

KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN INDUSTRI

Mustafa, Budi Sulistiyo Nugroho, Fathan Mubina Dewadi, Dimas Akmarul Putera,
Aulia Agung Dermawan, Rizky Maharja, Herlina Susanto Sunuh, Saharuddin,
Andi Mifta Farid Panggeleng, Selfina Gala, Indro Subagyo,
Hasanudin, Dedi Mahyudin Syam



ISBN 978-623-198-256-8



9 786231 982568

KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN INDUSTRI

**Mustafa
Budi Sulistiyo Nugroho
Fathan Mubina Dewadi
Dimas Akmarul Putera
Aulia Agung Dermawan
Rizky Maharja
Herlina Susanto Sunuh
Saharuddin
Andi Mifta Farid Panggeleng
Selfina Gala
Indro Subagyo
Hasanudin
Dedi Mahyudin Syam**



PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN INDUSTRI

Penulis :

Mustafa

Budi Sulistiyo Nugroho

Fathan Mubina Dewadi

Dimas Akmarul Putera

Aulia Agung Dermawan

Rizky Maharja

Herlina Susanto Sunuh

Saharuddin

Andi Mifta Farid Panggeleng

Selfina Gala

Indro Subagyo

Hasanudin

Dedi Mahyudin Syam

ISBN : 978-623-198-256-8

Editor : Mila Sari., S.ST., M.Si

Penyunting : Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001

Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tengah

Padang Sumatera Barat

Website : www.globaleksekutifteknologi.co.id

Email : globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan pertama, Mei 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Keselamatan Kerja Dan Lingkungan Industri ini.

Buku Ini Membahas Pengelolaan bahaya di lingkungan kerja, Kecelakaan kerja dan produktivitas kerja, Statistik dan investigasi kecelakaan kerja, Behavior based safety, Risiko kebakaran di tempat kerja, Manajemen risiko di tempat kerja, Kebisingan di tempat kerja, Penerangan dan iklim kerja, Getaran dan radiasi di tempat kerja, Bahaya kimia di tempat kerja, Bahaya biologi di tempat kerja, Ventilasi di tempat kerja, Pengendalian vektor penyakit di tempat kerja.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Mei 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENGELOLAAN BAHAYA DI	
LINGKUNGAN KERJA.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Antisipasi Potensi Bahaya Di Tempat Kerja	3
1.3 Pengenalan Bahaya di Lingkungan Kerja	4
1.4 Evaluasi Bahaya di Lingkungan Kerja.....	5
1.5 Pengendalian Bahaya di Lingkungan Kerja	7
1.5.1 Eliminasi	8
1.5.2 Substitusi	9
1.5.3 Perancangan /Kontrol Teknik.....	9
1.5.4 Administrasi	11
1.5.5 Alat Pelindung Diri (APD).....	12
DAFTAR PUSTAKA.....	14
BAB 2 KECELAKAAN KERJA DAN PRODUKTIVITAS	
KERJA	17
DAFTAR PUSTAKA.....	36
BAB 3 STATISTIK DAN INVESTIGASI KECELAKAAN	
KERJA	39
3.1 Pendahuluan.....	39
3.2 Kecelakaan Kerja.....	40
3.3 Invesitigasi Kecelakaan Kerja	45
3.4 Soal-Soal Latihan.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
BAB 4 BEHAVIOUR BASED SAFETY.....	
4.1 Pendahuluan.....	53
4.2 Sejarah <i>Behaviour Based Safety</i>	55
4.3 <i>Behaviour Based Safety</i> (BBS)	56

4.3.1 Bahaya (<i>Hazard</i>) dan Resiko (<i>Risk</i>).....	59
4.3.2 Peran Kepemimpinan Dalam Perilaku Keselamatan.....	60
4.4 Kesimpulan.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	65
BAB 5 RISIKO KEBAKARAN DI TEMPAT KERJA	69
5.1 Pendahuluan.....	69
5.2 Penilaian Risiko.....	70
5.2.1 Penilaian Risiko dan Risiko Kebakaran.....	72
5.2.2 Apa itu Penilaian Risiko Kebakaran?	73
5.3 Efek Api Terhadap Manusia.....	75
5.3.1 Panik	75
5.3.2 Strategi Kebakaran dan pelatihan	76
DAFTAR PUSTAKA.....	79
BAB 6 MANAJEMEN RISIKO DI TEMPAT KERJA.....	81
6.1 Konsep Dasar Manajemen Risiko di Tempat Kerja.....	81
6.2 Proses Manajemen Risiko di Tempat Kerja.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	102
BAB 7 KEBISINGAN DI TEMPAT KERJA.....	103
7.1 Pendahuluan.....	103
7.2 Jenis Jenis kebisingan	104
7.3 Sumber Bising.....	104
7.4 Gangguan Kesehatan Akibat Bising.....	105
7.5 Gejala Gangguan Pendengaran akibat Bising	107
7.6 Pengaruh Kebisingan Terhadap Tenaga Kerja dan Produktifitas	108
7.7 Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Gangguan Pendengaran.....	109
7.8 Nilai Ambang Batas Kebisingan.....	109
7.9 Pengukuran Kebisingan.....	111
7.10 Pengendalian Kebisingan.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....	117

BAB 8 PENERANGAN DAN IKLIM KERJA.....	119
8.1 Penerangan	119
8.2 Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung	131
8.3 Pengukuran Intensitas Penerangan Di Tempat Kerja	134
DAFTAR PUSTAKA.....	145
BAB 9 GETARAN DAN RADIASI DI TEMPAT KERJA.....	147
9.1 Getaran	147
9.1.1 <i>Whole-Body Vibration</i>	149
9.1.2 <i>Hand Arm Vibration</i>	153
9.1.3 Nilai Ambang Batas Getaran	155
9.1.4 Alat Ukur Getaran.....	156
9.1.4 Pengendalian Getaran.....	156
9.2 Radiasi	158
9.2.1 Radiasi Alam.....	166
9.2.2 Radiasi Buatan	167
9.2.3 Alat Ukur Radiasi.....	167
9.2.4 Pengendalian Radiasi.....	168
DAFTAR PUSTAKA.....	169
BAB 10 BAHAYA BAHAN KIMIA DI TEMPAT KERJA.....	175
10.1 Gambaran Umum.....	175
10.1.1 Kebakaran dan ledakan	176
10.1.2 Reaksi kimia	176
10.2 Definisi Bahan Kimia Berbahaya	177
10.3 Mengontrol Bahaya di Tempat Kerja	180
10.4 Rute Paparan Bahan Kimia	183
10.4.1 Melalui paru-paru	184
10.4.2 Melalui kulit.....	185
10.4.3 Melalui sistem pencernaan.....	187
10.5 Menyimpan Bahan Kimia Berbahaya dengan Aman	188
DAFTAR PUSTAKA.....	192
BAB 11 BAHAYA BIOLOGI DI TEMPAT KERJA.....	193
11.1 Pendahuluan.....	193

11.2 Jamur	193
11.3 Bakteri	197
11.4 Virus	206
11.5 Hewan	207
11.6 Tumbuhan.....	211
DAFTAR PUSTAKA.....	213
BAB 12 VENTILASI DI TEMPAT KERJA.....	215
12.1 Pendahuluan.....	215
12.2 Ventilasi	216
12.3 Persyaratan teknis ventilasi dan jendela	218
12.4 Secara umum kita mengenal beberapa bentuk ventilasi	219
12.5 Untuk memperoleh ventilasi yang baik dapat dilaksanakan dengan cara	221
12.6 Tujuan penggunaan ventilasi.....	222
12.7 Cara untuk mengendalikan kontaminan meliputi.....	222
12.8 Sistem ventilasi industri terdiri dari banyak bagian	223
12.9 Sistem Ventilasi Umum atau Pengenceran	223
12.10 Fitur Utama dari Ventilasi Umum	223
12.11 Perbandingan Sistem Ventilasi	224
12.12 AIOH (2007) memiliki pendekatan dan rekomendasinya untuk penggunaan sistem ventilasi umum yang efektif digunakan adalah ketika.....	225
12.13 Keterbatasan Sistem Ventilasi Umum.	226
12.14 Ventilasi dan Tingkat Perubahan Udara.....	227
12.15 Ventilasi Dilusi	229
12.16 Ventilasi Lokal.....	230
12.17 Exhaust Ventilation/Ventilasi Pengeluaran Setempat.....	232
12.18 Karakteristik Kontaminan	233
12.19 LEV dibutuhkan saat:.....	234
12.20 Sistem LEV sangat efektif, karena:	234
12.21 Ventilasi dilingkungan pabrik dan gedung	234

DAFTAR PESTAKA.....	236
BAB 13 PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT DI	
TEMPAT KERJA.....	237
13.1 Pendahuluan.....	237
13.1.1 Pengendalian Cara Kimiawi	238
13.1.2 Pengendalian Cara Fisika-Mekanik.....	239
13.1.3 Pengendalian Cara Fisiologi	239
13.1.4 Pengendalian Cara Biologi	240
13.1.5 Pengendalian Cara Pengelolaan Lingkungan	240
13.2 Pengendalian Vektor Nyamuk	241
13.2.1 Pengendalian Non Kimiawi	243
13.2.2 Pengendalian Kimiawi.....	244
13.3 Pengendalian Vektor Lalat.....	248
13.3.1 Pengendalian Non Kimiawi	248
13.3.2 Pengendalian Kimiawi.....	250
13.4 Pengendalian Tikus di Pelabuhan.....	252
13.4.1 Pengertian Fumigasi.....	252
13.4.2 Fumigasi Kapal.....	253
13.4.3 Pelaksanaan Pemberantasan Tikus Di Kapal.....	254
DAFTAR PUSTAKA.....	258
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Hirarki Pengendalian Riziko	8
Gambar 2.1. Hubungan Keselamatan Kerja – Produktivitas Kerja	21
Gambar 2.2. Keselamatan Kerja dalam Produktivitas Kerja.....	24
Gambar 3.1. Grafik Kecelakaan Kerja.....	39
Gambar 3.2. Rambu Keselamatan Kerja.....	44
Gambar 4.1. Area Penelitian <i>behavior based safety</i>	54
Gambar 4.2. Model Keselatan Kerja.....	62
Gambar 5.1. Kebakaran di tempat Kerja.....	69
Gambar 6.1. Proses Manajemen Risiko	84
Gambar 6.2. Proses Manajemen Risiko	85
Gambar 6.3. Hierarki Pengendalian Risiko.....	99
Gambar 8.1. Intensitas Penerangan.....	132
Gambar 10.1. Jenis bahaya kimia	179
Gambar 10.2. Diagram paru-paru.....	184
Gambar 10.3. Diagram kulit	186
Gambar 10.4. <i>Flammable Liquid Storage</i> <i>Cabinet-160L</i>	188
Gambar 10.5. <i>Polyethylene Corrosive Substance</i> <i>Storage</i>	189
Gambar 10.6. <i>Polyethylene Corrosive Substance Storage</i> <i>Cabinet – 100L</i>	190
Gambar 10.7. <i>Outdoor Miniseries</i>	191
Gambar 10.8. <i>Gas Cylinder Storage Cage</i>	191
Gambar 11.1. <i>escherichia coli</i>	200
Gambar 11.2. <i>Klebsiella ozaenae</i>	200
Gambar 11.3. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	201

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Indikasi Bahaya Kecelakaan Kerja	40
Tabel 4.1. Karakteristik dan Indikator Budaya Keselamatan	61
Tabel 6.1. Contoh rencana komunikasi dan konsultasi pada suatu rangkaian aktivitas.....	87
Tabel 6.2. Ukuran kualitatif dari “ <i>Likelihood</i> ”	93
Tabel 6.3. Ukuran kualitatif dari “ <i>Concesquence</i> ”	94
Tabel 6.4. Matriks Tingkat Risiko Teknik Kualitatif.....	94
Tabel 6.5. Ukuran kuantitatif dari “ <i>Likelihood</i> ”	95
Tabel 6.6. Ukuran kuantitatif dari “ <i>Concesquence</i> ”	96
Tabel 6.7. Matriks Tingkat Risiko Teknik Kuantitatif.....	97
Tabel 7.1. Gradasi gangguan pendengaran berdasarkan kesulitan berkomunikasi.....	107
Tabel 7.2. Nilai Ambang Batas Kebisingan.....	110
Tabel 8.1. Suhu warna rata-rata, rendering, dan tingkat kecerahan yang disarankan.....	119
Tabel 8.2. Menunjukkan Iluminasi Maksimum	124
Tabel 8.3. Sistem Penerangan.....	133
Tabel 8.4. Suhu Nyaman menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknis.....	140
Tabel 9.1. Faktor yang Mempengaruhi Getaran.....	149
Tabel 9.2. NAB Getaran untuk Pemaparan Lengan dan Tangan.....	155
Tabel 9.3. NAB Getaran untuk Pemaparan Seluruh Tubuh	155
Tabel 9.4. Nilai Ambang Batas Radiasi Sinar Ultra Ungu	162
Tabel 9.5. Batas Aman Radiasi Laser	164

BAB 1

PENGELOLAAN BAHAYA DI LINGKUNGAN KERJA

Oleh Mustafa

1.1 Pendahuluan

Lingkungan kerja yang aman dan sehat tentunya dapat membantu karyawan atau pekerja dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja. Namun sebaliknya, jika lingkungan kerja tidak tertata dengan baik dan banyak faktor yang bisa merugikan para pekerja, maka akan mempengaruhi hasil kerja dan psikologis pekerja. Lingkungan kerja yang tidak aman akan menimbulkan risiko bahaya, risiko penyakit, penurunan kinerja kerja dan kerugian bagi perusahaan perusahaan atau industri.

Lingkungan kerja menurut Sukanto dan Indriyo yaitu segala sesuatu yang ada pada sekitar pekerja yang bisa mempengaruhi dalam bekerja yang meliputi pengaturan penerangan, pengaturan kebersihan tempat kerja, pengontrolan suara gaduh dan pengaturan keamanan tempat kerja (Sukanto and Indriyo, 2000). Pada prinsipnya setiap perusahaan atau industri wajib menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja (K3). Namun, bertentangan dengan kenyataan, banyak perusahaan mengabaikannya karena membutuhkan anggaran yang cukup besar. Menurut Organisasi Perburuhan Internasional (ILO), lebih dari 374 juta kecelakaan kerja terjadi setiap tahun dan hingga 2,4 juta pekerja jatuh sakit akibat bahaya di tempat kerja. Selain itu, 2,78 juta pekerja meninggal akibat kecelakaan kerja. (International Labour Organization, 2018)

Untuk menjadikan tempat kerja yang aman, sehat dan terbebas dari pencemaran lingkungan serta mengurangi atau terbebas dari kecelakaan akibat kerja dan penyakit akibat kerja serta meningkatkan produktivitas kerja. Maka, pengelolaan bahaya di lingkungan kerja perlu dilaksanakan dengan baik dan benar. Ada empat langkah yang dapat dilakukan dalam mengelola lingkungan kerja diantaranya:

1. **Antisipasi.** Antisipasi dilakukan untuk memetakan bahaya dan risiko yang akan timbul dari sarana, prasarana, instalasi, dan peralatan yang akan digunakan dan/atau sebelum dioperasikan.
2. **Pengenalan.** Pengenalan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar bahaya dan risiko yang bisa muncul atau timbul dari lingkungan kerja. Pengenalan bisa dilakukan dengan melalui survei pendahuluan (*walk-through survey*), yang sebelumnya sudah mendapatkan atau mengetahui informasi mengenai Pekerja, peralatan yang digunakan dan permesinan, bahan atau material, proses dan cara kerja, hasil di setiap proses, hasil akhir, dan limbah yang dihasilkan.
3. **Evaluasi.** Evaluasi meliputi kegiatan pengukuran dengan cara mengumpulkan, mengukur dan menganalisis sampel bahan, bahan atau faktor berbahaya di lingkungan kerja sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku. Penilaian juga mencakup kegiatan evaluasi, dimana hasil pengukuran dibandingkan dengan nilai ambang batas atau standar benda di lingkungan kerja dan dianalisis pengaruh paparannya terhadap kesehatan pekerja atau karyawan. Hasil evaluasi bertujuan untuk:
 - a. Memperkuat dugaan kemungkinan adanya zat, bahan, atau faktor yang berbahaya di lingkungan kerja;
 - b. Menetapkan karakteristik zat, bahan atau faktor yang berbahaya di lingkungan kerja;

2 *Keselamatan Kerja Dan Lingkungan Industri*

- c. Memberikan gambaran besar atau dosis, frekuensi, durasi dan luas paparan (*exposure*) dari zat, bahan atau faktor yang berbahaya di lingkungan kerja;
 - d. Memberikan gambaran tentang tingkat risiko dari paparan zat, bahan, atau faktor bahaya yang ada pada lingkungan kerja dapat diterima atau membutuhkan pengendalian.
4. **Pengendalian.** Pengendalian lingkungan kerja dilakukan berdasarkan pada hasil evaluasi kondisi lingkungan kerja dalam rangka untuk menghilangkan atau mengurangi paparan terhadap zat, bahan, faktor lingkungan kerja yang berbahaya di lingkungan kerja. Pengendalian lingkungan kerja dilakukan melalui hierarki pengendalian.

1.2 Antisipasi Potensi Bahaya Di Tempat Kerja

Meily Kurnia Widjaja mengemukakan bahwa pada proses perencanaan, di mulai dari antisipasi hazard dan risiko kesehatan yang mungkin timbul dari suatu kegiatan yang baru atau dari suatu perubahan dari yang sudah ada, baik infrastruktur, mesin, alat , prose, bahan baku, maupun materi lainnya. Keterampilan antisipasi risiko yang diakibatkan oleh pajanan suatu hazard, merupakan keterampilan yang sangat dibutuhkan dalam pencegahan timbulnya hazard dan penyakit sejak dini, karena dapat meminimalkan kerugian dengan meningkatkan kesempatan atau peluang untuk memotong mata rantai kejadian kerugian akibat terjadinya penyakit atau cedera akibat kerja (Kurniawidjaja, 2012). Menurut Soehatman (2009) dalam ,jenis-jenis bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) saat berada di tempat kerja sebagai berikut :

- 1) Bahaya fisik (*Physical Hazard*) dapat berupa radiasi, temperatur ekstrim, cuaca,pencahayaan, getaran, tekanan udara.

- 2) Bahan kimia (*Chemical Hazard*) bahaya berbentuk gas, cair, padat yang mempunyai sifat racun (*toxic*), iritasi (*irritant*), sesak napas (*asphyxia*), mudah terbakar (*flammable*), meledak (*explosive*), berkarat (*corrosive*).
- 3) Bahaya biologis (*Biological hazard*) bahaya yang dapat berasal dari mikroorganisme khususnya yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti bakteri, jamur, virus.
- 4) Bahaya ergonomik merupakan bahaya yang dapat menimbulkan gangguan pada tubuh secara fisik sebagai akibat dari ketidaksesuaian dan cara kerja yang salah
- 5) Bahaya mekanis (*Mechanical Hazard*) bahaya yang terdapat pada benda-benda yang bergerak serta dapat menimbulkan dampak luka bahkan kematian seperti terpotong, tertusuk, tersayat, tergores dan terjepit
- 6) Bahaya kelistrikan (*Electrical hazard*) merupakan bahaya yang berasal dari arus aliran listrik.
- 7) Bahaya psikologi (*Psychological Hazard Stress*) dapat berupa tekanan pekerjaan, kekerasan ditempat kerja, dan jam kerja yang panjang dan kurang teratur.

