - c. Eliminasi
 - d. Pengendalian administratif
2. Yang termasuk sistem proteksi kebakaran pasif antara lain:
 - a. Detektor
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Sarana Evakuasi
 - d. Hydran

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta kembali untuk menjelaskan kembali tentang teknik pengendalian bahaya di tempat kerja, dan pemilihan teknik pengendalian bahaya/risiko serta contoh kasus di tempat kerja.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke Pokok Bahasan II, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi I 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. B APD (alat pelindung diri)
2. A Detector

Daftar Pustaka

- Harrianto, Ridwan.2010. Buku ajar Kesehatan Kerja.
Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta
- Ramli, Soehatman. 2010. Pedoman Praktis Manajemen
Risiko dalam Perspektif K3. Dian rakyat.
Jakarta.
- Soedirman. 2012. Higiene Perusahaan. El Musa Press.
Bogor

Senarai

Local Exhaust ventilation adalah sistem pengendalian teknik untuk mengurangi eksposur terhadap kontaminan udara seperti debu, kabut, asap, uap atau gas di tempat kerja. Sederhananya adalah sesuatu alat yang menyedot kontaminan udara dari tempat kerja.

MSDS (*material safety data sheet*) adalah kertas memuat informasi mengenai sifat-sifat zat kimia, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan zat kimia, pertolongan apabila terjadi kecelakaan, penanganan zat yang berbahaya.

Pengamanan pasif adalah peralatan pengamanan yang tidak memerlukan aksi untuk menggerakannya. Misalnya bahan tahan api pada tangki timbun atau kabel listrik.

Pengamanan aktif adalah peralatan pengamanan yang memerlukan aksi atau harus digerakkan secara aktif baik manual maupun otomatis, misalnya *emergency shutdown system, fire fighting*.

II. Alat Pelindung Diri (APD)

1. Pendahuluan

1.1. Deskripsi Singkat

Pokok bahasan ini menjelaskan tentang konsep dasar, pengertian, unsur-unsur, perundangan, dan macam-macam alat pelindung diri.

1.2. Relevansi

Dengan mengerti dan menjelaskan konsep dasar, pengertian, unsur-unsur, perundangan, dan macam-macam alat pelindung diri maka mahasiswa akan dapat menjelaskan konsep dasar, pengertian, unsur-unsur, perundangan, dan macam-macam alat pelindung diri.

1.3. Capaian Pembelajaran

1.3.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Pada akhir penyampaian materi ini mahasiswa diharapkan mampu menguraikan dan menjelaskan kembali tentang konsep dasar alat pelindung diri.

1.3.2. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

.Setelah diberikan materi pembelajaran pokok bahasan I ini mahasiswa semester V akan dapat :

- a. Menjelaskan definisi APD.
- b. Menjelaskan unsur-unsur APD.
- c. Menjelaskan perundang-undangan terkait penggunaan APD.
- d. Menjelaskan macam-macam APD.

2. Penyajian

2.1 Uraian

2.1.1 Definisi APD

APD adalah kelengkapan wajib yang digunakan saat bekerja sesuai bahaya dan resiko kerja serta SOP dari perusahaan yang diterapkan untuk menjaga keselamatan dan kesehatan individu pekerja dan orang sekitarnya. Syarat APD adalah nyaman dipakai, dan tidak mengganggu pelaksanaan kerja oleh pekerja dan memberikan perlindungan efektif terhadap macam bahaya yang dihadapi. Peraturan penggunaan APD dibuat oleh pemerintah sebagai pelaku pelaksanaan

ketentuan undang-undang tentang keselamatan kerja. Perusahaan wajib menyediakan APD di tempat kerja untuk seluruh pekerja sesuai standar yang berlaku, serta mengumumkan dan memasang peraturan mengenai kewajiban penggunaan APD di tempat kerja.

Unsur-unsur APD yaitu:

- a) Pekerja/buruh : setiap orang yang bekerja dengan menerima upah atau imbalan lain.
- b) Pengusaha : orang perseorangan, persekutuan, atau badan hukum.
- c) Tempat kerja : tiap ruangan atau lapangan tertutup atau terbuka, bergerak atau tetap, dimana tenaga kerja bekerja atau yang sering dimasuki tenaga kerja untuk keperluan suatu usaha dan dimana terdapat sumber-sumber bahaya, termasuk ruangan, lapangan, halaman, dan sekelilingnya yang merupakan bagian atau berhubungan dengan tempat kerja.