1.3 Pengenalan Bahaya di Lingkungan Kerja

Setiap profesi pasti akan memiliki resiko dalam pekerjaannya. Khususnya bagi para pekerja di industri yang memiliki resiko dan tingkat bahaya yang lebih tinggi dikarenakan selalu berkontak dengan peralatan berat, bahan-bahan kimia yang berbahaya atau lain sebagainya. Pemicu terjadinya kecelakaan kerja dibagi menjadi tiga dengan presentase masing-masing yakni kecelakaan akibat jenis pekerjaan yang tidak aman, kondisi lapangan kerja, dan kecelakaan di luar kuasa manusia.

Bahaya ditempat kerja adalah segala sesuatu yang ada di tempat kerja yang bisa melukai pekerja atau karyawan, baik secara fisik maupun mental. Bahaya merupakan potensi yang dimiliki oleh

4 Keselamatan Kerja Dan Lingkungan Industri

bahan atau material, proses atau cara dari pekerja yang dapat menimbulkan kerugian terhadap keselamatan dan kesehatan jiwa seseorang atau pekerja (Bayu Dharma, Adnyana Putera and Parami Dewi, 2017)

Pengenalan terhadap bahaya faktor-faktor yang ada dilingkungan kerja yang timbul sebagai akibat penggunaan terhadap teknologi proses produksi akan meliputi pengetahuan dan pengertian tentang berbagai jenis bahaya dan pengaruh atau akibat yang dapat ditimbulkan kepada kesehatan tenaga kerja. Dalam pengenalan lingkungan perlu diperhatikan:

- 1) Alat – alat teknis penanggulangan apa yang sudah tersedia/dipergunakan
- 2) Bentuk bahan baku yang dipergunakan dan bagaimana digunakan
- 3) Jumlah orang yang terpapar dan bekerja disetiap tahapan proses

Ada beberapa rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam pengenalan bahaya dengan menggunakan metode sistematis yang dapat dipertanggungjawabkan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik dari suatu bahaya yang secara menyeluruh, mengetahui sumber dari bahaya dan area yang berisiko dan mengetahui proses kerja yang berisiko serta mengetahui lingkup pekerja yang terpapar risiko bahaya (Mahawati, 2021).

1.4 Evaluasi Bahaya di Lingkungan Kerja

Setelah mengidentifikasi bahaya, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi dan mengendalikan bahaya dengan benar. Langkah-langkah ini mungkin sangat spesifik untuk dilakukan, jadi pastikan untuk tidak terburu-buru. Mengevaluasi risiko adalah kunci utama dalam bekerja dengan bahan, instrumentasi, dan peralatan berbahaya. Penilaian risiko sebagian akan memeriksa kemungkinan bahwa kejadian buruk akan terjadi dan konsekuensi

dari kejadian tersebut saat bekerja dengan bahan berbahaya. Pada akhirnya, ini dapat membantu untuk menentukan kontrol yang tepat yang akan diperlukan untuk menghindari kejadian buruk (The University of Vermont, 2023).

Mengevaluasi bahaya dan memutuskan tindakan pengendalian bahaya atau risiko keselamatan dan kesehatan Setelah melihat bahaya, penilaian kemudian harus memutuskan apa yang harus dilakukan terhadapnya. Undang-undang di banyak negara mewajibkan pemberi kerja untuk melakukan segala kemungkinan untuk melindungi orang dari bahaya. Ini dapat dicapai dengan membandingkan apa yang sedang dilakukan dengan praktik yang baik. Jadi pertama-tama, lihat kontrol yang sudah ada dan bagaimana pekerjaan diatur. Kemudian bandingkan dengan praktik yang baik dan lihat apakah masih ada lagi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan standar di tempat kerja(ILO, 2014).

Tujuan dari evaluasi bahaya di lingkungan kerja antara lain untuk mendukung berbagai implementasi program Kesehatan dan keselamatan kerja

berikut ini (Seto, 2013) :

1) *Engineering Surveillance*

Penilaian bahaya lingkungan kerja dapat dijadikan dasar monitor efektifitas alat-alat penanggulangan bahaya serta mengetahui kemampuan alat produksi untuk mengurangi bahaya. Dengan demikian diharapkan dapat dilakukan penyempurnaan dan perbaikan program K3 yang diperlukan.

2) *Legal Surveillance*

Penilaian bahaya lingkungan kerja dapat menjadi salah satu instrumen inspeksi kondisi lingkungan kerja dalam menilai penerapan regulasi yang berlaku terkait higiene industri atau higiene lingkungan kerja.

3) *Medical Research and Epidemiology*

Hasil penilaian bahaya lingkungan kerja dapat digunakan untuk mengetahui kadar representatif kondisi lingkungan di mana tenaga kerja melakukan pekerjaan.

1.5 Pengendalian Bahaya di Lingkungan Kerja

Program pengendalian bahaya terdiri dari semua langkah yang diperlukan untuk melindungi pekerja dari paparan zat atau sistem, pelatihan dan prosedur yang diperlukan untuk memantau paparan pekerja dan kesehatan mereka terhadap bahaya seperti bahan kimia, bahan atau zat, atau jenis bahaya lainnya seperti kebisingan dan getaran. Program pengendalian bahaya tempat kerja tertulis harus menguraikan metode mana yang digunakan untuk mengendalikan paparan dan bagaimana pengendalian ini akan dipantau untuk keefektifannya (CCOHS, 2023).

Pengendalian resiko dapat mengikuti Pendekatan Hirarki Pengendalian (*Hierarchy of Control*). Pengendalian risiko dilakukan secara berurutan agar risiko yang ada bisa semakin berkurang (Sunaryo and Hamka, 2017).

Hirarki pengendalian resiko adalah suatu urutan-urutan dalam pencegahan, penghapusan, pengurangan dan pengendalian resiko yang mungkin timbul yang terdiri dari beberapa tingkatan secara berurutan (Tarwaka, 2008). Hirarki atau metode yang dilakukan untuk mengendalikan risiko antara lain:



Gambar 1.1. Hirarki Pengendalian Riziko

(sumber : NIOSH, 2015).

<https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>)

Mengidentifikasi dan mengurangi paparan dari bahaya kerja sebelum dimulainya pekerjaan adalah merupakan tujuan dari semua ahli keselamatan dan kesehatan kerja (K3). NIOSH menawarkan garis besar dasar melalui interpretasinya tentang Hierarki Kontrol (The National Institute for Occupational Safety and Health/NIOSH, 2015).

1.5.1 Eliminasi

Penghapusan atau menghilangkan bahaya pada sumbernya,” kata NIOSH. “Ini bisa termasuk mengubah proses kerja untuk berhenti menggunakan bahan kimia beracun, benda berat atau alat berbahaya. Ini adalah solusi yang lebih disukai untuk melindungi pekerja karena tidak ada paparan yang dapat terjadi dan merupakan langkah pengendalian yang menjadi pilihan pertama dan paling efektif untuk mengendalikan paparan karena

menghilangkan bahaya dari tempat kerja. Hal ini sesuai dengan pendapat Santoso dkk yang menyatakan bahwa cara terbaik untuk mengendalikan bahaya adalah mengeliminasi (Santoso, Budiharti and Haryanto, 2021). Namun, beberapa bahaya sulit untuk benar-benar dihilangkan dari tempat kerja (Riswan Dwi Djatmiko, 2016; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Contoh tindakan eliminasi ialah berhenti menggunakan zat kimia beracun dan mengeliminasi pekerjaan yang monoton sehingga dapat menghilangkan stres negatif (British Standard Institution, 2018).

1.5.2 Substitusi

Substitusi merupakan upaya penggantian bahan, alat atau cara kerja dengan alternatif lain dengan tingkat bahaya yang lebih rendah sehingga dapat menekan kemungkinan terjadinya dampak yang serius (The National Institute for Occupational Safety and Health/NIOSH, 2015; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Eliminasi dan substitusi adalah pengendalian yang paling efektif dalam mengurangi bahaya, tapi juga cenderung sulit untuk diterapkan dalam proses yang ada. Jika prosesnya masih dalam tahap desain atau pengembangan, eliminasi dan substitusi bahaya mungkin tidak mahal dan mudah diimplementasikan. Untuk proses yang telah berjalan, perubahan besar dalam peralatan dan prosedur mungkin diperlukan untuk menghilangkan atau mengganti bahaya. Contoh substitusi ialah mengganti tensi air raksa dengan tensi digital, dan mengganti kompresor tingkat kebisingan tinggi dengan tipe kompresor dengan kebisingan rendah.

1.5.3 Perancangan /Kontrol Teknik

Modifikasi/perancangan alat/mesin/tempat kerja yang lebih aman. Memodifikasi alat atau proses yang menimbulkan bahaya sehingga lebih minim risiko. Rekayasa *engineering* lebih efektif untuk mengendalikan paparan pekerja di tempat kerja

daripada menggunakan alat pelindung diri (APD). Hal ini sesuai dengan pendapat Djatmiko yang menyatakan bahwa pengendalian Teknik dilakukan bertujuan untuk memisahkan bahaya dengan pekerja serta untuk mencegah terjadinya kesalahan manusia (Riswan Dwi Djatmiko, 2016).

Rekayasa *engineering* yang dirancang dengan baik bisa sangat efektif dalam melindungi pekerja. Biaya awal rekayasa engineering dapat lebih tinggi daripada biaya kontrol administratif atau APD, tetapi dalam jangka panjang, biaya operasi seringkali lebih rendah, dan dalam beberapa kasus dapat memberikan penghematan biaya di area lain dari proses (The National Institute for Occupational Safety and Health/NIOSH, 2015).

Pengendalian dengan cara teknis yaitu pengendalian yang ditunjukkan pada sumber bahaya atau lingkungan, seperti :

- a. Substitusi yaitu menukar beberapa bahan yang berisiko dengan beberapa bahan yang kurang atau tak berisiko sekalipun.
- b. Isolasi, yakni memisahkan satu sumber bahaya dengan pekerja, umpamanya pengadaan ruangan panel, larangan masuk tempat kerja bagi yang tidak mempunyai urusan, tutup unit operasi yang berisiko.
- c. Cara basah, ditujukan untuk menghimpit jumlah partikel yang mengotori hawa karena partikel debu alami berat.
- d. Mengubah sistem, umpamanya pada sistem kering dirubah jadi sistem basah untuk menghindari debu.
- e. Ventilasi keluar setempat (*lokal exhaust ventilation*), yakni satu cara yang bisa mengisap beberapa bahan berisiko sebelumnya bahan berisiko itu masuk ke udara ruangan kerja.

1.5.4 Administrasi

Pengendalian administrasi yaitu pengendalian dari sisi orang yang akan melakukan pekerjaan, dengan dikendalikan metode kerja yang diharapkan orang atau pekerja akan mematuhi, memiliki kemampuan dan keahlian yang cukup untuk menyelesaikan pekerjaan secara umum. Jenis pengendalian administrasi antara lain seleksi karyawan atau pekerja, adanya SOP, pelatihan, pengawasan, modifikasi perilaku, jadwal kerja, rotasi kerja, pemeliharaan, manajemen perubahan, jadwal istirahat, investigasi dan lain-lain yang tujuannya dapat mencegah pekerja terpapar dengan sumber bahaya dalam waktu yang lama.

Terdapat beberapa cara pengendalian bahaya secara administratif, yaitu (DOSH, 2008):

- a. Prosedur bekerja yang aman
Pekerja diharuskan bekerja sesuai dengan standar dan prosedur keamanan yang ada. Prosedur bekerja harus selalu di-review dan di-update dalam selang waktu tertentu.
- b. Supervisi dan pelatihan
Pelatihan tentang prosedur kerja yang aman dapat dilakukan. Supervisi terhadap pekerja dilakukan untuk membantu para pekerja menemukan potensi bahaya dari pekerjaannya dan untuk mengevaluasi prosedur kerja.
- c. Rotasi pekerjaan
Merotasi pekerjaan dapat dilakukan untuk mengurangi lama waktu seorang pekerja terpapar dengan bahaya.
- d. Pembenahan, perbaikan dan program perawatan.
Pembenahan meliputi pembersihan, pembuangan sampah dan mengatasi kebocoran. Potensi alat dan mesin membuat kecelakaan akan berkurang jika mesin dan peralatan tersebut dibersihkan dan dirawat dengan baik.
- e. Kebersihan
Kebersihan penting untuk mengurangi risiko dari bahan berbahaya untuk terserap oleh pekerja. Ruang makan harus

dijauhkan dari bahaya racun, dan makan harus dilarang di area yang mengandung bahaya racun. Jika dimungkinkan, pekerja diharuskan untuk mandi dan mengganti pakaian sehabis bekerja.

1.5.5 Alat Pelindung Diri (APD)

Alat Pelindung Diri (APD) sering disebut sebagai garis pertahanan terakhir. Sebagai metode pengendalian, APD terbukti kurang efektif dibandingkan tindakan pengendalian lainnya, oleh karena itu umumnya digunakan dengan beberapa bentuk pengendalian teknik dan/atau administratif. APD yang tepat harus tersedia untuk tanggap darurat atau prosedur pembersihan juga. APD yang tepat meningkatkan tingkat perlindungan keselamatan dari bahaya kimia, biologi, atau fisik selama kejadian tak terduga (The University of Vermont, 2023). Pengendalian ini merupakan pengendalian bahaya dengan cara memberikan alat pelindung diri kepada pekerja atau karyawan. Hal ini sesuai dengan Permenakertrans No. PER.08/MEN/VII/2010 tentang alat Pelindung Diri adalah suatu alat yang memiliki kemampuan untuk memberi perlindungan seseorang yang fungsinya mengisolasi Sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja (Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi, 2010).

Urutan pengendalian risiko menurut (Saputra, 2015)) adalah:

- 1) *Primary Control* yaitu pengendalian yang dilakukan dengan menghilangkan bahaya, mengganti mesin atau material yang lebih aman dan rekayasa teknik.
- 2) *Secondary Control* yaitu pengendalian yang dilakukan pada segi administratif.
- 3) *Tertiary Control* yaitu pengendalian yang dilakukan dengan membuat acuan kerja seperti SOP (Standar Operasional Prosedur) dan JSA (*Job Safety Analysis*)

- 4) APD (Alat Pelindung Diri) yaitu pengendalian untuk mengurangi tingkat keparahan dengan memakai alat-alat pelindung diri.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayu Dharma, A.A., Adnyana Putera, I.G.A. and Parami Dewi, A.A.D. 2017. 'Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Pembangunan Jambuluwuk Hotel & Resort Petitenget', Jurnal Spektran, 5(1), pp. 47-55. doi:10.24843/spektran.2017.v05.i01.p06.
- British Standard Institution. 2018. ISO 45001: 2018 Occupational Health and Safety management systems., Geneva Swiss.
- CCOHS. 2023. Hazard and Risk - Risk Assessment , Canadian Center for Occupational Health and Safety. Available at: https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/risk_assessment.html (Accessed: 20 January 2023).
- DOSH. 2008. Department of Occupational Safety and Health, Ministry of Human Resources, Malaysia on Guidelines for Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). Available at: <https://www.dosh.gov.my/index.php/legislation/guidelines/hirarc-2>.
- ILO. 2014. 'A 5 step guide', p. 17. Available at: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/--safework/documents/publication/wcms_232886.pdf.
- International Labour Organization. 2018. Meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Pekerja Muda, Kantor Perburuhan Internasional, CH- 1211 Geneva 22, Switzerland. Available at: http://www.oit.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/---ilo-jakarta/documents/publication/wcms_627174.pdf.

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2018. 'Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 52 Tahun 2018 tentang keselamatan dan kesehatan kerja di fasilitas pelayanan kesehatan', Berita Negara, Nomor 65(879), pp. 2004–2006. Available at: <https://peraturan.go.id/common/dokumen/bn/2019/bn19-2019.pdf>.
- Kurniawidjaja, L.M. 2012. 'Program Perlindungan Kesehatan Respirasi di Tempat Kerja Manajemen Risiko Penyakit Paru Akibat Kerja', Jurnal Respirologi Indonesia, 30(4), pp. 217–229.
- Mahawati, D. 2021. 'Buku Keselamatan Kerja Dan Kesehatan Lingkungan Industri', Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), pp. 1689–1699.
- Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi. 2010. 'Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia', Peraturan Menteri tenaga Kerja dan Transmigrasi, VII(8), pp. 1–69. Available at: <https://indolabourdatabase.files.wordpress.com/2018/03/permenaker-no-8-tahun-2010-tentang-apd.pdf>.
- Riswan Dwi Djatmiko. 2016. Keselamatan dan kesehatan kerja. Yogyakarta: Deepublish. Available at: <http://balaiyanpus.jogjaprov.go.id/opac/detail-opac?id=295957> (Accessed: 19 January 2023).
- Santoso, T., Budiharti, N. and Haryanto, S. 2021. 'Upaya Pengendalian Resiko Kecelakaan Kerja dengan Metode Job Safety Analysis Pada Pekerjaan Pembuatan Produk Tahu di Desa Ploso, Kab. Jombang, Jawa Timur', Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri), 4(2), p. 244. Available at: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/3877>.
- Saputra, D. 2015. Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Available at: <https://darmawansaputra.com/> (Accessed: 19 January 2023).

- Seto, S. 2013. Higiene perusahaan dan kesehatan kerja (HIPERKES) Edisi 2. 2nd edn. Sagung Seto.
- Sukanto and Indriyo. 2000. Manajemen Produksi. Edisi Pert. Jakarta: Gramedia Pustaka.
- Tarwaka (2008) Keselamatan dan kesehatan kerja : manajemen dan implementasi K3 di tempat kerja. Surakarta: Harapan Press. Available at: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=568982#> (Accessed: 18 January 2023).
- The National Institute for Occupational Safety and Health/NIOSH. 2015. The hazard control hierarchy. Available at: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html> (Accessed: 19 January 2023).
- The University of Vermont. 2023. Evaluate and Control the Hazards | UVM Risk Management and Safety | The University of Vermont, The University of Vermont. Available at: <https://www.uvm.edu/riskmanagement/evaluate-and-control-hazards> (Accessed: 20 January 2023).

BAB 2

KECELAKAAN KERJA DAN PRODUKTIVITAS KERJA

Oleh Budi Sulistiyo Nugroho

Perkembangan industrialisasi sekarang ini berlangsung sangat pesat dan harus mampu beradaptasi bersaing dengan tuntutan perubahan zaman. Terbukti dengan berdirinya berbagai perusahaan dan lapangan pekerjaan di Indonesia. Tanda era industrialisasi adalah tumbuh dan berkembangnya industri yang menggunakan teknologi canggih di berbagai bidang kegiatan. Intensifikasi persaingan industri membuat perusahaan berusaha mengoptimalkan seluruh pekerja yang memiliki mutu dan kompetensi serta teknologinya untuk meningkatkan produktivitas. Semakin canggih teknologi di proses manufaktur, maka berdampak signifikan terhadap pekerja, efisiensi serta produktivitas perusahaan. Hasil produk yang berkualitas tidak terlepas dari peran teknologi dan pekerja yang bekerja di perusahaan. Modal, mesin, dan material merupakan faktor-faktor produksi dalam perusahaan dapat berguna bila dikendalikan oleh pekerja yang baik.

Pekerja memegang peranan penting dalam sebuah perusahaan sebagai andalan kelangsungan perusahaan itu sendiri. Menyadari bahwa pekerja merupakan aset penting yang menjadi fokus utama dalam setiap kegiatan, maka perusahaan berupaya untuk mengelola pekerja dengan baik dengan mengarahkan pada pemanfaatan sumber daya yang efektif dan efisien (Soe'oed, *et al.*, 2014). Adanya perpaduan teknologi dengan peralatan modern memberikan kenyamanan dalam berproduksi sesuai dengan tingginya risiko bahaya dan kecelakaan dengan berbagai alih

teknologi, karena semakin kompleksnya penggunaan mesin dan alat kerja untuk mendukung proses produksi yang menyebabkan gangguan atau menimbulkan masalah keselamatan dan kesehatan kerja (Muhammad, 2021). Penerapan teknologi maju tersebut di satu sisi mempercepat perkembangan perekonomian di zaman industrialisasi, tetapi di sisi sebaliknya jika tidak ditangani secara sistematis, terencana serta komprehensif dapat mengakibatkan peningkatan kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, ergonomi bahkan meningkatkan tuna karya (Barthos, 2009:139).

Oleh karena itu memerlukan ketelitian dan kehati-hatian yang tinggi saat mengoperasikan peralatan yang ada. Hal ini terkait langsung dengan pemberian jaminan keselamatan kerja oleh perusahaan. Penyalahgunaan peralatan, kurangnya alat pelindung bagi pekerja, dan kurangnya ketrampilan pekerja, dapat memicu bahaya yang signifikan yaitu kecelakaan kerja, kebakaran, ledakan, kontaminasi dan penyakit akibat kerja. Kecelakaan kerja menyebabkan konsekuensi kurang baik, dari kerugian finansial sampai mengakibatkan keterlibatan penderitaan pekerja. Sedangkan tempat kerja yang berbahaya dan tidak sehat juga bisa mempengaruhi pekerja dalam melakukan pekerjaannya. Adanya fakta tersebut menjadikan perlindungan pekerja terhadap keselamatan dan kesehatan kerja menjadi perhatian utama atau topik utama yang wajib manajemen perusahaan menjaganya.

Tujuan penerapan program keselamatan dan kesehatan kerja oleh perusahaan untuk meminimalkan atau mencegah risiko kecelakaan kerja (Bangun, 2012). Pekerja membutuhkan perlindungan keselamatan kerja, supaya pekerja bisa bekerja tidak was-was, selamat dan tenang, sehingga bekerja secara berkualitas dan meningkatkan produktivitas kinerjanya (Widodo, 2015). Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) penting bagi perusahaan karena dampaknya tidak hanya merugikan pekerja tetapi juga perusahaan. Perusahaan harus menanggung biaya perawatan medis, rawat inap dan sampai menanggung biaya pemakaman jika

terjadi kematian, kehilangan jam kerja atau cuti pekerja yang terkena dampak korban dan rekan kerja mereka yang terdampak, sehingga pekerjaan terhambat, rekrutment pekerja baru dan memberikan training serta mempengaruhi kondisi mental atau psikologis pekerja lainnya. Sedangkan kerugian bagi pekerja yaitu pekerja yang mengalami cedera, cacat dan kematian. Oleh karena itu, Pemerintah telah menetapkan aturan keselamatan dan kesehatan kerja yang harus diikuti serta dilaksanakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Tujuannya untuk dapat membuat lingkungan kerja yang aman, tenang dan sehat, serta dapat meminimalkan risiko kecelakaan kerja.

Keselamatan kerja adalah aturan untuk mencegah kecelakaan kerja, cacat, cedera serta kematian sebagai dampak kecelakaan kerja. Apabila program keselamatan dan kesehatan kerja terlaksana dengan sukses, maka kasus kecelakaan kerja dapat terhindar. Perlindungan pekerja dari bahaya, risiko dan penyakit yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja guna tercapainya suasana kerja yang aman, nyaman, sehat, dan tercapainya produktivitas. Hakikatnya kecelakaan kerja tidak hanya factor kesalahan perusahaan dan tempat kerja, tapi juga oleh kesalahan manusia. Pekerja akan merasa aman, tentram dan keselamatannya terjamin dari jalannya pelaksanaan program K3 ini, sehingga mereka memenuhi efisiensi dari segi financial, waktu dan tenaga, sehingga meningkatnya produktivitas pekerja karena kecelakaan kerja berpengaruh terhadap produktivitas.

Oleh karena itu pekerja harus dipertahankan, dimotivasi, dan dikembangkan untuk meningkatkan produktivitasnya. Secara dasar K3 adalah usaha mencegah atau menghindari atau mengurangi kecelakaan kerja dengan cara menghentikan atau meniadakan atau menghilangkan risiko (elemen bahaya) untuk mencapai tujuan kerja (Nadhir, 2017). Keselamatan kerja harus menjadi pertimbangan bagi para pekerja, terutama di tempat kerja pekerjaan risiko kecelakaannya tinggi. Perusahaan yang baik

adalah perusahaan yang benar-benar memperhatikan keselamatan dan kesehatan pekerjaanya dengan menciptakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja yang diikuti oleh semua pekerja dan manajer perusahaan. Banyak perusahaan sudah peduli dengan permasalahan keselamatan kerja karena mencakup permasalahan yang berkaitan dengan sisi kemanusiaan, finansial dan perekonomian, aspek hukum, tanggung jawab serta reputasi perusahaan itu sendiri.

Keselamatan kerja adalah faktor yang sangat berhubungan erat dengan produksi dan produktivitas nasional. Keselamatan dan kesehatan kerja berperan dalam menjamin keselamatan proses produksi untuk mencapai produktivitasnya (Ramli, 2010). Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan salah satu syarat untuk meningkatkan produktivitas pekerja yang erat kaitannya dengan produktivitas kinerja. Keselamatan kerja yang baik dapat membantu meningkatkan produktivitas kinerja melalui cara mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Ketika pekerja merasa aman dan selamat, mereka dapat fokus pada tugas mereka tanpa khawatir terkena cidera atau sakit. Produktivitas nasional sejalan dengan peningkatan efisiensi produksi dan hasil kualitas produk yang baik. Sebaliknya, jika tingkat keselamatan kerja buruk, pekerja akan lebih rentan terkena penyakit akibat kerja atau kecelakaan kerja, sehingga menyebabkan ketidakhadiran pekerja, penurunan produktivitas, dan bahkan kematian. Akibatnya, produktivitas nasional dapat menurun karena kehilangan pekerja dan biaya medis yang tinggi. Oleh sebab itu, pemerintah dan perusahaan harus menjamin bahwa keselamatan kerja menjadi prioritas utama untuk setiap kegiatan produksi. Pekerja dapat bekerja secara efektif dan produktif, dan produksi nasional dapat meningkat secara signifikan dengan memastikan keselamatan kerja yang baik.

Perusahaan dapat meningkatkan produktivitas pekerja melalui sistem di perusahaan yang dapat mendukung dan

memenuhi keinginan semua pihak. Jika perusahaan memperhatikan terhadap eksistensi dan keselamatan pekerja, secara linearitas produktivitas kinerja pekerja meningkat untuk perusahaan. Pekerja harus memiliki pengetahuan, kecakapan, dan keterampilan yang baik dalam melakukan setiap jenis pekerjaan karena hal tersebut kesiapan sangat penting untuk memulai suatu pekerjaan. Itu tergantung dari pendidikan dan pelatihan dapat dan memang diterima oleh pekerja. Nadhir (2017) menyatakan bahwa pendidikan dan pengetahuan seseorang mewujudkan dan meningkatkan untuk mengelola dan menangani berbagai hal atau sesuatu dengan lebih cepat dan lebih akurat. Pendidikan berupa pendidikan formal, non formal, dan informal. Pelatihan mewujudkan dan menambah kemampuan kerja. Tingkat produktivitasnya sendiri lebih tinggi. Motivasi pekerja sangat penting karena motivasi setiap pekerja yang mau bekerja keras dan antusias dapat mencapai produktivitas kerja yang tinggi. Pengukuran produktivitas kerja yang didasarkan pada efektifitas penggunaan waktu kerja dan efisiensi produksi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jenjang pendidikan. Produktivitas berkaitan erat dengan input dan output. Semakin rendah produksinya, maka linearitas produktivitasnya, berlaku sebaliknya. Produktivitas rendah adalah inefisiensi usaha yang mengurangi keuntungan perusahaan.



Gambar 2.1. Hubungan Keselamatan Kerja – Produktivitas Kerja

Pekerja adalah faktor penting dalam proses produksi, karena sebagai aset penting, apabila kegiatan pabrikasi tidak berjalan lancar akibat kecelakaan kerja maka akan menyebabkan defisiensi. Pentingnya pekerja dalam perusahaan, anggapan sebagai "*alat produksi*" dalam hal kesinambungan energi, produksi, fisik dan mental. Evaluasi produktivitas kerja berkaitan dengan kebijakan manajemen terhadap pekerja karena tingginya tingkat produktivitas dengan meningkatnya kualitas dan kuantitas kerja. Mesin rusak, pekerja yang terluka dan sebagainya dapat menyebabkan penurunan kapasitas produksi. Perusahaan beroperasi lebih efektif dan efisien jika dapat mengurangi jumlah dan tingkat keparahan musibah kerja, penyakit akibat kerja dan masalah yang berhubungan dengan tekanan mental dan meningkatkan kualitas aktivitas kerja pekerjanya.

Peningkatan terhadap hal tersebut menyebabkan meningkatnya produktivitas karena pengurangan jam kerja, peningkatan keterlibatan karyawan, peningkatan efisiensi dan kualitas, pengurangan biaya kesehatan dan asuransi, kompensasi pekerja dan pembayaran langsung karena pengurangan tuntutan, keluwesan, dan kemampuan beradaptasi yang tak terbatas, peningkatan keterlibatan dan copartnership dan perbandingan pilihan karyawan yang lebih unggul karena peningkatan image perusahaan (Schuler, 2007:223). Salah satu aspek yang berpengaruh terhadap produktivitas pekerja adalah keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Menurut Hariandja (2007), K3 adalah faktor penting dalam menaikkan ketentraman dan kapasitas produksi pekerja. Jika tingkat keselamatan kerja tinggi, maka penyakit, kecacatan dan kecelakaan fatal dapat diminimalkan semaksimal mungkin. Sebaliknya jika keselamatan kerja rendah, maka berdampak negatif pada kesehatan dan mengarah pada penurunan produktivitas.

Pengukuran produktivitas seorang manajer perusahaan bisa terlihat dari beberapa aspek, satu diantaranya menyangkut

keselamatan dan kesehatan kerja karyawan atau tak terbatas dan seberapa sering terjadi kecelakaan yang mempengaruhi pencapaian produktivitas perusahaan. Produktivitas adalah titik referensi untuk setiap bisnis sebagai efisiensi pekerja atau hasil kerja pekerja (output) baik secara kualitatif dan kuantitatif untuk suatu periode. Produktivitas akan optimal jika pekerja selalu terjaga keselamatan dan kesehatan kerja. Tidak terpenuhinya tanggungan keselamatan dan kesehatan kerja di perusahaan dapat menyebabkan penurunan produktivitas karyawan, yang juga berefek pada penurunan kapasitas produksi perusahaan. Banyak faktor yang menyebabkan tingginya angka kecelakaan dan penyakit akibat kerja, seperti kurangnya wawasan pekerja tentang bahaya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, karena pekerja belum mendapatkan informasi tentang keselamatan dan kesehatan kerja sehingga perlu mendapat perhatian manajemen terhadap pentingnya perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja.

Hal ini mengindikasikan bahwa faktor keselamatan dan kesehatan kerja memegang peranan penting dalam mempengaruhi produktivitas pekerja. Kegagalan untuk memenuhi persyaratan keselamatan dan kesehatan kerja membuat produktivitas karyawan terpengaruh. Pekerja canggung bekerja karena was-was terjadi kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja yang tentunya menghambat kelangsungan perusahaan. Kecelakaan kerja dapat berdampak negatif terhadap produktivitas kerja, seperti absensi karyawan, jadwal kerja, demotivasi, stres, bahkan kecacatan atau kematian. Pekerja yang cedera dalam pekerjaan dan terpaksa absen kerja dapat mengakibatkan penurunan produktivitas karena pekerjaan yang harus dilakukan oleh pekerja tersebut harus dilakukan oleh pekerja lain atau tertunda dan menumpuk kemudian.

Pekerja ketika terluka atau sakit akibat kecelakaan kerja, mereka membutuhkan lebih banyak waktu untuk pulih dan kembali bekerja secara efektif. Selain fakta bahwa kecelakaan di

tempat kerja secara langsung mempengaruhi pekerja yang terlibat dalam kecelakaan tersebut, mereka juga dapat mempengaruhi produktivitas perusahaan secara keseluruhan. Biaya kompensasi pekerja yang terluka dalam kecelakaan kerja, memproses klaim asuransi dan membayar ganti rugi dapat menimbulkan tekanan finansial pada perusahaan. Selain itu, reputasi perusahaan juga dapat dipengaruhi oleh fakta bahwa kecelakaan kerja dapat menjadi berita yang menarik perhatian yang dapat mempengaruhi opini masyarakat terhadap perusahaan tersebut. Dalam hal ini, penting bagi perusahaan untuk memprioritaskan keselamatan dan kesehatan karyawannya sebagai bagian dari strategi bisnisnya. Perusahaan dapat meningkatkan produktivitas karyawan dan membangun citra perusahaan yang positif dengan mengurangi risiko kecelakaan kerja dan memperhatikan kesejahteraan karyawan.



Gambar 2.2. Keselamatan Kerja dalam Produktivitas Kerja

Perusahaan memahami bahwa staf yang profesional, handal, kompeten, kreatif, loyal dan bertanggung jawab serta pekerja keras adalah kunci untuk mencapai haluan perusahaan. Perusahaan untuk menerapkan pekerja yang berkualitas, diperlukan pengelolaan, pengembangan, pengawasan dan penghargaan yang baik. Perusahaan harus melihat dari jumlah

karyawan potensi karyawan untuk mengoptimalkan pekerjaannya untuk mencapai tujuan perusahaan yaitu mencapai produktivitas yang maksimal. Produktivitas kinerja merupakan elemen yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan usaha dan menjadi salah satu sorotan terpenting ketika terjadi kemunduran dalam usaha. Produktivitas yang tinggi sangat bermanfaat bagi pemberi kerja dan karyawan, terutama untuk kesejahteraan mereka.

Produktivitas juga mencerminkan etos kerja karyawan yang dapat dilihat sebagai sikap mental yang baik dalam kontribusi yang optimal. Pengusaha dan karyawan perusahaan harus berusaha untuk meningkatkan produktivitas mereka (Rivai dan Sagala, 2015). Produktivitas kinerja menjadi isu utama bagi perusahaan, terpenting dalam kondisi kompetisi yang semakin signifikan di zaman globalisasi. Perusahaan selain bekerja keras, tapi harus bekerja cerdas untuk meningkatkan produktivitasnya. Menurut Sunyoto (2012), produktivitas memiliki dua ukuran efisiensi yang tertuju pada output maksimal, yaitu meraih target yang berkaitan dengan mutu, jumlah dan peluang, dan efisiensi yang berkaitan rasio input dengan output penggunaan/perbuatannya.

Pekerja memegang peranan utama dalam perekonomian negara, diperlukan sistem pengelolaan, pembangunan, tata kelola dan kompensasi yang menyeluruh untuk mewujudkan pekerja yang berkualitas dan berwawasan. Oleh karena itu karyawan sangat penting bagi perusahaan yaitu karyawan yang kreatif, loyal dan terampil yang mencapai tujuan perusahaan dengan tanggung jawab yang tinggi. Melihat jumlah karyawan perusahaan, perusahaan harus melihat peluang karyawan untuk mengoptimalkan karyawan. Untuk mencapai tujuan perusahaan, perusahaan juga harus memperhatikan produktivitas karyawannya. Oleh karena itu, produktivitas merupakan faktor utama dalam mewujudkan cita-cita perusahaan. Faktor yang harus diperhatikan untuk meningkatkan produktivitas kinerja adalah

keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Semua pekerjaan dalam suatu perusahaan mengandung risiko bahaya berupa kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja, bergantung dari penggunaan jenis produksi dalam perusahaan tersebut. Kecelakaan kerja dan kesehatan kerja menyebabkan pekerja mengalami penyakit kronis sampai kematian. Oleh karena itu, perusahaan harus mengembangkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang bertujuan untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja secara cepat.

Pengukuran tingkat produktivitas dari rasio output produksi terhadap input bahan produksi disebut indeks produktivitas. Rasio ini membandingkan bagian paling produktif dari situasi sebelumnya, yang tercermin dalam indeks produktivitasnya. Produktivitas meningkat atau rendah merupakan ukuran keberhasilan kerja seorang karyawan. Jika produktivitasnya tinggi atau meningkat maka dapat dikatakan perusahaan tersebut sukses, berlaku sebaliknya jika produktivitasnya rendah atau menurun, maka dinyatakan kurang berhasil atau sangat tidak berhasil (Wibowo, 2012). Produktivitas pekerja dapat dilihat dari faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja pekerja yaitu keinginan bekerja, kompetensi kerja, lingkungan kerja, gaji, keselamatan, kesehatan, tanggungan sosial dan afiliasi (Gaol, 2014). Tidak sederhana bagi perusahaan untuk membuat tempat kerja yang aman dan tenang untuk menyemangati pekerja agar termotivasi dalam menjalankan tugas dan meningkatkan produktivitas seluruh perusahaan.

Faktor kesehatan dan keselamatan kerja merupakan salah satu elemen terpenting dalam produktivitas pekerja. Oleh sebab itu, sudah menjadi kewajiban perusahaan untuk kontribusi perhatian spesial kepada pekerja. Ketika pekerja merasa aman dan tenang, tidak was-was karena merasa mendapat jaminan yang baik dari perusahaan, maka pekerja tersebut juga akan berkontribusi dengan baik. Keselamatan dan kesehatan kerja adalah segala

kegiatan yang menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan pekerja dengan berusaha meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (Wirawan, 2015). Menurut Wibowo et al (2010), keselamatan dan kesehatan kerja pekerja yang tidak baik akan memperlambat proses produksi setiap pekerja di setiap bidang. Jika proses produksi terhambat, maka berdampak terhadap penurunan hasil kinerja para pekerja.

Rusdiana (2015:227) menyatakan bahwa produktivitas menunjukkan keberhasilan atau kegagalan dalam produksi barang atau jasa secara kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan sumber yang tepat. Sedarmayanti (2017:199) mengatakan bahwa produktivitas adalah keluaran yang tercipta atau diperoleh dari semua masukan suatu organisasi. Produktivitas mengacu pada output, yaitu seberapa besar output yang diperoleh dalam proses produksi. Produktivitas pekerja memiliki dua dimensi, antara lain: (1) Jumlah, semua satuan dimensi yang berkaitan dengan kuantitas pekerjaan, yang dapat dinyatakan dalam angka atau padanan numerik lainnya; (2) Kualitas, semua kemungkinan satuan ukuran yang berkaitan dengan mutu atau mutu pekerjaan, yang dapat dinyatakan dalam angka atau padanan numerik lainnya. Menurut Sedarmayanti (2017:120), kesehatan yang buruk atau buruk di kalangan pekerja menyebabkan kecenderungan ketidakhadiran yang tinggi dan produktivitas yang kurang. Sedarmayanti (2017:200) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja adalah tanggungan pekerjaan, gelisah kerja, stres kerja, kelelahan objektif dan subjektif, penyakit akibat kerja (kronis dan akut), kecelakaan kerja dan cedera.

Keselamatan kerja menjadi perhatian penting bagi suatu perusahaan bagi karyawannya, terutama dalam setiap proses kerja yang harus dilakukan sesuai dengan standar keselamatan yang baik. Pengukuran dan pengendalian adalah pekerjaan untuk menaikkan keselamatan dan kesehatan kerja, oleh karena itu harus dimulai dengan pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat

kerja melalui pengukuran identifikasi bahaya atau risiko yang mungkin muncul di tempat kerja. Pemantauan dan penilaian risiko kemudian dilakukan (Jackson dan Werner, 2011). Produktivitas kerja pekerja sangat bergantung pada penilaian dan pemantauan kerja pekerja di tempat kerja. Semakin baik sistem penilaian dan pemantauan kinerja, semakin baik produktivitas pekerja (Muhammad et al, 2021). Program mengukur dan memantau, mungkin mengembangkan strategi yang efektif, perusahaan dapat membandingkan kejadian, sebelum dan sesudah intervensi dari tingkat keparahan dan frekuensi penyakit dan kecelakaan (Jackson dan Werner, 2011).