2.1.3 Ketentuan tentang APD

Ketentuan mengenai alat pelindung diri diatur oleh:

- a) peraturan pelaksanaan UU No 1 Tahun 1970 yaitu Instruksi Menteri Tenaga Kerja No. Ins. 2/M/BW/BK/1984 tentang Pengesahan Alat Pelindung Diri.
- b) Instruksi Menteri Tenaga Kerja No. Ins.05/M/BW/97 tentang Pengawasan APD
- c) Surat Edaran Dirjen Binawas No. SE 05/BW/97 tentang Penggunaan Alat Pelindung Diri
- d) Surat Edaran Dirjen Binawas No. SE 06/BW/97 tentang Pendaftaran Alat Pelindung Diri.

2.1.4 Macam-macam APD

a) Pakaian pelindung

Bentuk pakaian pelindung antara lain:

- 1) Apron menutupi sebagian tubuh yaitu mulai dari dada sampai lutut. Apron terbuat dari kain dril, kulit, plastic/PVC/*polyethylene*, karet, asbes, atau kain yang dilapisi aluminium.
- 2) *Overalls* yang menutupi seluruh bagian tubuh.

b) Pelindung kepala

Menurut bentuknya dapat dibedakan menjadi:

- 1) Topi pengaman (*safety helmet*) berfungsi untuk melindungi kepala dari benturan, kejatuhan, pukulan benda-benda keras atau tajam. Topi pengaman harus tahan terhadap pukulan atau benturan, perubahan cuaca, bahan kimia, terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, tidak menghantarkan listrik, ringan, dan mudah dibersihkan. Bagian dalam dari topi pengaman terdapat anyaman penyangga (*hammock/cradle*) yang berfungsi untuk menyerap keringat dan sirkulasi udara. Topi pengaman pada pekerja tambang dilengkapi lampu di bagian depan.
- 2) *Hood*, berfungsi untuk melindungi kepala dari bahaya-bahaya bahan kimia, api, dan panas radiasi yang tinggi. Hood terbuat dari bahan yang tidak mempunyai celah atau lubang dan biasanya terbuat dari bahan asbes, kulit, wool, katun yang dicampur aluminium dan lain-lain.
- 3) *Hair cap* (tutup kepala), berfungsi untuk melindungi kepala dari debu dan melindungi

rambut dari bahaya terjerat saat bekerja di ruanga dengan mesin-mesin yang berputar. Bahan tutup kepala ini biasanya terbuat dari katun atau bahan lain yang mudah dicuci.

c) Pelindung mata

Pelindung mata berfungsi untuk melindungi mata dari percikan korosif, radiasi gelombang elektromagnetik, dan benturan/pukulan benda keras atau tajam, serta mencegah masuknya debu-debu ke dalam mata dan mencegah iritasi mata akibat pemaparan gas atau uap.

Alat pelindung mata terdiri atas kacamata(*spectacles*) dengan atau tanpa pelindung samping (*side shield*), *googles (cup type/box type)* dan tameng muka (*face shield*). Lensa dari kacamata pengaman/*googles* dapat dibuat dari berbagai macam bahan misalnya plastik (*polycarbonate, cellulose acetate, polycarbonate vinyl*) yang transparan atau kaca. *Polycarbonate* merupakan jenis plastik yang mempunyai daya tahan paling besar terhadap benturan/pukulan.

Pelindung mata dari radiasi elektromagnetik yang tidak mengion (infra merah, ultra ungu) lemsa dari kacamata pengaman/*googles* dilapisi dengan oksida dari kobal dan diberi warna biru atau hijau untuk mengurangi kesilauan. Untuk melindungi mata dari radiasi elektromagnetik yang mengion (sinar X) dapat dipakai kacamata pengaman dimana lensa dari kacamata tersebut dilapisi oleh timah hitam (Pb).

d) Pelindung telinga

Terdapat 2 jenis pelindung telinga yaitu:

1) *ear plug* (sumbat telinga)

Ear plug harus dapat menahan frekuensi tertentu saja sehingga frekuensi pembicaraan tidak terganggu. Sumbat telinga dapat dibuat dari kapas, *wax*, plastic, karet alami, dan sintetik. Sumbat telinga dapat dibedakan menurut cara pemakaiannya:

- a. *Semi insert type ear plug*, hanya menyumbat liang telinga luar.
- b. *Insert type ear plug*, menutupi seluruh bagian dari saluran telinga.