Peningkatan keselamatan kerja tidak lepas dari pencegahan kecelakaan, karena merupakan program penting keselamatan kerja perusahaan. Keselamatan kerja mengacu pada kecelakaan kerja yang terjadi di tempat kerja. Pencegahan kecelakaan kerja merupakan faktor utama dalam program keselamatan dan kesehatan kerja (K3), sehingga perencanaan tempat kerja yang baik merupakan salah satu cara terbaik untuk mencegah dan meningkatkan keselamatan kerja (Jackson dan Werner, 2011). Perlindungan pekerja mencakup beberapa aspek, salah satunya adalah keselamatan. Tujuan dari perlindungan ini adalah untuk membuat karyawan merasa aman saat melaksanakan pekerjaan keseharian untuk meningkatkan output dan produktivitasnya (Mondy, 2008). Terdapat interaksi antara faktor program pencegahan kecelakaan dengan produktivitas yang keduanya saling mempengaruhi. Program pencegahan kecelakaan di tempat kerja memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap produktivitasnya. Hal ini disebabkan adanya motivasi yang tinggi akan keselamatan kerja di lingkungan kerjanya, sehingga pekerja dapat benar-benar mengetahui hal-hal yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja dan dapat meminimalisir penyebab dan akibatnya. Hal ini juga mempengaruhi kelangsungan kerja pekerja.

Saputra (2014) menyimpulkan bahwa keselamatan kerja memiliki dampak yang pasti terhadap produktivitas pekerja. Penelitian ini didukung oleh Kaligis et. al (2013) bahwa keselamatan kerja dan kesehatan kerja secara simultan berdampak signifikan terhadap produktivitas pekerja. Namun, keamanan pekerjaan parsial tidak secara signifikan mempengaruhi produktivitas tenaga kerja. Hasil penelitian ini dikuatkan oleh Ukhisia et al (2013) yang menyimpulkan bahwa kesehatan kerja berdampak penting terhadap produktivitas kerja hanya sebagian, sedangkan keselamatan kerja tidak berpengaruh signifikan. Pada saat yang sama, keselamatan dan kesehatan kerja memiliki dampak yang penting terhadap produktivitas tenaga kerja.

Keselamatan kerja berkaitan erat dengan pertumbuhan produksi dan output. Produktivitas adalah rasio antara hasil kerja (output) dan usaha yang digunakan (input). Keselamatan kerja dapat membantu meningkatkan produksi dan produktivitas karena alasan berikut: (1) Dengan tingkat keselamatan kerja yang tinggi, penyakit, kecacatan dan kecelakaan fatal dapat dikurangi atau diminimalkan semaksimal mungkin untuk menghindari biaya yang tidak perlu; (2) Tingkat keselamatan yang tinggi sesuai dengan pemeliharaan dan penggunaan alat dan mesin yang produktif dan efisien, yang terkait dengan tingkat produksi dan produktivitas yang tinggi; (3). Tingkat keselamatan yang tinggi dalam banyak hal menciptakan kondisi yang mendukung kenyamanan dan kegairahan kerja, sehingga faktor manusia juga dapat menitikberatkan pada efisiensi yang tinggi; (4) *Safety practice* tidak dapat dipisahkan dari skill, keduanya berjalan beriringan dan merupakan faktor penting dalam kelangsungan proses produksi; (5) Keselamatan kerja yang dilaksanakan sebaik mungkin bersama-sama dengan pengusaha dan pekerja, menghadirkan suasana aman dan tenang dalam bekerja, sehingga sangat bermanfaat bagi hubungan antara pekerja dan pengusaha yang menjadi landasan kuat bagi kelancaran produksi.

Produktivitas tenaga kerja adalah bagaimana menghasilkan atau menaikkan hasil barang dan jasa setinggi mungkin dengan menggunakan sumber daya secara efektif (Mali, 2006: 6), indikator produktivitas tenaga kerja, yaitu: (1) Penggunaan waktu yang efektif, termasuk waktu kerja, penyelesaian pekerjaan. , konsisten menyelesaikan pekerjaan, bekerja di bawah tekanan waktu; (2) Memahami dan meminimalkan kesalahan dalam bekerja yaitu pengetahuan kerja, prestasi kerja, kemandirian kerja, penyelesaian masalah tugas kerja; (3) Hubungan interpersonal meliputi kerjasama tim, hubungan dengan rekan kerja, hubungan dengan atasan dan (4) Tingkat kehadiran berupa absensi.

Perusahaan dapat meningkatkan keselamatan dan kesehatan pekerja dengan melakukan berbagai tindakan, seperti memberikan pelatihan keselamatan kerja, mengidentifikasi risiko di tempat kerja, memastikan alat pelindung diri yang tepat tersedia, serta menjaga kondisi fisik tempat kerja agar aman dan sehat. Selain itu, perusahaan dapat mempromosikan budaya keselamatan yang kuat dengan mengikutsertakan pekerja dalam pengembangan dan implementasi kebijakan keselamatan. Dalam budaya kerja yang aman dan sehat, pekerja diharapkan untuk memperhatikan keselamatan diri dan rekan kerja, melaporkan risiko yang ditemukan, serta berpartisipasi dalam pelatihan dan inspeksi keselamatan kerja. Dengan memprioritaskan keselamatan dan kesehatan pekerja, perusahaan dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja dan memperbaiki produktivitas pekerja. Hal ini dapat menciptakan lingkungan kerja yang lebih positif dan sehat, meningkatkan motivasi dan kinerja pekerja, serta memperbaiki citra perusahaan secara keseluruhan.

Selain itu, perusahaan juga dapat mempertimbangkan beberapa strategi lain untuk meningkatkan produktivitas pekerja. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat dilakukan:

1. Mengembangkan program pelatihan dan pengembangan pekerja. Pelatihan yang efektif dapat membantu pekerja

- meningkatkan keterampilan dan pengetahuan mereka, yang dapat membantu mereka menyelesaikan tugas-tugas dengan lebih efisien dan efektif.
2. Memberikan fasilitas dan lingkungan kerja yang nyaman dan ergonomis. Fasilitas dan lingkungan kerja yang nyaman dan ergonomis dapat membantu mengurangi kelelahan dan stres yang dialami pekerja, sehingga mereka dapat bekerja dengan lebih fokus dan produktif.
 3. Memberikan penghargaan dan insentif kepada pekerja yang berkinerja baik. Penghargaan dan insentif dapat menjadi motivasi bagi pekerja untuk bekerja lebih keras dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
 4. Menerapkan teknologi yang lebih efisien dan produktif. Teknologi yang lebih efisien dan produktif dapat membantu pekerja menyelesaikan tugas-tugas dengan lebih cepat dan akurat, yang dapat membantu meningkatkan produktivitas mereka.

Perusahaan juga harus memperhatikan keseimbangan antara produktivitas dan kesejahteraan pekerja dalam melakukan strategi-strategi tersebut. Perusahaan harus memastikan bahwa pekerja tidak terlalu dipaksa untuk bekerja dengan terlalu banyak tuntutan atau beban kerja, yang dapat mengakibatkan kelelahan dan stres yang berdampak negatif pada kesejahteraan mereka. Dengan demikian, strategi-strategi untuk meningkatkan produktivitas harus disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan pekerja, serta harus dilakukan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan. Kecelakaan kerja dan produktivitas kerja saling terkait dan berdampak satu sama lain. Kecelakaan kerja dapat mengurangi produktivitas kerja karena berbagai alasan, seperti absensi pekerja, penurunan kinerja pekerja, dan pengeluaran tambahan untuk menangani kecelakaan.

Pekerja yang mengalami kecelakaan kerja mungkin harus absen untuk jangka waktu yang lama, tergantung pada tingkat keparahan cedera. Pekerja yang absen akan mengakibatkan kinerja mereka tidak optimal dan pekerjaan mereka harus ditangani oleh pekerja lain, yang dapat mengakibatkan penurunan produktivitas kerja secara keseluruhan. Selain itu, pekerja yang mengalami kecelakaan kerja mungkin mengalami trauma dan stres yang dapat memengaruhi kinerja mereka. Pekerja yang stres dan kurang motivasi akan cenderung kurang produktif dan dapat mengalami penurunan kinerja. Kecelakaan kerja juga dapat mengakibatkan biaya tambahan bagi perusahaan, seperti biaya perawatan medis, ganti rugi, dan kompensasi pekerja. Biaya tambahan ini dapat mengurangi sumber daya yang tersedia untuk investasi dalam meningkatkan produktivitas kerja. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk menghindari kecelakaan kerja dan memprioritaskan keselamatan pekerja. Perusahaan dapat melakukannya dengan menyediakan pelatihan keselamatan kerja yang memadai, memastikan bahwa alat pelindung diri yang tepat tersedia, dan memastikan bahwa kondisi kerja aman dan sehat. Dalam jangka panjang, meningkatkan keselamatan kerja dapat membantu perusahaan meningkatkan produktivitas kerja secara keseluruhan. Pekerja yang merasa aman dan sehat akan cenderung lebih produktif dan kinerja mereka akan lebih baik. Selain itu, dengan menghindari kecelakaan kerja, perusahaan dapat menghindari biaya tambahan yang terkait dengan kecelakaan, yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas kerja dan keberlanjutan bisnis.

Perusahaan juga dapat melakukan analisis risiko dan melakukan evaluasi terhadap kondisi kerja dan faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja. Analisis risiko akan membantu perusahaan memahami risiko-risiko yang mungkin terjadi dan memungkinkan perusahaan untuk mengambil tindakan pencegahan sebelum terjadi kecelakaan. Perusahaan juga dapat

melibatkan pekerja dalam proses peningkatan keselamatan kerja. Pekerja dapat memberikan masukan dan saran untuk meningkatkan keselamatan kerja, dan perusahaan dapat mempertimbangkan saran-saran tersebut untuk meningkatkan keselamatan kerja dan produktivitas kerja. Selain itu, penting bagi perusahaan untuk memberikan pelatihan dan pengembangan pekerja yang terus-menerus, terutama dalam hal keselamatan kerja. Pelatihan dan pengembangan yang berkelanjutan akan membantu pekerja memahami risiko-risiko dan cara menghindari kecelakaan kerja, serta meningkatkan keterampilan mereka dalam melakukan pekerjaan dengan aman dan efektif. Dalam kesimpulannya, kecelakaan kerja dapat berdampak negatif pada produktivitas kerja dan bisnis secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk menghindari kecelakaan kerja dan memprioritaskan keselamatan pekerja. Perusahaan dapat melakukan ini dengan memberikan pelatihan keselamatan kerja yang memadai, menghindari risiko-risiko yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja, dan melibatkan pekerja dalam proses peningkatan keselamatan kerja. Dengan menghindari kecelakaan kerja, perusahaan dapat meningkatkan produktivitas kerja dan keberlanjutan bisnis jangka panjang.

Selain itu, perusahaan juga dapat mengembangkan program untuk membantu pekerja yang telah mengalami kecelakaan kerja agar dapat kembali ke pekerjaan mereka dengan cepat dan efektif. Program ini dapat mencakup rehabilitasi fisik dan psikologis, pelatihan keterampilan baru, dan penyesuaian lingkungan kerja agar sesuai dengan kebutuhan pekerja yang telah mengalami kecelakaan. Selain memprioritaskan keselamatan kerja dan kesehatan pekerja, perusahaan juga dapat meningkatkan produktivitas kerja dengan cara lain, seperti memberikan pelatihan dan pengembangan pekerja, memfasilitasi komunikasi yang efektif, memberikan dukungan dan pengakuan kepada pekerja, serta mengimplementasikan teknologi yang efisien dan produktif. Dalam

lingkungan kerja yang aman dan sehat, pekerja akan merasa lebih termotivasi untuk bekerja secara produktif dan kreatif, dan dapat berkontribusi pada pertumbuhan dan kesuksesan perusahaan. Sebagai hasilnya, kecelakaan kerja yang dihindari dan produktivitas kerja yang ditingkatkan dapat membantu perusahaan mencapai tujuan bisnisnya secara efektif, serta membantu pekerja mencapai potensi kerja dan karir yang optimal.

Perusahaan juga dapat mengembangkan program kesehatan dan kesejahteraan pekerja yang menyeluruh untuk memastikan bahwa pekerja tetap sehat dan siap bekerja secara optimal. Ini dapat mencakup program kesehatan seperti vaksinasi, pemeriksaan kesehatan, dan program kesehatan mental. Program kesehatan dan kesejahteraan pekerja yang efektif dapat membantu pekerja untuk tetap sehat, mengurangi risiko cedera atau kecelakaan kerja, dan meningkatkan produktivitas kerja mereka. Pekerja yang merasa dihargai dan diperhatikan oleh perusahaan cenderung lebih termotivasi untuk melakukan pekerjaan mereka dengan baik. Selain itu, perusahaan juga dapat menerapkan kebijakan fleksibilitas kerja seperti bekerja dari rumah atau fleksibilitas jam kerja. Kebijakan fleksibilitas kerja dapat membantu pekerja untuk mencapai keseimbangan kerja-hidup yang sehat, mengurangi stres, dan meningkatkan produktivitas kerja mereka.

Dalam mengatasi hubungan antara kecelakaan kerja dan produktivitas kerja, perusahaan juga dapat melibatkan pekerja dalam program keselamatan kerja dan inisiatif kesehatan dan kesejahteraan. Pekerja yang terlibat dan diberdayakan dalam program-program ini cenderung lebih termotivasi untuk mematuhi aturan keselamatan dan menjaga kesehatan mereka, sehingga membantu mengurangi risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan produktivitas kerja secara keseluruhan. Secara keseluruhan, perusahaan harus memahami hubungan antara kecelakaan kerja dan produktivitas kerja, dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan

kesehatan dan kesejahteraan pekerja. Dengan mengutamakan keselamatan dan kesejahteraan pekerja, perusahaan dapat meningkatkan produktivitas kerja dan mencapai keberlanjutan bisnis jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Muhammad, Karlyna Bte. Thamrin, Yahya. Arman. 2021. Pengaruh Penerapan Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja terhadap Produktivitas Pekerja di PT. Consolidated Elektrik (CEPA) Power Asia Kabupaten Wajo, *An Idea Health Journal*, Volume 1, Issue 02, December 2021, hal: 97-111;
- Bangun W. 2012. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Erlangga;
- Ramli, Soehatman. 2010. *Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Jakarta: Dian Rakyat;
- Rusdiana. 2015. *Manajemen Konflik*. Bandung : CV Pustaka Setia;
- Sedarmayanti. 2017. *Tata Kerja Dan Produktivitas Kerja*. Bandung : CV. Mandar Maju;
- Jackson, Schuler. Werner S. 2011. *Pengelolaan Sumber Daya Manusia Edisi Kesepuluh*. Jakarta: Salemba Empat; 2011
- Mondy RW. 2008. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Kesepuluh. Jakarta: Erlangga;
- Barthos, Bashir. 2009. *Manajemen Sumber Daya Manusia Suatu Pendekatan Makro*, Jakarta: Bumi Aksara;
- Schuler, Randall S., 2007., *Manajemen Sumber Daya Manusia : Menghadapi Abad ke-21*, jilid 2 edisi 6, Jakarta: Erlangga;
- Kaligis, Raldo Septian Victor. B.F., Sompie. J. Tjakra. D.R.O. Walangitan. 2013. Pengaruh Implementasi Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) terhadap Produktivitas Kerja, *Jurnal Sipil Statik* Vol.1 No.3, Februari 2013 (219-225);
- Ukhisia, Bella Gloria. Astuti, Retno. Hidayat, Arif. 2013. Analisis Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja Terhadap Produktivitas Pekerja dengan Metode *Partial Least Squares*, *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 14 No. 2 [Agustus 2013] 95-104;

- Saputra, Andri. 2014., Pengaruh Keselamatan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Pekerja di PT. Buran Nusa Respati, Kecamatan Anggana, Kabupaten Kutai Kartanegara, eJournal Ilmu Pemerintahan, 2014, 2 (3) : 3059-3069;
- Mali, Paul. 2006. Understanding Productivity, Terjemahan J.M. Putti, Federal Publication Pte Ltd, Singapore;
- Nadhir, Abu. 2017. Pengaruh Pengelolaan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Pada Pekerjaan Konstruksi Gedung Di CV.Pilar Blitar Mapan Sejahtera. Jurnal Qua Teknika, Vol. 7 No. 1, hal: 11-20;
- Hariandja, M. T. E. 2007. Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta: PT Grasindo;
- Soe'oed, Moch. Hakam. Aldilansari, Yovita. Al Musadieq, Mochammad. 2014. Pengaruh Penempatan Kerja Terhadap Kinerja (Studi pada Pekerja PT Bank Jatim Cabang Malang), Jurnal Administrasi Bisnis, Vol. 9 No. 1, April 2014;
- Wibowo. 2012. Manajemen Kinerja, Edisi ke 3. Jakarta: Penerbit Rajawali Pers;
- Wibowo. Putro, I Gede. Riana, Gede. Putra, Made Surya. 2015. Pengaruh Stres Kerja Terhadap Kepuasan Kerja dan Komitmen Organisasional Karyawan. E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana. Vol. 4. No. 2. pp.125-145;
- Rivai, Veithzal. Sagala, Ella Jauvani. 2013. Manajemen Sumber Daya Manusia untuk Perusahaan: Dari Teori ke Praktik, Edisi Kedua. Cetakan Kelima. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada;
- Wirawan. 2015. Evaluasi Kinerja Sumber Daya Manusia Teori, Aplikasi, dan Penelitian. Jakarta: Salemba Empat;
- Sunyoto, Danang. 2015. Manajemen dan Pengembangan Sumber Daya Manusia. Yogyakarta: Center for Academic Publishing Service;
- Gaol, Lumban Jimmy. 2014. A to Z Human Capital : Manajemen Sumber Daya. Manusia. Jakarta : PT. Grasindo.

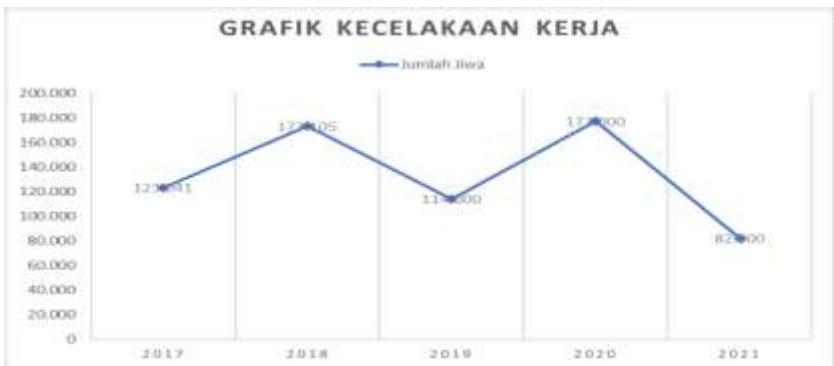
BAB 3

STATISTIK DAN INVESTIGASI KECELAKAAN KERJA

Oleh Fathan Mubina Dewadi

3.1 Pendahuluan

Kecelakaan kerja ialah sesuatu perihal yang amat mematikan bila ditinjau dengan cermat sebab kecelakaan kegiatan yang besar berawal dari kecelakaan yang kecil (Amir, Khoirudin, Murtalim, Dewadi, & Mulyadi, 2021). Umumnya kecelakaan kegiatan ini dipengaruhi dari banyak perspektif, mulai dari benak, kesiapan serta lain serupanya. Selanjutnya hendak dipaparkan hal statistik kecelakaan kegiatan dari BPJS ketenagakerjaan dari 2017–2021 di Indonesia pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Grafik Kecelakaan Kerja (Naraga Katiga Indonesia, 2022)

3.2 Kecelakaan Kerja

Kecelakaan adalah kejadian yang tidak direncanakan, tidak terduga, tidak diharapkan serta tidak ada unsur kesengajaan. Selain itu juga merupakan kejadian yang tidak direncanakan, tak terkontrol, yang dapat menyebabkan atau mengakibatkan luka-luka pada pekerja, kerusakan pada peralatan dan kerugian lainnya. (Wibowo, Sukarno, Nursanti, & Dewadi, 2022). Kecelakaan biasanya tidak direncanakan, tidak terkontrol, dan tidak disukai, dimana keadaan tersebut mengganggu fungsi-fungsi normal seseorang atau sekelompok orang dan mengakibatkan cedera atau hampir cedera. Inilah hal yang tidak diduga semula dan tidak dikehendaki yang mengacaukan proses yang diatur dari suatu aktivitas (Surbakti, Wibowo, & Dewadi, 2022).

Penyebab kecelakaan kerja ada 2 faktor yaitu *contributing causes of accidents* dan *immediate causes of accidents*. Untuk faktor *immediate cause of accidents* dibagi menjadi 2 yaitu tindakan yang tidak aman (*unsafe acts*) dan lingkungan yang tidak aman (*unsafe conditions*) (Karyadi, Nanda, Amir, & Dewadi, 2022). Berikut akan disampaikan mengenai indikasi bahaya kecelakaan kerja pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Indikasi Bahaya Kecelakaan Kerja (Juan, 2017)

Warna Keselamatan	Warna Kontras (Simbol atau Tulisan)	Makna
Merah	Putih	Larangan Pemadam Api
Kuning	Hitam	Perhatian/ Waspada Potensi Beresiko
Hijau	Putih	Zona Aman Pertolongan
Biru	Putih	Wajib Ditaati
Putih	Hitam	Informasi Umum

Dari yang dijelaskan pada tabel 3.1 mengenai indikasi bahaya, diperlukan prinsip 5R yang berarti ringkas, rapi, resik, rawat dan rajin dimana konsep ini berasal dari menejemen jepang. Pemerintah sedang menggalakkan rancangan ekonomi berkepanjangan ataupun *circular economy* di bermacam pandangan. Prinsip penting dalam rancangan *circular economy* merupakan *Reduce, Reuse, Recycle, Recovery* serta *Repair*, yang lebih diketahui dengan 5R (Karyadi, Nanda, Dewadi, Amir, & Rizkiyanto, Archimedes' Principle Applied to Buoy Design for Measuring Purposes in Offshore Illumination Conditions, 2022).

Prinsip 5R dipercayai cocok dengan aplikasi denah jalur *Making Indonesia 4.0* yang salah satu program prioritasnya merupakan mengakomodasi standar- standar keberlanjutan dan diharapkan manufaktur jadi *leading sector* serta berakibat besar dalam mentransformasi ekonomi nasional mengarah *circular economy* (Karyadi, Nanda, & Dewadi, Pengukuran Intensitas Cahaya Menggunakan Sensor BH-1750 Berbasis Mikrokontroler: Studi Kawasan Kampus UBP Karawang, 2022).

Prinsip 5R bisa dicoba lewat penurunan konsumsi material anom dari alam (*reduce*) lewat optimasi pemakaian material yang bisa dipakai balik (*reuse*) serta pemakaian material hasil dari cara siklus balik (*recycle*) ataupun dari cara akuisisi balik (*recovery*) ataupun dengan melaksanakan koreksi (*repair*). Jadi, esoknya *circular economy* itu tidak memahami kotor sebab lalu berkeliling, alhasil pangkal energi alam dipakai lebih efisien serta berdaya guna, serta kebijaksanaan ini pula mendesak pemakaian tenaga pengganti (Khoirudin, et al., 2021). K3 ialah kependekan tutur dari Keamanan serta Kesehatan Kegiatan. Sebutan K3 ini hendak kerap ditemukan kala kamu terletak di tempat kegiatan bagus di pabrik, kantor, bengkel, disekolah ataupun apalagi bila kamu terletak dijalan (Murtalim,

Analisis Unjuk Kerja Eco Racing sebagai Suplemen Penghemat Bahan Bakar, 2020).

Kesehatan serta Keamanan Kegiatan (K3) bisa dimaksud selaku sesuatu usaha proteksi pada daya kegiatan, benda ataupun perlengkapan supaya senantiasa dalam kondisi aman serta segar sepanjang terletak di tempat kegiatan (Sukarman, Dewadi, Supriyanto, Sunandar, & Karyadi, 2021). Informasi- informasi mengenai Kesehatan serta Keamanan Kegiatan (K3) dialami amat berarti di informasikan buat kesinambungan hidup serta profesi orang. Mengenang alangkah berartinya keamanan pada dikala bertugas, hingga penguasa Indonesia di dalam perihal menjamin keamanan pekerja menghasilkan hukum yang mewajibkan diberlakukannya keamanan di dalam bertugas oleh tiap industri ataupun pabrik yang terletak di dalam negeri Indonesia (Amir & Dewadi, Perancangan Mesin Roll Plat Listrik sebagai Peningkatan Efisiensi Kerja di Industri Manufaktur, 2022).

Rambu- rambu Kesehatan serta Keamanan Kegiatan (K3) ialah perlengkapan tolong yang berguna buat menolong menginformasikan ancaman serta buat mencegah kesehatan serta keamanan para pekerja ataupun wisatawan yang terletak di tempat kegiatan itu . Guna dari rambu- rambu Kesehatan serta Keamanan Kegiatan (Murtalim, Dewadi, Amir, & Sigalingging, 2021) (K3), antara lain ialah menarik atensi tiap orang kepada terdapatnya ancaman keamanan serta kesehatan kegiatan, membuktikan mungkin ada kemampuan ancaman yang bisa jadi tidak nampak di tempat kegiatan, sediakan data dengan cara biasa dan membagikan advis (Farahdiansari, Dewadi, & Rahdiana, 2021).

Memberitahukan pada para pekerja dimana mereka wajib memakai perlengkapan penjaga diri dikala terletak di tempat kegiatan. Menginformasikan dimana perlengkapan gawat keamanan diletakkan. Membagikan peringatan cermas kepada sebagian aksi ataupun sikap yang tidak diperbolehkan dicoba di

tempat kegiatani (A, Santosa, Hidayat, Rusnoto, Wibowo, & Dewadi, 2022).

Misalnya, warna buat menginformasikan isi gerakan dalam sesuatu pipa serta ancaman yang tercantum di dalam gerakan itu. Penentuan warna pada rambu- rambu keamanan kegiatan pula menuntut atensi dari mungkin ada kemampuan ancaman yang bisa menimbulkan apes, misalnya kemampuan hendak terdapatnya ancaman bisa ditafsirkan dengan memakai warna kuning (Abbas, *et al.*, 2020).

Apabila mana pekerja mengetahui terdapatnya kemampuan ancaman di sekelilingnya, setelah itu pekerja bisa melaksanakan aksi penangkalan dini supaya tidak terjalin kecelakaan. Oleh karena itu efek mungkin terbentuknya kecelakaan, cedera, cacat ataupun kehancuran yang lain bisa diperkecil. Bagaimanapun pula khasiat rambu- rambu keamanan kegiatan merupakan buat membagikan tindakan cermas hendak terdapatnya ancaman, namun tidak bisa mengeliminasi ataupun kurangi ancaman tesebut pada dikala ancaman itu terjalin (Dewadi, Analisis Efektivitas Liquid Section Heat Exchanger dengan Tube in Tube Heat Exchanger dari Sisi Aplikatif, 2021). Berikut akan dijelaskan mengenai simbol rambu keselamatan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Rambu Keselamatan Kerja (4life, 2018)

Banyak pekerja yang belum pula mengerti dengan rambu-rambu K3 ini merupakan aspek yang berhubungan dengan kesehatan, keamanan, dan keselamatan pekerja yang bertugas di suatu institusi atau cetak biru (Dewadi, Dahlan, & Maulana, Frame e-Bike Optimization Capacity 48V, 2019). Tujuan K3 sendiri merupakan buat menjaga kesehatan serta keamanan area kegiatan, kawan kegiatan, keluarga pekerja, pelanggan, dan orang lain yang pula terbawa- bawa oleh area kegiatan. Untuk Kamu yang belum mengerti serta mengenali mengenai ikon serta rambu- rambu ini, serta data terpaut Kesehatan serta Keamanan Kegiatan ataupun K3, kuncinya simbol- simbolnya (Jati, Sofiyanti, & Dewadi, 2022).

Seperti itu sebagian ikon ataupun ikon Kesehatan serta Keamanan Kegiatan ataupun K3. Dengan menguasai simbol-simbol itu diharapkan supaya para pekerja ataupun teknisi lebih berjaga-jaga serta mengutamakan K3. Lambang-lambang itu terbuat buat meminimalisir terbentuknya kecelakaan kegiatan. Bisa jadi dikala dilapangan hendak ditemui lambang-lambang K3 dengan wujud yang berlainan. Perihal itu tidak permasalahan, sebab inti dari ikon itu sesungguhnya serupa. Perbedaannya cumalah warna, serta wujud dari kepribadian ikon itu (Wibowo, Dewadi, & Afgani, Implementasi Material Titanium pada Sepeda Listrik sebagai Rangka yang Efisien, 2021).

3.3 Investigasi Kecelakaan Kerja

Analitis kecelakaan kegiatan ialah salah satu bagian dari usaha aplikasi Keamanan serta Kesehatan Kegiatan (K3). Aktivitas ini dicoba selaku metode buat menanggulangi permasalahan yang lagi terjalin selanjutnya pemecahan yang wajib dicoba dan jadi penataran buat era kelak. Cara analitis kecelakaan pada dasarnya bisa menolong industri buat menguasai lebih bagus hal resiko apa saja atas kegiatan kegiatan yang dicoba (Mutu Institute, 2021).

Semacam yang luang dijamah, terdapat kalanya' antara' resiko yang sepanjang ini tidak nampak serta teridentifikasi saat sebelum kecelakaan itu terjalin. Dalam tutur lain, analitis sanggup jadi perlengkapan berarti dalam membenarkan serta meningkatkan sistem manajemen K3 industri. Industri bisa memastikan program K3—termasuk penangkalan serta perbaikan—yang lebih bagus alhasil kecelakaan seragam tidak terjalin lagi ataupun memperkecil resiko terganggunya keamanan serta kesehatan kegiatan (Dimiyati, *et al.*, 2021).

3.4 Soal-Soal Latihan

1. Kecelakaan di lalu lintas menghambat perjalanan banyak orang, sebutkan kriteria-kriteria kecelakaan pada lalu lintas beserta upaya mencegahnya ii (Della, *et al.*, 2022)!
2. Apakah tekanan mental atau *stress* bisa memicu kecelakaan kerja? Jika iya secara umum, sebutkan macam-macam kecelakaan kerja yang berasal dari tekanan pikiran (Dewadi, Perancangan Mesin Roll Pelat Dengan Penggerak Motor Listrik Ac 1 Fasa Kapasitas Daya Listrik 180 W, 2016)!
3. Upaya seperti apa yang diperlukan dalam menangani kecelakaan kerja sehingga hal ini bisa di minimalisir ii (Dewadi, Efisiensi Pada Sepeda Listrik Dengan Dinamo Sepeda Sebagai Generator, 2021)?
4. Kriteria yang bagaimanakah yang bisa disebut sebagai kecelakaan kerja tingkat rendah atau tingkat tinggi (Dewadi, Klasifikasi Perpindahan Panas, 2022)?
5. Bagaimana langkah yang tepat dalam penanganan kecelakaan kerja dari yang kecil hingga yang besar (Mulyadi & Dewadi, 2021)?

DAFTAR PUSTAKA

- Farahdiansari, A. P., Dewadi, F. M., & Rahdiana, N. 2021. Analisis Unjuk Kerja BBM dengan Eco-Racing sebagai Campuran BBM yang Ekonomis. *JTMMX*, II(1), 1-5.
- Wibowo, C., Sukarno, S., Nursanti, Y. B., & Dewadi, F. M. 2022. Kebutuhan Perguruan Tinggi di Wonogiri sebagai Bagian dari Pengembangan Sumber Daya Manusia. *VISIONER : Jurnal Penelitian Komunikasi dan Sosial Politik*, IV(1), 20-27.
- Mutu Institute. 2021. Abgerufen am 5. Maret 2023 von <https://mutuinstitute.com/post/investigasi-kecelakaan-kerja/#:~:text=Investigasi%20kecelakaan%20kerja%20adalah%20bagian,terjadinya%20kembali%20di%20masa%20mendatang>.
- 4life. 2018. *sioforklift*. Abgerufen am 05. Maret 2023 von <https://www.sioforklift.com/rambu-rambu-k3-beserta-penjasannya/>
- A, F. M., Santosa, I., Hidayat, R., Rusnoto, Wibowo, A., & Dewadi, F. M. 2022. Optimization of Vapor Compression Type for Desalination of Seawater Using the DFMA Method. *Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore (JTMMX)*, III(1), 1-8.
- Abbas, A., Prayitno, P., Butarbutar, F., Nurkim, N., Prumanto, D., Dewadi, F. M., et al. 2020. Implementation of clustering unsupervised learning using KMeans mapping techniques. Medan: IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering.
- Abdillah, M. H., & Widiyastuti, D. A. 2022. Peningkatan Kualitas Kimia Tanah Sulfat Masam dengan Aplikasi Kombinasi Bahan Organik Lokal dan Limbah Agroindustri. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 27(1), 120-131.
- Almuchtarom, H., Sunarto, & Suparmo. 2017. *BBPPBATU*. Abgerufen am 19. Februari 2023 von <https://bbppbatu.bppsdp.pertanian.go.id/2017/07/27/p>

emanfaatan-limbah-pertanian-dan-agro-industri-sebagai-pakan-ternak-ruminansia/

- Amir, & Dewadi, F. M. 2022. Perancangan Mesin Roll Plat Listrik sebagai Peningkatan Efisiensi Kerja di Industri Manufaktur. *Jurnal Mekanika Terapan*, III(1), 18-25.
- Amir, Khoirudin, Murtalim, Dewadi, F. M., & Mulyadi, D. 2021. Analisis Rancangan Sel Surya untuk Kebutuhan Cadangan Energi Listrik di Kolam Wilayah Graha Raya Bintaro, Tangerang Selatan. *JTMMX*, II(1), 6-12.
- Della, R. H., Nugroho, B. S., Agustiawan, Simarmata, N., Fitriyani, E., Dewadi, F. M., et al. 2022. *Kesehatan & Keselamatan Kerja Era Society 5.0* (1st Ausg.). Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Dewadi, F. M. 2016. *Perancangan Mesin Roll Pelat Dengan Penggerak Motor Listrik Ac 1 Fasa Kapasitas Daya Listrik 180 W*. Jakarta: Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal.
- Dewadi, F. M. 2021. Analisis Efektivitas Liquid Section Heat Exchanger dengan Tube in Tube Heat Exchanger dari Sisi Aplikatif. *JTMMX*, II(1), 28-36.
- Dewadi, F. M. 2021. Efisiensi Pada Sepeda Listrik Dengan Dinamo Sepeda Sebagai Generator. *Praxis : Jurnal Sains, Teknologi, Masyarakat dan Jejaring*, IV(1), 13-23.
- Dewadi, F. M. 2022. Klasifikasi Perpindahan Panas. In R. Pido (Hrsg.), *Perpindahan Panas: Dasar dan Praktisi dari Perspektif Akademisi dan Praktisi* (S. 1-8). Bandung: Indie Press.
- Dewadi, F. M., Dahlan, D., & Maulana, E. 2019. Frame e-Bike Optimization Capacity 48V. *JOJAPS*, XIV, 129-138.
- Dihni, V. A. 2022. *databoks*. Abgerufen am 18. Februari 2023 von <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/05/18/ada-berapa-banyak-sampah-di-laut-indonesia>
- Dimiyati, D., Ashiedieque, A. D., Khoirudin, Sukarman, Dewadi, F. M., Rahdiana, N., et al. 2021. Evaluasi Kekuatan Resistance Spot

- Welding Pada Proses Tailor Welded Blankss Menggunakan Mill-Steel Beda Ketebalan. *Borobudur Engineering Research (BENR)*, I(1), 96-107.
- Jati, R. R., Sofiyanti, B., & Dewadi, F. M. 2022. Pengenalan Material Yang Digunakan Dalam Proses Pengelasan Berdasarkan Spesifikasi Material. *Empowerment: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, I(3), 300-305.
- Juan. 2017. *teknik-otomotif*. Abgerufen am 05. 03 2023 von <https://www.teknik-otomotif.com/2017/02/pengertian-aturan-dan-rambu-rambu-k3.html>
- Karyadi, Nanda, R. A., & Dewadi, F. M. 2022. Pengukuran Intensitas Cahaya Menggunakan Sensor BH-1750 Berbasis Mikrokontroler: Studi Kawasan Kampus UBP Karawang. *Praxis*, V(1), 74-81.
- Karyadi, Nanda, R. A., Amir, & Dewadi, F. M. 2022. Pelatihan Pemanfaatan Aquaponik Bagi Warga Kavling Rawa Bunga, Tangerang Selatan. *Journal of Entrepreneurship and Community Innovations*, I(1), 16-21.
- Karyadi, Nanda, R. A., Dewadi, F. M., Amir, & Rizkiyanto, M. 2022. Archimedes' Principle Applied to Buoy Design for Measuring Purposes in Offshore Illumination Conditions. *JTMMX*, III(1), 40-48.
- Khoirudin, Sukarman, Murtalim, Dewadi, F. M., Rahdiana, N., Rais, A., et al. 2021. A Report on Metal Forming Technology Transfer from Expert to Industry for Improving Production Efficiency. *Mechanical Engineering for Society and Industry*, I(2), 96-103.
- Mulyadi, D., & Dewadi, F. M. 2021. Analisis Rancangan Sel Surya untuk Kebutuhan Cadangan Energi Listrik di Kolam Wilayah Graha Raya Bintaro, Tangerang Selatan. *Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore*, II(1), 6-12.

- Murtalim. 2020. Analisis Unjuk Kerja Eco Racing sebagai Suplemen Penghemat Bahan Bakar. Malang: Universitas Widyagama Malang.
- Murtalim, Dewadi, F. M., Amir, & Sigalingging, W. S. 2021. Pengaruh Parameter Temperatur Quenching terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Rear Hub Spindles. *Buana Ilmu*, V(2), 101-118.
- Nanda, R. A., Supriyanto, A., Dewadi, F. M., Jati, R. R., & Kurniawan, L. A. 2022. Perancangan dan Perakitan Elektronika Mikrokontroler berbasis IOT untuk Studi Pengukuran Sistem HVAC. *JTMMX*, VII(1), 43-55.
- Nandy. 2021. *Gramedia Blog*. Abgerufen am 17. Februari 2023 von <https://www.gramedia.com/literasi/limbah-industri/>
- Naraga Katiga Indonesia. 2022. *Pelatihan Ahli K3 Umum*. Abgerufen am 03. 03 2023 von <https://www.pelatihank3.co.id/informasi/grafik-kecelakaan-kerja-diindonesia-5-tahun-terakhir.html>
- PT. Nebraska. 2010. *nebraska*. Abgerufen am 18. Februari 2023 von <https://nebraska.co.id/blog/view/berbagai-macam-limbah-industri-beserta-contohnya>
- Raja Ma'arof, R. A., Saputra, O. A., Dewadi, F. M., & Noor, A. 2021. *Engaging Students: Blending Class Activities with Industry-linked Teaching Approach in Occupational Safety and Health Course Delivery*. Kuala Lumpur: Universiti Kuala Lumpur.
- Sitorus , E., Rhaptyalyani, Nugroho, B. S., Agustawan, Simarmata, N., Fitriyani, E., et al. 2022. *Patentnr. 000338122*. Indonesia.
- Sukarman, Dewadi, F. M., Supriyanto, A., Sunandar, & Karyadi. 2021. Pengaruh Penahanan Suhu Reaktor pada Pengujian LDPE dengan Debit Air 46 L/Min. *JTMMX*, II(1), 19-27.
- Supriyono, T., Sugiharto, Raja Ma'arof, R. A., Dewadi, F. M., & Nanda, R. A. 2022. Analisis Chassis Mobil Robot Penanaman Bibit Kangkung Menggunakan Metode Elemen Hingga. *JTMMX*, II(2), 1-8.