2) *ear muff* (tutup telinga)

Pelindung telinga ini terdiri dari 2 buah tutup telinga dan sebuah *headband*. Isi dari tutup telinga dapat berupa cairan atau busa yang berfungsi untuk menyerap suara dengan frekuensi tinggi. Peredam tutup telinga lebih besar daripada sumbat telinga.

e) Pelindung pernapasan

Respirator dibedakan menjadi:

1) respirator pemurni udara (*Air Purifying Respirator*)

a. chemical respirator (cartridge dan canister)

Respirator berfungsi membersihkan udara dengan cara penyerapan atau absorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses dimana kontaminan melekat pada permukaan zat padat (adsorben), sedangkan absorbsi adalah suatu proses dimana gas-gas atau uap-uap mengadakan penetrasi ke struktur bagian dalam dari suatu zat (absorber). Respirator ini tidak boleh digunakan di tempat kerja yang terdapat gas-gas atau uap-uap yang ekstrem, atau kekurangan oksigen.

b. mechanical filter respirator

Rspirator berfilter ini digunakan untuk melindungi pernapasan dari paparan aerosol zat padat dan aerosol zat cair melalui proses filtrasi. Fungsi dari filter ini tergantung pada ukuran dan jenis filter. Semakin kecil diameter dari pori-pori filter semakin besar tahanan terhadap aliran udara.

c. kombinasi chemical dan filter respirator

Respirator ini digunakan pada penyemprotan pestisida dan pengecatan atau tempat lain dengan bahan kimia beracun lainnya. Respirator ini relatif lebih berat dari filter atau cartridge respirator dikarenakan respirator ini dilengkapi dengan filter dan adsorben.

2) respirator penyedia udara (*breathing apparatus*)

Respirator ini melindungi pemakainya dari bahan kimia yang sangat toksik atau bahan kimia pengikat oksigen dengan cara respirator menyuplai oksigen atau udara kepada pemakainya melalui silinder, tangki atau kompresor yang dilengkapi dengan alat pengatur tekanan. Respirator ini dibedakan menjadi:

a. *Air line respirator*

Respirator ini terdiri dari *full-half facepiece* (*head covering helmet*), saluran udara (*air line*), dan silinder atau kompresor udara yang dilengkapi dengan alat pengatur tekanan. Respirator ini dibedakan menjadi 2 macam yaitu *continuous flow type* dan *demand type*.

Pada *demand type air line respirator*, suplai udara ke dalam *facepiece* hanya terjadi pada saat pemakaiannya menarik napas sehingga tekanan di dalam *facepiece* menjadi negatif. Respirator dilengkapi dengan suatu klep pengatur aliran udara yang terdapat diantara *facepiece* dan kompresor udara. Banyaknya udara yang mengalir ke dalam *facepiece* minimum 115 liter per menit dan panjang pipa udara maksimum 300 feet (91,5 meter) serta inlet pressure maksimum yang diperkenankan adalah 124 psig.

Pada *continuous type air line respirator* udara akan mengalir ke dalam *facepiece* secara teratur dan terus menerus. Maka banyaknya udara yang

mengalir ke dalam *helmet* atau *hood* paling sedikit 170 liter per menit.

b. Air hose respirator/hose mask

Cara kerja respirator ini mirip dengan *air line respirator*. Bedanya adalah terletak pada diameter pipa udara yang digunakan. Pada *hose mask*, diameter dari hose cukup besar sehingga pengguna masih dapat menghirup udara bersih meskipun blower dari respirator tidak berfungsi. *Hose mask* yang dilengkapi dengan blower dapat menyuplai udara kepada pemakainya sebanyak 140 liter/menit.

c. Self-contained breathing apparatus (SCBA)

Digunakan di tempat-tempat kerja dimana terdapat zat-zat kimia yang sangat toksik atau defisiensi oksigen. SCBA dapat dibedakan menjadi:

1. Open circuit SCBA

Breathing apparatus terdiri dari silinder udara oksigen bertekanan (compressed air cylinder), pipa udara (air line) dan full facepiece. Breathing apparatus tipe ini dapat

menyuplai udara bersih selama 5 sampai 30 menit dan hal ini tergantung dari ukuran silinder yang digunakan.

SCBA yang digunakan untuk menyelamatkan diri (emergency escape) hanya dapat menyuplai udara kepada pemakaiannya selama 5 sampai 15 menit. Faktor yang dapat mempengaruhi lamanya pemakaian silinder udara adalah aktifitas fisik dan stress yang sering dialami oleh pemakaiannya.

2. *Closed circuit SCBA*

Tipe ini udara ekspirasi tidak dikeluarkan ke udara atmosfer melainkan digunakan kembali setelah CO₂ dari udara pernapasan diadsorpsi oleh suatu zat kimia (granular solid adsorbent) yang terdapat breathing apparatus ini. Service life dari closed circuit SCBA dapat mencapai sampai 4 jam. Silinder udara harus diisi kembali dan adsorben perlu diganti setelah setiap kali pemakaian.

3. *Demand type self-contained breathing apparatus*

Breathing apparatus ini terdiri dari sebuah silinder udara bertekanan tinggi, sebuah alat pengatur aliran udara (*demand regulator*) yang dihubungkan dengan silinder secara langsung atau tidak langsung (melalui sebuah tabung bertekanan tinggi, facepiece dan sebuah tabung yang dilengkapi dengan klep).

Pada *demand type breathing apparatus* suplai udara kepada pemakaiannya menarik napas dan udara ekspirasi akan dikeluarkan ke udara atmosfer melalui klep ekshalasi yang terdapat pada facepiece.

f) pelindung tangan

Berdasarkan bentuknya sarung tangan dibedakan menjadi:

- 1) sarung tangan biasa (gloves)
- 2) sarung tangan yang dilapisi logam (gounlets)
- 3) sarung tangan yang keempat jari pemakaiannya dibungkus jadi satu kecuali ibu jari (mitts mittens).

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan alat pelindung tangan adalah:

- 1) bahaya yang mungkin terjadi apakah berbetuk bahan-bahan kimia korosif, benda-benda panas, panas, dingin, tajam atau kasar.
- 2) Daya tahan terhadap bahankimia.
- 3) Kepekaan yang diperlukan dalam melakukan pekerjaan.
- 4) Bagian tangan yang harus dilindungi.

g) Pelindung kaki

Safety shoes berfungsi untuk melindungi kaki dari bahaya kejatuhan benda-benda berat, terpercik bahan kimia korosif, dan tertusuk benda tajam. Menurut jenis pekerjaan yang dilakukan safety shoes dibedakan menjadi:

- 1) Sepatu pengaman yang digunakan untuk pengecoran baja terbuat dari bahan kulit yang dilapisi logam krom atau asbes.
- 2) Sepatu khusus yang digunakan untuk bahaya peledakan. Sepatu ini tidak boleh ada paku yang dapat menimbulkan percikan bunga api.

- 3) Sepatu karet anti elektrostatis, untuk melindungi pekerja dari bahaya listrik.
 - 4) Sepatu pengaman untuk pekerja bangunan. Sepatu ini ujungnya dilapisi baja untuk melindungi jari kaki.
- h) Tali dan sabuk pengaman

Tali dan sabuk pengaman digunakan untuk menolong kecelakaan. Sabuk pengaman juga digunakan pada pekerjaan mendaki dan memanjat konstruksi bangunan.

2.1.4 Perawatan APD

Alat pelindung diri harus mendapatkan perawatan secara teratur. Artinya, semua APD tersebut harus dipelihara agar tahan lama karena akan digunakan secara terus menerus selama bekerja atau selama berada di lingkungan kerja. Hal ini perlu dilakukan agar menjaga kesehatan pemakai berikutnya dari kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi yang disebabkan oleh pengguna terdahulu. Bahkan APD yang sifatnya individual pun perlu dirawat dan dijaga kebersihannya. Penyimpanan yang baik dan teratur juga merupakan tindakan pemeliharaan yang harus ditaati dengan

disiplin. Tempat penyimpanan harus memadai dan tertutup rapat.

Tabel F.4 Panduan Cara Pemeliharaan ALat Pelindung Diri

No.	Jenis APD	Cara Pembersihan	Cara Penyimpanan
1.	Full Body Harness	Untuk pemakaian rutin lakukan pencucian minimal seminggu sekali. Pencucian menggunakan air, tidak boleh disikat dan terkena sabun asam/basa.	Disimpan pada tempat yang berventilasi dang terhindar sinar matahari langsung atau panas di atas 40°C.
2.	Hard Hat	Untuk pemakaian rutin, lakukan pencucian minimal seminggu sekali. Pencucian bisa menggunakan air sabun.	Disimpan di tempat penyimpanan tertutup dalam keadaan tertelungkup.