- Surbakti, D., Wibowo, C., & Dewadi, F. M. 2022. Perbaikan Gerobak Sampah sebagai Bagian dari Manajemen Sampah Sisi Hulu di Lingkungan Permata Penggilingan Jakarta. *Indonesian Journal of Engagement, Community Services, Empowerment and Development*, II(2), 165-174.
- Wibowo, C., & Dewadi, F. M. 2022. Design Pressure Reduction System (PRS) untuk Compressed Natural Gas (CNG) Kapasitas 30 Nm³/h dalam Sisi Teknis dan Ekonomis. *TEKINFO: Jurnal Penelitian Teknik dan Informatika*, II(2), 60-65.
- Wibowo, C., Dewadi, F. M., & Afgani, A. A. 2021. Implementasi Material Titanium pada Sepeda Listrik sebagai Rangka yang Efisien. *JTMMX*, II(1), 13-18.
- Wikimedia Project. 2021. *Wikipedia*. Abgerufen am 18. Februari 2023 von <https://id.wikipedia.org/wiki/Agroindustri>

BAB 4

BEHAVIOUR BASED SAFETY

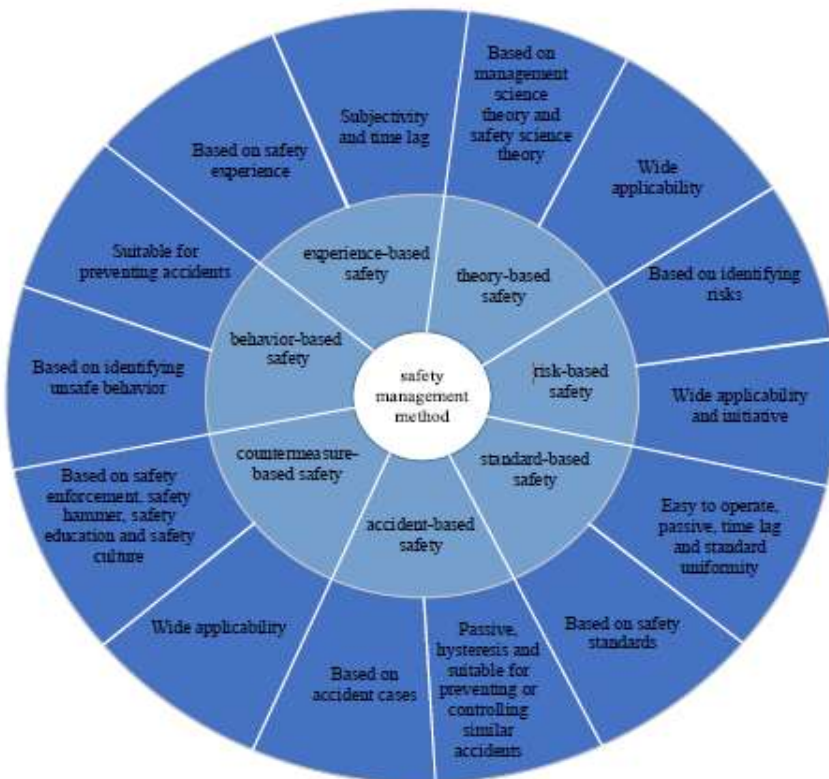
Oleh Dimas Akmarul Putera

4.1 Pendahuluan

Pemberi kerja berkewajiban secara hukum dan moral untuk memastikan bahwa semua karyawan memiliki lingkungan kerja yang aman dan sehat (Esterhuizen and Martins, 2016). Setiap perusahaan dituntut untuk terus berinovasi guna mempertahankan eksistensinya di dunia bisnis. Untuk itu perusahaan berupaya maksimal untuk meningkatkan daya saingnya melalui strategi yang diterapkan perusahaan untuk menjadi perusahaan yang unggul (Putera *et al.*, 2022)

Korban harian dan kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh kecelakaan di berbagai organisasi di negara dan wilayah di seluruh dunia telah menarik perhatian industri, akademisi, dan pemerintah. Dengan demikian, dalam beberapa dekade terakhir, mengelola perilaku keselamatan secara bertahap mendapat perhatian luas di berbagai industry. Akibatnya, penelitian perilaku keselamatan telah menjadi bagian penting dari aliran penelitian dalam manajemen keselamatan (Wang *et al.*, 2017). Fokus keselamatan berbasis perilaku (*Behaviour Based Safety* atau BBS) secara khusus adalah untuk meningkatkan perilaku keselamatan dengan meningkatkan kesadaran diri dan motivasi pekerja melalui umpan balik. Bersama dengan keselamatan berbasis pengalaman (ExBS atau *experience based safety*), keselamatan berbasis teori (TBS atau *theory based safety*), keselamatan berbasis standar (SBS *standart based safety*), keselamatan berbasis risiko (RBS *risk based safety*), keselamatan berbasis kecelakaan (ABS *accident based safety*), dan keselamatan berbasis penanggulangan (CBS atau

countermeasure based safety), BBS merupakan aliran penelitian kritis manajemen keselamatan. Untuk Gambar area penelitian *behavior based safety* dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4.1. Area Penelitian *behavior based safety*

(Sumber : Xingwei Li, 2019. A Review of Worker Behavior-Based Safety Research: Current Trends and Future Prospects. IOP Publishing, doi:10.1088/1755-1315/371/3/032047)

Luas dan volume studi ini memberikan bukti lebih lanjut bahwa akademisi dan pembuat kebijakan sangat mementingkan masalah manajemen keselamatan. Secara khusus, BBS pekerja

telah mendapat perhatian yang meningkat di kalangan sarjana manajemen keselamatan internasional dalam beberapa tahun terakhir (Li and Long, 2019)

4.2 Sejarah *Behaviour Based Safety*

Apa itu perilaku? Perilaku hanyalah apa pun yang dilakukan atau dikatakan seseorang. Secara psikologis, perilaku adalah tindakan atau reaksi orang atau hal dalam menanggapi rangsangan eksternal atau internal. Selama dekade terakhir, banyak penelitian telah dilakukan pada teori (Ajzen, 1991) tentang tindakan beralasan. Menurut teori, perilaku ditentukan oleh niat perilaku untuk memancarkan perilaku. Teori tersebut mengusulkan bahwa perilaku dipengaruhi oleh niat perilaku yang, pada gilirannya, dipengaruhi oleh sikap terhadap tindakan dan norma subyektif (Fishbein and Ajzen, 1975).

Ilmu perilaku telah menjadi salah satu landasan teoretis manajemen di dalam dan luar negeri. Ini telah diakui dan diterapkan dalam banyak studi manajemen keselamatan. (Heinrich, 1931) adalah salah satu orang pertama yang mempelajari pencegahan kecelakaan dan mengusulkan teori rantai sebab-akibat kecelakaan.

BBS secara resmi disajikan sebagai konsep yang didasarkan pada ilmu perilaku; itu mencakup perilaku tidak aman dan perilaku keselamatan yang didefinisikan secara sempit. Dengan mengamati tindakan di lokasi produksi dan menangani perilaku pekerja, kemampuan pekerja untuk merespons secara proaktif dapat ditingkatkan untuk memperbaiki perilaku manusia yang tidak aman, dan pelatihan tentang perilaku aman dapat diberikan untuk memastikan iklim yang aman dan meningkatkan kinerja keselamatan (Straub, 2005). Perilaku tidak aman adalah manifestasi dari perilaku keselamatan umum dan perilaku tidak aman pekerja adalah bagian dari BBS pekerja.

Kesehatan dan keselamatan kerja di tempat kerja, memengaruhi karyawan serta kinerja organisasi secara keseluruhan dalam berbagai cara. Enam di antaranya termasuk efek manusia, efek material, efek tidak berwujud, efek keuangan, efek pribadi, dan efek hukum.

4.3 *Behaviour Based Safety (BBS)*

Banyak pendekatan untuk meningkatkan keselamatan berkonsentrasi pada perubahan sikap orang, dengan harapan dapat mempengaruhi perilaku mereka selanjutnya. Asumsi yang mendasari pendekatan ini adalah bahwa sikap menyebabkan perilaku. Asumsi ini, bagaimanapun, tidak akurat. Sejumlah besar bukti ilmiah menunjukkan bahwa hubungan antara sikap dan perilaku adalah hubungan yang lemah.

Menurut (McSween, 2003) jika kita mengubah kebiasaan keselamatan orang, sikap mereka tentang keselamatan akan mengikuti, terutama ketika rekan-rekan mereka mengadopsi kebiasaan keselamatan yang lebih baik. Ketika kita memiliki sekelompok orang dengan kebiasaan dan sikap serupa tentang keselamatan, kita mulai berbicara tentang orang yang memiliki budaya keselamatan yang sama; Kemudian kita ingin berbicara tentang mengubah budaya, kita harus berbicara tentang mengubah perilaku orang.

BBS adalah aplikasi sistematis penelitian psikologis tentang perilaku manusia terhadap masalah keselamatan (Cooper, 1994). (Heinrich, 1931) memperkirakan bahwa 85% kecelakaan dapat dikaitkan dengan tindakan yang tidak aman. (Blackmon and Gramopadhye, 1995) menyatakan bahwa 98% dari semua kecelakaan disebabkan oleh perilaku yang tidak aman. ((HSE), 2002) mengungkapkan bahwa 80-90% dari semua kecelakaan dan insiden di tempat kerja dikaitkan dengan perilaku yang tidak aman. (Nishigaki *et al.*, 1994) menemukan bahwa sebagian besar kecelakaan terjadi karena kegagalan perlengkapan manusia.

Misalnya, tidak memegang pegangan saat naik atau turun tangga, tidak menyimpan peralatan setelah menyelesaikan tugas, dll., Semua perilaku yang tidak aman. Pemicu untuk berperilaku tidak aman mencakup berbagai kesalahan sistem manajemen yang terkait dengan setiap insiden. Pemicu ini biasanya termasuk menyelesaikan pekerjaan, memenuhi target produksi yang berlebihan, prioritas yang bersaing, jadwal konstruksi yang ketat, kurangnya pelatihan dan kurangnya ketersediaan peralatan atau bahan

Upaya keselamatan berbasis perilaku (BBS) dirancang untuk memikat pekerja agar berperilaku aman. Elemen program bervariasi, tetapi fokus adalah mengubah perilaku pekerja daripada paparan pekerjaan (Lessin, 2010). BBS termasuk hal-hal seperti insentif pribadi atau kelompok untuk tingkat cedera yang lebih rendah dan hukuman atau sanksi untuk kegiatan atau cedera yang tidak aman seperti pengujian narkoba pasca-cedera. Tidak selalu jelas apakah maksud dari program tersebut benar-benar meningkatkan keamanan atau hanya untuk menurunkan pelaporan cedera.

Sementara iklim keselamatan didefinisikan dengan cara yang berbeda, secara umum diakui sebagai penilaian kolektif tentang persepsi praktik keselamatan dan prosedur yang mencakup kebijakan implisit dan eksplisit. Lebih lanjut, iklim keselamatan kadang-kadang dipandang sebagai cara yang lebih proaktif untuk mendorong keselamatan daripada program berbasis perilaku reaktif (Seo *et al.*, 2004)

Memang, sikap seringkali merupakan ekspresi dari bagaimana kita ingin melihat diri kita berperilaku, bukan perilaku yang sebenarnya kita lakukan. Misalnya, bukti telah menunjukkan bahwa pekerja dengan sikap yang paling baik terhadap alat pelindung diri adalah mereka yang paling tidak mungkin melakukannya. benar-benar menggunakannya dalam praktek. Demikian pula, manajemen senior di banyak perusahaan

mengungkapkan pandangan bahwa keselamatan karyawannya adalah yang paling penting. Namun, sangat sering para manajer yang sama ini merancang sistem alur kerja secara keseluruhan, dan/atau sistem penghargaan sedemikian rupa sehingga mendorong praktik yang tidak aman. BBS adalah salah satu cara efektif untuk mengelola masalah keselamatan pekerja. (DePasquale and Geller, 1999) mempelajari perilaku keselamatan pekerja di 20 industri dan hasilnya menunjukkan bahwa pelatihan perilaku keselamatan pekerja efektif.

Oleh karena itu, pendekatan perilaku untuk meningkatkan keselamatan berbeda dari pendekatan tradisional dalam dua cara sederhana. Yang pertama adalah konsentrasinya pada perilaku keselamatan yang dapat diamati, daripada sikap terhadap keselamatan yang tidak dapat diamati. Yang kedua adalah penekanannya pada dorongan perilaku aman, bukan hukuman perilaku tidak aman. Banyak organisasi berpendapat bahwa mereka mendorong perilaku yang diinginkan. Namun, seringkali sistem penghargaan dan/atau kebijakan perusahaan cenderung mendorong perilaku yang tidak diinginkan. Ilustrasi berikut berfokus pada industri konstruksi, meskipun juga relevan untuk semua industri lainnya (Hinze and Parker, 1978).

Demikian pula, kurangnya pelatihan keselamatan formal untuk manajer lokasi baru tidak menempatkan manajemen lokasi baru dalam situasi yang ideal untuk meningkatkan keselamatan di lokasi, hanya karena mereka tidak tahu apa yang aman dan apa yang tidak. Selanjutnya, sistem penghargaan yang menekankan pembayaran hanya berdasarkan hasil (yaitu pekerjaan target) mengakibatkan pelanggaran praktik kerja yang aman; pemahaman implisit antara operator dan manajemen untuk menutup mata terhadap praktik yang tidak aman; dan, keyakinan di antara pekerja dan manajer bahwa mematuhi aturan keselamatan akan sangat mengurangi produksi yang mengarah pada kepatuhan hanya pada aturan yang tidak memakan waktu (Hale, 1984).

Pendekatannya harus bahwa semua harus berpikir dan bertindak dengan aman dengan memiliki kontribusi pribadi dan keterlibatan mereka diundang. Sistem pengukuran kinerja harus mementingkan kepentingan baik pada manajemen kesehatan dan keselamatan individu dan kelompok di tempat kerja. Prioritas juga harus ditempatkan pada pengembangan, audit, ulasan dan koordinasi semua keamanan kerja. Namun, pada dasar manajemen keselamatan berbasis perilaku adalah konsep yang harus dipahami dengan jelas, yang merupakan penilaian risiko (Vries, 2022).

Menurut (Safety, 2012) pemicu lain sering berada dalam kendali langsung manajemen garis depan dan atau karyawan seperti rumah tangga yang buruk dan menggunakan Peralatan Pelindung Pribadi (APD).

4.3.1 Bahaya (*Hazard*) dan Resiko (*Risk*)

Hazard merupakan Potensi mesin, peralatan, proses, material, atau faktor fisik dalam lingkungan kerja untuk menyebabkan kerusakan pada orang, lingkungan, aset, atau produksi. Sementara *Risk* adalah kemungkinan cedera, kehilangan atau cedera lingkungan yang diciptakan oleh bahaya. Pentingnya risiko adalah fungsi dari probabilitas insiden yang tidak diinginkan dan keparahan konsekuensinya (Sinha, 2019).

Bahaya muncul dari risiko. Identifikasi bahaya intensif sangat penting untuk administrasi risiko yang kuat; Seseorang tidak dapat berurusan dengan risiko yang muncul dari bahaya yang belum dibedakan.

Bahaya adalah sesuatu yang berpotensi menyebabkan kerusakan, tetapi risikonya adalah kemungkinan bahaya yang menyebabkan bahaya. Jadi, ada kemungkinan terjadi beberapa tingkat kerugian yang bersentuhan dengan peristiwa bahaya. Misalnya, salju turun di jalan raya adalah bahaya karena karena turun salju, jalan menjadi licin dan yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada kehidupan manusia serta kerusakan pada mobil

juga. Risiko dari bahaya ini adalah fungsi dari probabilitas menemukan salju saat mengemudi di jalan raya dan keparahan konsekuensi mengemudi di atas tambalan es. Jika seorang pengemudi ingin mengemudi di atas tambalan es pada kecepatan yang sama selama badai musim dingin di malam hari, maka probabilitas risiko lebih tinggi, dan konsekuensi dari risiko akan parah. Menunggu badai berakhir dan truk garam atau pasir untuk menyelesaikan pekerjaan mereka, bersama dengan mengurangi kecepatan dan melakukan perjalanan di siang hari, mengurangi probabilitas dan keparahan konsekuensi. Dengan demikian, risiko, dalam hal ini, akan lebih rendah daripada dalam skenario risiko tinggi sebelumnya.

4.3.2 Peran Kepemimpinan Dalam Perilaku Keselamatan

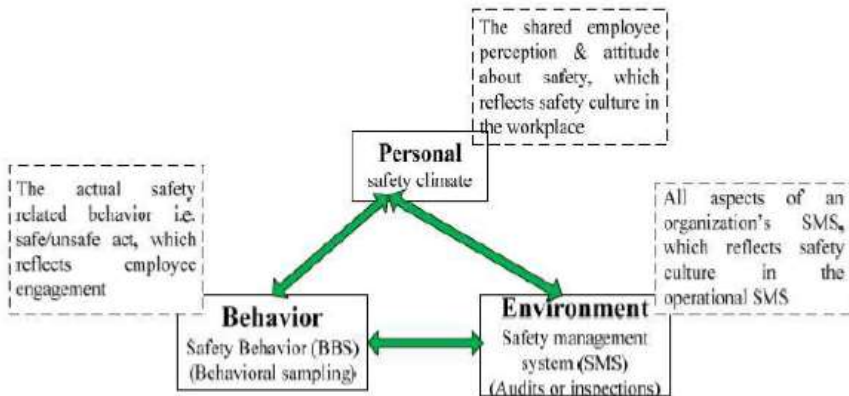
Untuk menciptakan lingkungan yang kondusif yang akan berujung pada budaya keselamatan berbasis perilaku, iklim keselamatan harus disimpulkan. Iklim keselamatan adalah konstruksi dangkal yang terdiri dari keyakinan dan sikap karyawan, yang memandu perilaku mereka selanjutnya (Bentley and Tappin, 2010). Peneliti mengidentifikasi karakteristik dan indikator budaya keselamatan sebagai elemen untuk peningkatan keselamatan di tempat kerja dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1. Karakteristik dan Indikator Budaya Keselamatan

Karakteristik	Indikator
Komitmen	Tanggung jawab manajemen. Persepsi kepentingan dari keselamatan, prosedur keselamatan, keterlibatan pribadi dalam keselamatan dan tanggung jawab terhadap keselamatan
Perilaku	Perilaku pegawai terhadap keselamatan, perasaan yang sama, kepuasan pekerja, dan peralatan yang mumpuni
Kesadaran	Sikap terhadap bahaya yang tidak tercatat, kesadaran pekerjaan termasuk risiko keselamatan
Adaptasi	Proaktif dalam mencegah risiko, aksi dalam mencegah kecelakaan
Informasi	Ketersediaan informasi, komunikasi dalam pekerjaan, melakukan pengecekan terhadap pekerjaan
Penerapan	Evaluasi dalam perilaku yang menyebabkan keselamatan kerja

Sumber: Cruise Castillo Vries, 2022., A Literature Review on Factors Affecting Behavioral Based Safety in the workplace.

Tabel diatas dapat digunakan sebagai alat identifikasi bahaya di tempat kerja dan penilaian risiko. Gambar 4.1 berikut di bawah menggambarkan model budaya keselamatan terpadu.



Gambar 4.2. Model Keselatan Kerja

(Sumber : Cruise Castillo Vries, 2022., A Literature Review on Factors Affecting Behavioral Based Safety in the workplace.)

Pada Gambar 4.2 diatas, model budaya keselamatan memiliki tiga dimensi yang saling bergantung yaitu, lingkungan, perilaku, dan orang. Sayangnya, tidak adanya pertimbangan peran yang dimainkan oleh lingkungan eksternal dan badan-badan kolaboratif, tidak dapat diabaikan. Meskipun demikian, model terintegrasi dengan berbagai alat ini akan memungkinkan dilakukannya analisis holistik terhadap budaya keselamatan. Occupational Health and Safety Management System (OHSMS) adalah metode keselamatan sistem dan didefinisikan sebagai pendekatan terorganisir untuk mengelola keselamatan untuk memasukkan kebijakan, prosedur, struktur organisasi, dan akuntabilitas yang diperlukan. Sistem ini didasarkan pada *Safety Policy*, *Risk Management*, *Safety Assurance* dan *Safety Promotion* sebagai empat pilar (Velazquez and Bier, 2015).

Meskipun penerapan SMK3 tersebar luas, terutama di seluruh perusahaan internasional, efektivitasnya diragukan. Pemimpin harus dilengkapi dengan keterampilan dan

pemahaman untuk memberi contoh perilaku baru. Pemimpin harus memiliki pengetahuan dan diperlengkapi untuk terlibat dan mengaktifkan komunikasi yang berarti yang dimulai oleh manajemen dan atasan. Diskusi dengan pekerja untuk mendengar keprihatinan yang lebih dalam dan membangun kesadaran akan kesejahteraan karyawan (Goh *et al.*, 2012).

Manajemen memungkinkan organisasi untuk menangani ancaman secara tepat dengan merancang dan menerapkan strategi perilaku yang efisien dan menerapkan tindakan manajemen krisis yang tepat untuk meminimalkan risiko dalam menghadapi ancaman. Ketidakpastian mengacu pada perbedaan antara informasi yang dimiliki pelanggan dan apa yang organisasi dan perusahaan dapat berikan (Putera, 2021).

Beberapa studi tentang faktor-faktor yang berhasil membedakan organisasi yang berhasil mencapai inisiatif peningkatan keselamatan dari mereka yang kurang berhasil, telah menunjukkan bahwa kualitas kepemimpinan adalah faktor pembeda yang paling penting (Martins and Esterhuizen, 2015). Seorang pemimpin dengan demikian dapat digambarkan sebagai seseorang yang mempengaruhi perilaku orang lain untuk mencapai tujuan tertentu. Sasaran ini termasuk peningkatan kinerja keselamatan. Kepemimpinan keselamatan adalah pengaruh interpersonal seorang pemimpin terhadap bawahannya untuk mencapai target kinerja keselamatan organisasi (Jones, 2006).

4.4 Kesimpulan

Perbedaan budaya keselamatan berdampak besar pada keselamatan di tempat kerja, karena keadaannya yang dinamis. Mengingat hal ini, pentingnya pertumbuhan dan stimulasi dalam lingkungan budaya keselamatan yang terus berubah, sangat penting untuk memastikan karyawan tidak terikat oleh pola pikir

reaktif. Manajemen risiko kesehatan dan keselamatan memiliki implikasi yang sangat besar baik bagi pekerja maupun pemberi kerja jika tidak diterapkan dan dikelola dengan benar. Berlawanan dengan paham populer, kebijakan K3 yang ditandatangani tidak cukup untuk memastikan perubahan perilaku karyawan. Kemajuan teknologi di tempat kerja dapat digunakan untuk mengurangi tingkat keterpaparan karyawan terhadap situasi berbahaya.

Behaviour Based Safety dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor di tempat kerja. Struktur faktor alat penilaian kepemimpinan keselamatan untuk industri pertambangan dapat dilihat sebagai faktor kontribusi yang secara positif mempengaruhi perilaku pekerja terhadap keselamatan di tempat kerja. Dengan demikian, organisasi yang serius dalam peningkatan keselamatan di tempat kerja serta kinerja bisnis, akan memastikan bahwa kualitas kepemimpinan keselamatan mereka setara dan di atas standar industri yang diakui. Hal ini berhubungan positif dengan peningkatan perilaku keselamatan di tempat kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- (HSE), H. and S. E. 2002. *Strategies to pormote safe behaviour as part of a helath and safety management system, Health and Safety Executive Contract Research Report 430/2002, UK Merseyside*. Available at: http://www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/2002/crr02430.pdf.
- Ajzen, I. 1991. 'The theory of planned behavior', *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), pp. 179–211. doi: [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T).
- Bentley, T. and Tappin, D. 2010. 'Incorporating organisational safety culture within ergonomics practice.', *Ergonomics*, 53(10), pp. 1167–1174. doi: 10.1080/00140139.2010.512981.
- Blackmon, R. B. and Gramopadhye, A. K. 1995. 'Improving Construction Safety by Providing Positive Feedback on Backup Alarms', *Journal of Construction Engineering and Management*, 121(2), pp. 166–171. doi: 10.1061/(asce)0733-9364(1995)121:2(166).
- Cooper, D. 1994. 'Implementing the behavior based approach to safety: A practical guide', *The Safety and Health Practitioner*, 12, pp. 18–23.
- DePasquale, J. P. and Geller, E. S. 1999. 'Critical Success Factors for Behavior-Based Safety: A Study of Twenty Industry-wide Applications', *Journal of Safety Research*, 30(4), pp. 237–249. doi: [https://doi.org/10.1016/S0022-4375\(99\)00019-5](https://doi.org/10.1016/S0022-4375(99)00019-5).
- Esterhuizen, W. and Martins, N. 2016. 'The factor structure of a safety leadership assessment tool for the mining industry', *Journal of Contemporary Management*, 13, pp. 2016–2017.
- Fishbein, M. and Ajzen, I. 1975. *Belief, attitude, intention and behaviour: An introduction to theory and research*.

- Goh, Y. M. *et al.* 2012. 'Dynamics of safety performance and culture: A group model building approach', *Accident Analysis & Prevention*, 48, pp. 118–125. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.05.010>.
- Hale, A. R. 1984. 'Is safety training worthwhile?', *Journal of Occupational Accidents*, 6(1), pp. 17–33. doi: [https://doi.org/10.1016/0376-6349\(84\)90026-9](https://doi.org/10.1016/0376-6349(84)90026-9).
- Heinrich, H. W. (Herbert W. 1931. *Industrial accident prevention; a scientific approach*. First edition. New York; London: McGraw-Hill book company, inc., 1931. Available at: <https://search.library.wisc.edu/catalog/999854352802121>.
- Hinze, J. and Parker, H. W. 1978. 'Safety: Productivity and Job Pressures', *Journal of the Construction Division*, 104, pp. 27–34.
- Jones, K. 2006. *Transformational Leadership for Transformational Safety, Occupational Health and Safety*. Available at: <https://ohsonline.com/Articles/2006/06/Transformational-Leadership-for-Transformational-Safety.aspx> (Accessed: 1 March 2023).
- Lessin, N. 2010. *Confronting Blame-the-Worker Safety Programs, Labour Notes*. Available at: <https://www.labornotes.org/2010/05/confronting-blame-worker-safety-programs> (Accessed: 28 February 2023).
- Li, X. and Long, H. 2019. 'A Review of Worker Behavior-Based Safety Research: Current Trends and Future Prospects', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 371(3). doi: 10.1088/1755-1315/371/3/032047.
- Martins, N. and Esterhuizen, W. 2015. 'A Mixed Method Approach to Evaluate the Impact of Coaching on Safety Leadership', *4th European Conference on Research Methodology for Business and Management*.

- McSween, T. E. 2003. 'Behavioral Safety Process', in *Values-Based Safety Process*, pp. 29–32. doi: <https://doi.org/10.1002/0471721611.ch4>.
- Nishigaki, S. *et al.* 1994. 'Humanware, Human Error, and Hiyari-Hat: A Template of Unsafe Symptoms', *Journal of Construction Engineering and Management-asce*, 120, pp. 421–442.
- Putera, D. A. 2021. 'Pengendalian Persediaan Beras Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis Di Perum Bulog Divre Sumut', *Post Graduate Tesis*. Medan: Universitas Sumatera Utara, pp. 1–80. Available at: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/47744>.
- Putera, D. A. *et al.* 2022. 'PENGUKURAN KINERJA PERUSAHAAN DENGAN OBJECTIVE MATRIX (OMAX) PADA PT.XYZ', *Jurnal Manajemen Rekayasa dan Inovasi Bisnis*, 1(1), pp. 21–33.
- Safety, B. B. 2012. *Psychology of Behavioral Safety, Behavioral Safety and Safety Leadership*. Available at: <https://www.behavioral-safety.com/component/content/article/3-psychology/2-the-psychology-of-behavioral-safety> (Accessed: 28 February 2023).
- Seo, D.-C. *et al.* 2004. 'A cross-validation of safety climate scale using confirmatory factor analytic approach', *Journal of Safety Research*, 35(4), pp. 427–445. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2004.04.006>.
- Sinha, T. 2019. 'Risk Assessment and Management'. doi: 10.13140/RG.2.2.13427.48160.
- Straub, L. 2005. 'Behavior-Based Safety', *Water Well Journal*, 59(12), pp. 30–32.
- Velazquez, J. and Bier, N. 2015. 'SMS and CRM: Parallels and Opposites in their Evolution', *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*, 24(2). doi: 10.15394/jaaer.2015.1616.

- Vries, C. C. 2022. 'A Literature Review on Factors Affecting Behavioral Based Safety in the workplace', (June). Available at: <https://www.researchgate.net/publication/361118553>.
- Wang, B. *et al.* 2017. 'Evidence-based safety (EBS) management: A new approach to teaching the practice of safety management (SM)', *Journal of Safety Research*, 63, pp. 21–28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2017.08.012>.

BAB 5

RISIKO KEBAKARAN DI TEMPAT KERJA

Oleh Aulia Agung Dermawan

5.1 Pendahuluan

Di antara catatan global untuk insiden kesehatan dan keselamatan di tempat kerja Korban tewas dalam kebakaran pabrik menempati tempat dalam rekor dunia Keselamatan Kerja paling parah dan (K3) paling parah. Kecelakaan kesehatan dan kematian dalam kebakaran manufaktur menempati peringkat hampir langsung setelah bencana alam seperti gempa bumi.

Menurut sejarah kecelakaan tunggal K3, itu mungkin hanya kebocoran. Sepanjang sejarah Keselamatan dan Kesehatan Kerja, mungkin hanya pelepasan bahan kimia di Bhopal dan lahan bawah tanah yang luas yang mengakibatkan lebih banyak nyawa daripada kecelakaan tambang batu bara yang mengakibatkan lebih banyak kematian daripada kebakaran yang terjadi di perusahaan di seluruh dunia (ILO, 2018).

Contoh bencana tersebut termasuk berikut ini Gambar 5.1

1911	New York AS	146 tewas dalam kebakaran di sebuah pabrik garmen
1988	Piper Alpha North Sea, Inggris	167 tewas oleh kebakaran di sebuah anjungan minyak
1993	Nakhon Pathom Thailand	188 tewas di kebakaran di sebuah pabrik mainan
2012	Karachi Pakistan	289 tewas di kebakaran di sebuah pabrik garmen

Gambar 5.1. Kebakaran di tempat Kerja

Sumber: (ILO, 2018)

5.2 Penilaian Risiko

Penilaian risiko kebakaran tidak hanya untuk pabrik proses kimia besar atau untuk tempat yang kompleks. Adalah wajib bagi pengusaha untuk melakukan penilaian risiko kebakaran terlepas dari ukuran dan kompleksitas tempat atau operasi kerja. Namun, adil untuk mengatakan bahwa tempat kerja sederhana memerlukan penilaian risiko yang jauh lebih sederhana daripada yang dibutuhkan oleh pabrik proses industri besar.

Aspek penting dari penilaian risiko kebakaran adalah bahwa hal itu cocok dengan kompleksitas bahaya dan risiko di tempat kerja tertentu. Sebagai panduan untuk kompleksitas risiko, berikut ini dapat digunakan(Thomson, 2016):

Tempat Berisiko Tinggi

Premis berisiko tinggi dalam kaitannya dengan penilaian risiko kebakaran dapat mencakup tempat kerja di mana:

- Ada risiko hidup yang tinggi, misalnya sejumlah besar orang yang dipekerjakan atau hadir;
- Ada sejumlah besar bahan yang mudah terbakar atau sangat mudah terbakar yang diproses, disimpan atau digunakan; dan
- Ada risiko tinggi penyebaran api yang cepat melalui premis, misalnya bangunan bersejarah yang lebih tua yang tidak mengandung bahan tahan api modern atau bangunan dengan sejumlah besar langit-langit palsu atau rongga lainnya.

Tempat kerja berisiko tinggi memerlukan penilaian komprehensif risiko kebakaran, yang harus dirinci dengan baik dan harus dikomunikasikan kepada semua orang yang bersangkutan. Tinjauan rutin terhadap penilaian risiko harus dilakukan, dengan mempertimbangkan setiap perubahan dalam struktur, operasi

kerja atau teknologi yang tersedia untuk meningkatkan ketahanan api bahan

Tempat Berisiko Menengah

Premis risiko sedang dalam kaitannya dengan penilaian risiko kebakaran dapat mencakup tempat kerja di mana:

- Ada sejumlah besar orang yang hadir; namun, bangunan mungkin modern dalam konstruksi dan dapat mengandung api untuk jangka waktu yang cukup untuk memungkinkan semua penghuni melarikan diri;
- Ada bahan yang mudah terbakar, tetapi ini disimpan dan digunakan di area dengan bahan tahan api yang baik; dan
- Penyebaran api yang cepat tidak mungkin terjadi karena metode konstruksi modern.

Sekali lagi, penilaian risiko kebakaran penting, dan harus mencakup kegiatan kerja dan orang-orang yang kemungkinan akan terlibat. Namun, penilaian yang kurang komprehensif diperlukan, dan penilaian dapat ditinjau lebih jarang daripada penilaian untuk tempat berisiko tinggi.

Tempat Berisiko Rendah

Low-risk premise dalam kaitannya dengan penilaian risiko kebakaran mungkin termasuk a workplace di mana:

- Sejumlah kecil orang dipekerjakan atau hadir di tempat kerja;
- Jumlah yang sangat minimal dari bahan yang mudah terbakar digunakan dan disimpan dan bahkan di tempat-tempat di mana ini digunakan atau disimpan, mereka disimpan di area yang ditunjuk dengan benar; dan
- Penyebaran api yang cepat tidak mungkin terjadi karena ukuran dan/atau konstruksi premis.

Penilaian risiko kebakaran untuk tempat tersebut mungkin cukup sederhana, dan di tempat seperti itu, hanya risiko signifikan yang perlu dicatat. Adalah penting bahwa, meskipun premisnya mungkin berisiko rendah, kepuasan manajemen dan karyawan tidak menempatkan orang pada risiko yang tidak perlu. Kebakaran masih dapat terjadi dan dapat membunuh serta melukai orang bahkan di tempat kerja terkecil. Terlepas dari kategori risikonya, penilaian risiko kebakaran harus dilakukan

keluar untuk semua tempat kerja, bahkan jika tempat kerja telah tunduk pada persetujuan sebelumnya oleh berbagai otoritas penegak untuk keselamatan kebakaran lainnya, perizinan atau undang-undang bangunan Penting untuk diingat bahwa setiap perubahan pada tindakan pencegahan kebakaran diusulkan sebagai Hasil dari melakukan penilaian risiko kebakaran tidak bertentangan dengan kontrol yang diberlakukan oleh undang-undang lain. Jika ada keraguan, otoritas pemadam kebakaran setempat harus dihubungi sebelum perubahan apa pun, terutama perubahan struktural atau perubahan yang melibatkan cara melarikan diri, dilakukan. Poin penting lainnya adalah di mana pengusaha lain berbagi tempat. Setelah melakukan penilaian risiko kebakaran, semua pengusaha yang berbagi premis atau bangunan harus diberitahu tentang hasil penilaian dan tindakan pengendalian apa pun yang tidak dapat dikendalikan.

5.2.1 Penilaian Risiko dan Risiko Kebakaran

Risiko adalah potensi realisasi kondisi buruk yang tidak diinginkan, dengan mempertimbangkan skenario dan kemungkinan serta konsekuensi terkaitnya. Secara khusus, risiko kebakaran dapat didefinisikan sebagai ukuran kuantitatif atau kualitatif dari potensi kehilangan insiden kebakaran untuk aplikasi rekayasa proteksi kebakaran jika terjadi kemungkinan dan konsekuensi agregat.

Penilaian risiko kebakaran adalah proses memperkirakan dan mengevaluasi risiko yang terkait dengan kebakaran yang

mempengaruhi bangunan, fasilitas, atau proses. Metode ini mencakup evaluasi skenario kebakaran yang relevan dengan frekuensi dan konsekuensi terkait menggunakan satu atau lebih kriteria penerimaan. Dalam praktiknya, penilaian risiko kebakaran digunakan untuk(Furness and Muckett, 2006):

- Memilih desain yang sesuai dengan mempertimbangkan risiko kebakaran dan biaya yang terkait dengan berbagai alternatif
- Mengelola risiko kebakaran di gedung, fasilitas, atau proses
- Menginformasikan resolusi proses peraturan, seperti mengevaluasi risiko yang terkait dengan kepatuhan kode, menentukan konfigurasi yang dapat diterima dalam aplikasi berbasis risiko/kinerja.

Mungkin ada beberapa cara untuk menilai risiko kebakaran. Oleh karena itu, cara risiko didefinisikan dalam aplikasi didasarkan pada tujuan spesifik penelitian. Misalnya(Furness and Muckett, 2006):

- Jika tujuannya adalah keselamatan jiwa dan ada kekhawatiran tentang kematian manusia di sebuah gedung, risiko dapat diukur dalam hal potensi jumlah kematian per tahun.
- Jika tujuannya berpusat pada perlindungan properti, risiko harus diukur berdasarkan potensi nilai finansial kerugian per tahun.

5.2.2 Apa itu Penilaian Risiko Kebakaran?

Penilaian risiko kebakaran adalah penilaian risiko terhadap orang-orang dan properti sebagai akibat dari kebakaran yang tidak diinginkan. Ini menggunakan prinsip dasar penilaian risiko yang sama yang digunakan di banyak bidang lain. Penilaian risiko sederhana mempertimbangkan kemungkinan terjadinya skenario kebakaran tertentu yang tidak diinginkan dan konsekuensi dari skenario itu. Penilaian risiko yang komprehensif

mempertimbangkan semua kemungkinan skenario kebakaran yang tidak diinginkan dan konsekuensinya. Definisi skenario kebakaran akan dibahas pada bagian selanjutnya. Ini melibatkan hubungan peristiwa kebakaran yang diantisipasi dengan keberhasilan atau kegagalan tindakan perlindungan kebakaran tertentu. Pertimbangkan, sebagai contoh, penilaian risiko yang diharapkan terhadap kehidupan untuk penghuni di sebuah gedung sebagai akibat dari satu skenario kebakaran tunggal. Risiko yang diharapkan terhadap kehidupan

$$\text{Expected risk to life} = P \cdot C, \quad (5.1)$$

di mana P adalah probabilitas skenario kebakaran tertentu dan C adalah jumlah kematian yang diharapkan sebagai konsekuensi dari skenario kebakaran itu. Jika probabilitas skenario kebakaran tertentu terjadi di sebuah bangunan adalah setiap 20 tahun sekali, maka $P = 0,05$ kebakaran per tahun. Jika konsekuensi dari skenario kebakaran itu adalah dua kematian, maka $C = 2$ kematian per kebakaran. Dari Persamaan 5.1, risiko yang diharapkan terhadap kehidupan sebagai akibat dari skenario kebakaran itu sama dengan 0,1 kematian per tahun, atau 1 kematian setiap 10 tahun.