3.	Safety back support belt	Pencucian secara manual (tidak menggunakan mesin), tidak menggunakan panas langsung dan tidak menggunakan pemutih.	Simpan pada tempat penyimpanan tertutup.
4.	Respirator	Bersihkan permukaan masker dari debu menggunakan cara menyeka menggunakan tissue atau kain. Boleh menggunakan semprotan angin yang lemah pada permukaannya tetapi tidak boleh disemprotkan langsung. Jangan dicuci dengan air.	Disimpan pada tempat yang kering, bersih dan tidak terkontaminasi, hindarkan dari debu dan sinar matahari langsung. Pisahkan respirator dari filternya.

5.	Masker	Tidak boleh dibersihkan menggunakan solven dan minyak, boleh menggunakan sabun, suhu air tidak boleh melebihi 49°C. Boleh menggunakan sodium hippocloride.	Disimpan pada lokasi yang kering, bersih dan tidak terkontaminasi. Hindarkan dari debu dan sinar matahari langsung. Sediakan plastik klip.
6.	Safety spectacles /goggles & faceshield	Dilap dengan kain lembut, bila permukaan buram dapat dibasuh dengan menggunakan air dan bila perlu tambahkan sabun lunak.	Hindarkan dari benturan dan gesekan dengan benda yang keras.
7.	Ear plug	Cuci menggunakan sabun lunak, lebih baik bila menggunakan air	Masukan ear plug ke dalam wadah. Simpan

		hangat. Hindarkan pembersihan dengan menggunakan alkohol dan solven. Keringkan pada udara kamar.	di tempat yang sejuk dan kering. Hindarkan terkena sinar matahari langsung dan tempat yang lembab.
8.	Safety shoes	Lakukan pembersihan dengan menggunakan sikat sepatu atau lap kain basah/ kering. Penggunaan deterjen bisa merusak kulit dari sepatu.	Simpan di tempat yang sejuk dan kering dengan sirkulasi udara yang cukup. Hindarkan tempat yang lembab dan terkena sinar matahari langsung.

9.	Sarung tangan	<p>Sarung tangan kain bisa dicuci dengan air dan deterjen, pengeringan pada suhu kamar dan sinar matahari langsung.</p> <p>Sarung tangan karet bisa dicuci dengan air dan deterjen, pengeringan pada suhu kamar.</p> <p>Sarung tangan kulit lap dengan kain lap basah, pengeringan pada suhu kamar.</p>	Simpan di tempat kering dan bersih/
----	---------------	---	-------------------------------------

Sumber: Panduan Praktis Keselamatan&Kesehatan Kerja untuk Industri, 2015.

2.2. Latihan

Berkelompok 4-5 orang. Lakukan identifikasi APD yang telah digunakan pada seluruh proses produksi pada sebuah industri. Deskripsikan tentang penggunaan APD, kelebihan kekurangan dan saran.

3. Penutup

3.1. Rangkuman

APD adalah kelengkapan yang wajib digunakan saat bekerja sesuai bahaya dan resiko kerja untuk menjaga keselamatan individu pekerja dan orang sekitarnya. Ketentuan mengenai alat pelindung diri diatur oleh UU No 1 Tahun 1970, Instruksi Menteri Tenaga Kerja No. Ins. 2/M/BW/BK/1984 tentang Pengesahan Alat Pelindung Diri, dan Instruksi Menteri Tenaga Kerja No. Ins.05/M/BW/97 tentang Pengawasan Alat Pelindung Diri. Macam alat pelindung diri Macam alat pelindung diri berupa pakaian pelindung, pelindung kepala, pelindung mata, pelindung telinga, pelindung saluran pernapasan, pelindung tangan, pelindung kaki serta tali dan sabuk pengaman. Alat pelindung diri harus mendapatkan perawatan secara teratur. Artinya, semua

APD tersebut harus dipelihara agar tahan lama karena akan digunakan secara terus menerus selama bekerja atau selama berada di lingkungan kerja. Hal ini perlu dilakukan agar menjaga kesehatan pemakai berikutnya dari kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi yang disebabkan oleh pengguna terdahulu. Bahkan APD yang sifatnya individual pun perlu dirawat dan dijaga kebersihannya.

3.2. Test Formatif

1. APD (Alat Pelindung Diri) sebagai sarana perlindungan harus memenuhi syarat-syarat antara lain:
 - a. Mampu memberikan perlindungan efektif
 - b. Model yang tepat dan baik
 - c. Harga murah dan kuat
 - d. Meningkatkan rasa percaya diri pemakai
2. Siapa yang bertanggung jawab menyediakan APD di tempat kerja?
3. APD yang saya (pekerja) gunakan sudah rusak atau tidak memenuhi persyaratan, apa yang harus saya lakukan?

3.3. Umpan Balik

Mahasiswa diminta kembali untuk menjelaskan kembali tentang macam-macam APD serta fungsinya.

3.4. Tindak Lanjut

Untuk dapat melanjutkan ke materi lain, mahasiswa harus mampu menjawab semua pertanyaan dalam Tes Formatif di Materi I 100%.

3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. A Mampu memberikan perlindungan efektif
2. Baik *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) maupun peraturan pemerintah Indonesia tentang K3, mewajibkan setiap pengusaha/ pemilik perusahaan untuk menyediakan APD secara cuma-cuma bagi pekerja. PERMENAKERTRANS NOMOR PER.08/MEN/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri (APD), Pasal 2:
 - (1) Pengusaha wajib menyediakan APD bagi pekerja/buruh di tempat kerja.

- (2) APD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) atau standar yang berlaku.
- (3) APD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib diberikan oleh pengusaha secara cuma-cuma.
3. Jika APD atau komponen APD yang digunakan mengalami kerusakan, aus, sudah kedaluwarsa, tidak nyaman digunakan atau tidak memenuhi persyaratan, segera beri tahu atasan Anda, guna menemukan solusi perlindungan lain atau model APD yang berbeda. Anda juga harus berkonsultasi masalah ketidakmampuan menggunakan APD dengan atasan Anda.

PERMENAKERTRANS

PER.08/MEN/VII/2010, Pasal 6 ayat (2):

Pekerja/buruh berhak menyatakan keberatan untuk melakukan pekerjaan apabila APD yang disediakan tidak memenuhi ketentuan dan persyaratan.

Daftar Pustaka

- Buntarto. 2015. Panduan Praktis K3 untuk Industri. Pustaka Baru Press. Jogjakarta.

Senarai

PVC atau polivinil klorida adalah polimer termoplastik yang tersusun atas monomer vinil klorida bersifat lebih tahan api dan lebih kuat daripada polietena

Coverall pakaian yang terbuat dari bahan khusus untuk melindungi pengguna dari aktivitas yang berbahaya. Biasanya juga di design khusus dengan kesesuaian perusahaan sehingga bisa menjadi ciri khas.

Bahan korosif adalah bahan yang memiliki sifat subtansi yang dapat menyebabkan benda lain hancur atau memperoleh dampak negatif. Contoh bahan kimia yang bersifat korosif antara lain asam sulfat, asam asetat, asam klorida dan lain-lain.

Radiasi gelombang elektromagnetik adalah kombinasi medan listrik dan medan magnet yang beresilasi dan merambat melewati ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain tanpa membutuhkan media rambat. Cahaya tampak adalah salah satu bentuk radiasi elektromagnetik.

BIOGRAFI PENULIS



Dr. Yuliani Setyaningsih, SKM, MKes adalah staf pengajar di bagian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro. Lahir di Semarang pada tanggal 14 Juli 1971 sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Gelar S1 Kesehatan Masyarakat diperoleh dari Fakultas kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro pada tahun 1994, S2 dari Ilmu Kesehatan Kerja Universitas Gadjah mada tahun 2002 dan tahun 2016 memperoleh gelar doktor (S3) dari Program Doktor Ilmu Kedokteran dan Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada dengan minat keselamatan dan Kesehatan kerja

Diterima menjadi dosen Undip pada tahun 1995. Selain mengajar mata kuliah Higiene Lingkungan Industri, penulis juga mengampu beberapa mata kuliah baik di program studi S1 Kesehatan Masyarakat maupun di konsentrasi Promosi K3 Magister Promosi Kesehatan UNDIP. Selain itu penulis juga aktif melakukan penelitian dan pengabdian di bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

Penulis pernah menjabat sebagai Sekretaris bagian K3 FKM UNDIP tahun 2004-2008, Ketua Bagian K3 tahun 2008- 2012 dan saat ini menjabat sebagai Ketua Prodi Magister Promosi Kesehatan FKM UNDIP sejak tahun 2017 sampai 2021.