Karena kebakaran dapat terjadi di gedung dengan lebih dari satu cara, risikonya kepada penghuni biasanya dinilai berdasarkan semua skenario kemungkinan kebakaran. Penilaian risiko kebakaran yang komprehensif dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\text{Expected risk to life} = \sum_i (P_i \cdot C_i), \quad (5.2)$$

mana? mewakili penjumlahan dari semua skenario kebakaran yang mungkin, P_i adalah probabilitas dari satu skenario kebakaran, i , dan C_i adalah jumlah kematian yang diharapkan sebagai konsekuensi dari skenario kebakaran itu, i . Perlu dicatat bahwa

penilaian risiko kebakaran melibatkan lebih dari penilaian risiko terhadap kehidupan. Ini melibatkan juga penilaian kehilangan properti, kehilangan bisnis dan sebagainya, sebagai akibat dari kebakaran. Persamaan yang mirip dengan Persamaan 5.1 dan 5.2 juga dapat dinyatakan untuk kerugian lainnya.

5.3 Efek Api Terhadap Manusia

Individu merespons secara berbeda dalam situasi darurat. Tidak peduli berapa banyak pelatihan, proteksi kebakaran, dan peralatan kebakaran yang dapat dibawa ke atau ditampung dalam suatu fasilitas, kami tidak dapat mengendalikan orang setelah kebakaran dimulai. Selama kebakaran apa pun, perilaku manusia dapat tidak dapat diprediksi, dengan tujuan utama dapat melarikan diri dengan aman, semoga dengan anggota keluarga mereka. Dalam banyak kasus, tindakan mereka dapat dianggap tidak menentu dalam keadaan tersebut, seperti mencoba melarikan diri dari tempat kejadian dengan harta benda di tangan. Pola perilaku yang dipelajari berdasarkan jenis kelamin dan usia dapat dianggap sebagai indikator yang baik dari reaksi terhadap api dan asap, tetapi perilaku dapat berubah dari api ke api, dengan tujuan utama bertahan hidup bagi korban. Apa pun fasilitasnya, konsekuensi dari kebakaran paling serius karena orang dapat menahan api dan produk sampingannya hanya untuk waktu yang sangat singkat.

5.3.1 Panik

ada faktor panik. Jika mereka tidak dapat melihat atau keluar dengan bebas dan aman, orang mungkin menjadi panik dalam upaya untuk menyelamatkan diri. Banyak yang mati dengan menumpuk di pintu keluar dan jendela atau diinjak-injak oleh massa orang yang terburu-buru dalam upaya hiruk pikuk mereka untuk melarikan diri. Secara umum, karena panik, udara super panas, atau asap, orang dapat mati bahkan sebelum api mencapai tubuh mereka. Tergantung pada jenis bahan bakar yang terlibat dalam kebakaran dan seberapa cepat api menyebar, indikasi efek

pertama adalah kekurangan oksigen yang dikombinasikan dengan asap, gas beracun, dan senyawa kimia. Api menggunakan oksigen lebih cepat daripada korban, dan mati lemas menyebabkan kematian. Asap tebal menjadi iritasi pada mata, paru-paru, dan saluran udara. Ini menyebabkan mata berair, hidung mengalir, dan tenggorokan dan paru-paru menyebabkan batuk dan muntah. Gas beracun yang paling umum adalah karbon monoksida, yang, ketika diserap ke dalam tubuh, akan menyebabkan disfungsi otak. Orang tersebut menjadi bingung dan bingung dan dapat menyerah pada keracunan karbon monoksida tanpa pernah melihat api. Faktor terakhir adalah panas dan udara super panas yang melepuh dan menghancurkan jaringan. Ketika suhu udara mencapai 200 °F, peluang untuk bertahan hidup manusia sangat minim. Seseorang tidak dapat membayangkan efek pada korban luka bakar yang selamat dari kebakaran dalam rasa sakit, penderitaan, dan cacat permanen yang dapat terjadi.

5.3.2 Strategi Kebakaran dan pelatihan

Setiap pendirian bisnis harus memiliki strategi keselamatan kebakaran sebagai bagian dari Rencana Prosedur Darurat yang berlaku untuk diikuti oleh semua karyawan. Rencana ini harus mencakup apa yang harus dilakukan karyawan setelah terlebih dahulu mengamati kebakaran dan bagaimana melaporkannya, dan bagaimana dan pemberitahuan apa yang dibuat untuk semua karyawan sehingga membuat mereka sadar akan kemungkinan keadaan darurat dan kemungkinan evakuasi. Selain itu, rencana tersebut harus mencatat prosedur pelaporan kebakaran ke pemadam kebakaran, dan respons pemadam kebakaran internal atau kelompok karyawan terlatih lainnya untuk menanggapi tempat kejadian sehingga mereka dapat memadamkan atau menahan api sampai kedatangan pemadam kebakaran. Jika pemadam kebakaran menentukan bahwa api bersifat serius atau di

luar kendali, prosedur evakuasi untuk semua penghuni gedung harus diberlakukan.

Apakah perusahaan Anda menggunakan atau tidak menggunakan layanan keselamatan kebakaran direktur, dan jika fasilitas yang dimaksud adalah gedung perkantoran, rumah sakit, hotel, atau sekolah bertingkat tinggi, penugasan sipir kebakaran ke setiap lantai dengan tanggung jawab yang ditentukan dalam rencana keselamatan kebakaran akan dianggap sebagai bagian penting dari keselamatan kebakaran. Selain itu, beberapa kota mengharuskan rencana operasi kebakaran disetujui oleh pemadam kebakaran, dan bahwa bisnis tertentu harus memiliki petugas pemadam kebakaran bersertifikat yang bertugas setiap saat sepanjang hari. akan memiliki pelatihan khusus dalam perlindungan kebakaran dan pemadam kebakaran atas yang diperlukan petugas keamanan atau anggota pemadam kebakaran lainnya. Tugas inspeksi kebakaran akan menjadi bagian utama dari tanggung jawab petugas pemadam kebakaran. Kewajiban yang paling penting dan utama adalah mengamati dan melaporkan semua kondisi dan bahaya kebakaran.

Di perusahaan besar mana pun harus ada rencana keselamatan kebakaran tertulis, yang akan jelaskan tugas personel gedung tertentu dan bagaimana semua karyawan menanggapi laporan kebakaran. Rencana ini akan sangat bermanfaat jika karyawan perusahaan berada di lebih dari satu lantai atau tingkat atau di gedung bertingkat tinggi. Secara khusus, petugas keamanan harus benar-benar menyadari perusahaan prosedur darurat dalam menanggapi laporan kebakaran. Ini akan mencakup apa tugas setiap orang mengenai semua aspek rencana keselamatan kebakaran, yang disebutkan di atas. Semua karyawan, dan terutama anggota pemadam kebakaran dan semua petugas pencegahan kerugian/pencegahan keamanan/keamanan dan keselamatan, harus dilatih sebagai berikut:

1. Ilmu api; reaksi berantai panas, bahan bakar, dan oksigen
2. Klasifikasi api
3. Cara mencegah kebakaran
4. Apar atau agen apa yang digunakan pada setiap jenis api
5. Cara memadamkan api
6. Konsekuensi dari kebakaran pada bisnis, orang, dan properti

DAFTAR PUSTAKA

- (OECD-NEA). 1999. 'FIRE RISK ANALYSIS, FIRE SIMULATION, FIRE SPREADING AND IMPACT OF SMOKE AND HEAT ON INSTRUMENTATION ELECTRONICS', (99), p. 99.
- Adams, R.M.C. 2012. Paths of fire: An anthropologist's inquiry into western technology, Paths of Fire: An Anthropologist's Inquiry into Western Technology. Available at: <https://doi.org/10.1353/tech.1999.0002>.
- Behnam, B. 2017. Post-earthquake fire analysis in urban structures: Risk management strategies, Post-Earthquake Fire Analysis in Urban Structures: Risk Management Strategies. Available at: <https://doi.org/10.1201/9781315166117>.
- Beyler, C.L. 2004. Ignition Handbook, Fire Technology. Available at: <https://doi.org/10.1023/b:fire.0000026981.83829.a5>.
- Burke, R. 2007. Fire protection: Systems and response, Fire Protection: Systems and Response.
- Chapman, R. and Thomas, D.. 2007. 'A Guide to Printed and Electronic Resources for Developing a Cost-Effective Risk Mitigation Plan for New and Existing Constructed Facilities', p. 146.
- Charters, G.R. and D. 2020. Quantitative Risk Assessment in Fire Safety. Spon Press. Available at: <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>.
- Daéid, N.N. 2004. An introduction to fires and fire investigation, Fire Investigation. Edited by N.N. Daéid. United States of America: CRC Press LLC No.
- Deshpande, N. 2009. Review of Security Manager's Guide to Disasters: Managing Through Emergencies, Violence, and Other Workplace Threats, Journal of Homeland Security and Emergency Management. Available at: <https://doi.org/10.2202/1547-7355.1665>.

- Furness, A. and Muckett, M. 2006. SFPE Engineering Guide to Fire Risk Assessment, Introduction to Fire Safety Management. Springer imprint.
- ILO. 2018. 'Manajemen Risiko Kebakaran', in, pp. 1–26.
- Jane I. Lataille, P.E. 2003. Fire Protection Engineering in Building Design, Nucl. Phys. Butterworth-Heinemann.
- Parsons, D.J. and DeBenedetti, S.H. 1979. 'Impact of fire suppression on a mixed-conifer forest', Forest Ecology and Management, 2(C), pp. 21–33. Available at: [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(79\)90034-3](https://doi.org/10.1016/0378-1127(79)90034-3).
- Serani, Lina, T. and Isyatun. 2015. 'Penerapan Manajemen Risiko Kebakaran di Area PT. Wilmar Bioenergi Indonesia', Lingkungan dan Keselamatan Kerja, 2015, pp. 1–7. Available at: <https://www.neliti.com/id/publications/14606/penerapan-manajemen-risiko-kebakaran-di-area-produksi-pt-wilmar-bioenergi-indone>.
- Thomson, N. 2016. Fire Hazards in Industry. Butterworth-Heinemann.
- Walsh, L.J. 2008. Workplace Health and Safety in Contemporary Dental Practice. Available at: https://espace.library.uq.edu.au/data/UQ_274264/WA_OH_S_book2008_3_.pdf?Expires=1609206177&Key-Pairid
- Yung, D. 2008. Principles of Fire Risk Assessment in Buildings, Principles of Fire Risk Assessment in Buildings. Available at: <https://doi.org/10.1002/9780470714065>.

BAB 6

MANAJEMEN RISIKO DI TEMPAT KERJA

Oleh Rizky Maharja

6.1 Konsep Dasar Manajemen Risiko di Tempat Kerja

Risiko merupakan suatu kondisi yang akan selalu ada di setiap kegiatan atau aktivitas. Meskipun pada dasarnya risiko adalah ketidakpastian, namun pada risiko selalu ada kemungkinan dan dampak dari aktivitas yang dilakukan. Setiap aktivitas tersebut berisiko untuk berhasil atau gagal, misalnya dalam menjalankan bisnis. Pengusahaan yang menjalankan bisnisnya dengan serius memiliki peluang sukses yang lebih besar daripada pengusaha yang tidak serius. Sedangkan dampak dari ketidakberhasilan dalam usaha akan berbeda-beda. Ada yang akan sangat sedih, ada pula yang dengan senang hati menerima.

Adanya risiko ini menjadikan seseorang akan berpikir akan melakukan suatu aktivitas. Jika risikonya bersifat positif, maka semua orang akan melakukan aktivitas tersebut, dan begitu pula sebaliknya. Hal ini disebabkan karena persepsi seseorang terhadap risiko berbeda-beda yang dipengaruhi oleh banyak faktor, misalnya pengalaman, budaya, latar belakang pendidikan, pengetahuan, dan lainnya. Di mana ketika kemungkinan suatu kejadian lebih besar dan dampaknya lebih besar juga, maka peristiwa tersebut dianggap berisiko tinggi (Ramli, 2011). Oleh karenanya, risiko harus melalui dikelola sehingga risiko tinggi dapat berdampak minim dan aktivitas memperoleh hasil yang paling optimal.

Pengelolaan risiko ini dikenal dengan istilah manajemen risiko. Menurut (AS/NZS 4360:1990 Risk Management, 1999) bahwa manajemen risiko merupakan *the culture, process, and structures that are directed toward the effective management of potential opportunities and adverse effect*. Pengertian ini menunjukkan bahwa manajemen risiko merupakan bagian dari proses manajemen yang ada di dalam suatu organisasi/lembaga/perusahaan. Menurut (ISO 31000:2018-Risk Management, 2018) bahwa manajemen risiko merupakan kegiatan terkoordinasi untuk mengarahkan dan mengendalikan organisasi terkait dengan risiko. Berdasarkan pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa manajemen risiko adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengelola seluruh risiko yang timbul dari berbagai aktivitas kerja yang dilakukan.

Adapun tujuan dilaksanakan manajemen risiko adalah sebagai berikut (Fariani, 2020) :

1. Meningkatkan kemungkinan pencapaian sasaran organisasi dan peningkatan kinerja
2. Mendorong manajemen yang proaktif dan antisipatif
3. Memberikan dasar yang kuat dalam pengambilan keputusan dan perencanaan
4. Meningkatkan efektivitas alokasi dan efisiensi penggunaan sumber daya organisasi
5. Meningkatkan kepatuhan kepada regulasi
6. Meningkatkan kepentingan dan kepercayaan para pemangku kepentingan
7. Meningkatkan ketahanan organisasi
8. Membangun kemampuan mensosialisasikan pemahaman mengenai risiko dan pentingnya pengelolaan risiko
9. Meningkatkan kinerja organisasi melalui penyediaan informasi tingkat risiko yang dituangkan dalam peta risiko yang berguna bagi manajemen dalam pengembangan

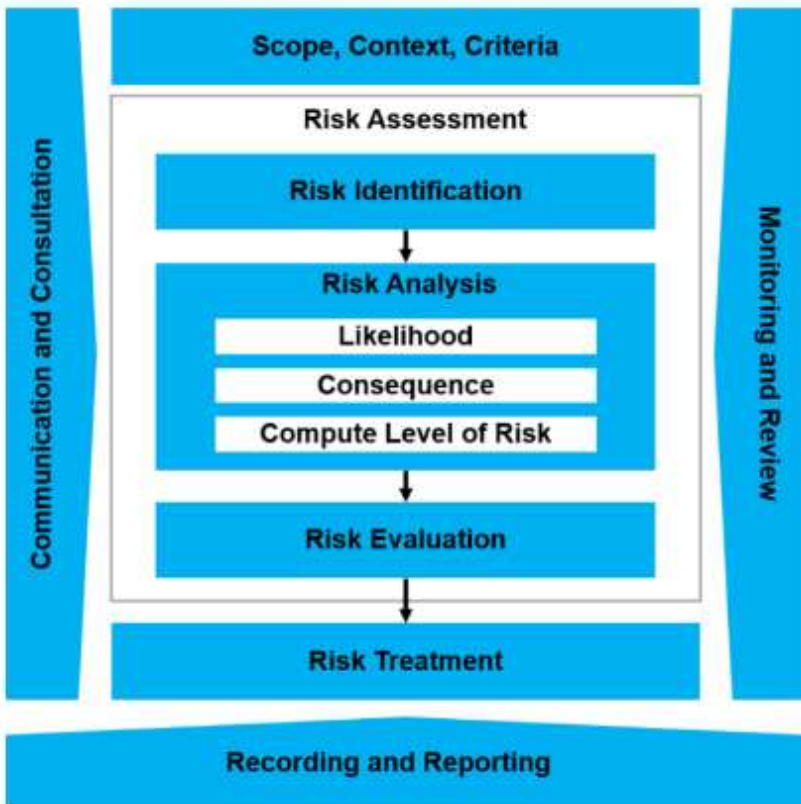
strategi dan perbaikan proses manajemen risiko secara berkesinambungan dan terus-menerus

Manajemen risiko di tempat kerja yang akan dibahas ini merujuk pada risiko yang disebabkan dari aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Manajemen risiko K3 merupakan kegiatan pertama yang sebaiknya dilakukan oleh perusahaan sebelum melakukan aktivitas kerjanya. Hal ini disebabkan karena di dalam manajemen risiko akan diketahui sumber bahaya dan risiko dari aspek K3, serta bagaimana tindakan pengendalian yang harus dilakukan agar risiko yang ditimbulkan tidak merugikan perusahaan, pekerja, material, dan proses produksi.

6.2 Proses Manajemen Risiko di Tempat Kerja

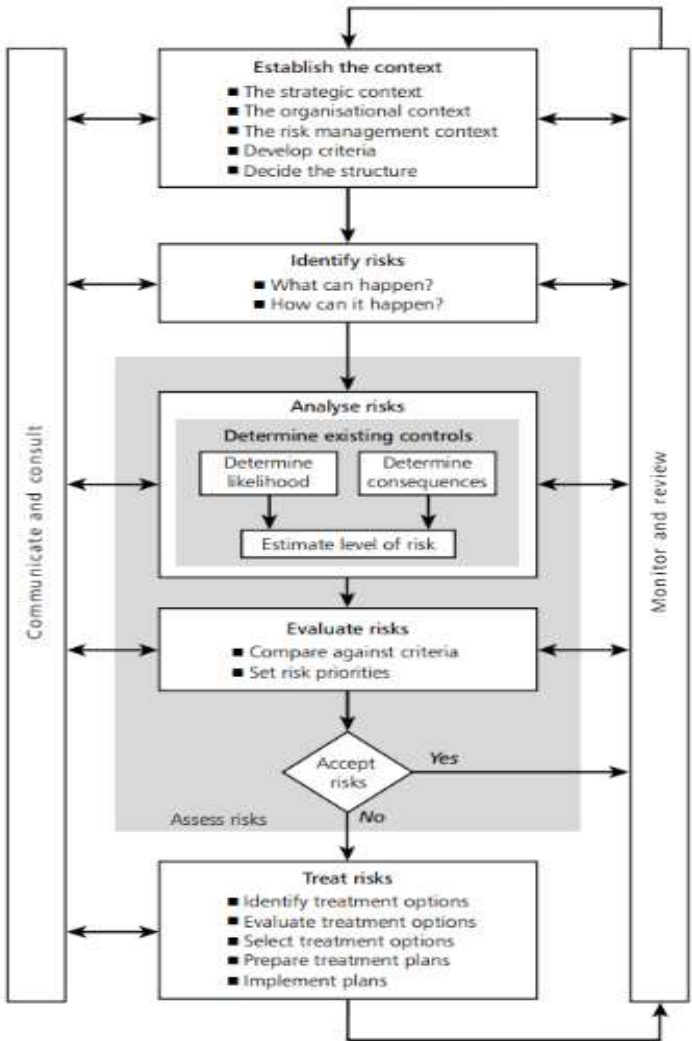
Proses manajemen risiko di tempat kerja diatur di dalam ISO 45001:2018 yang merupakan pengganti OHSAS 18001 yang berlaku secara internasional, sedangkan di Indonesia dikenal Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) yang diatur di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012.

Secara umum, proses manajemen risiko adalah sebagai berikut:



Gambar 6.1. Proses Manajemen Risiko (ISO 31000:2018-Risk Management, 2018)

Secara spesifik, di dalam (AS/NZS 4360:1990 Risk Management, 1999), proses manajemen risiko digambarkan sebagai berikut:



Gambar 6.2. Proses Manajemen Risiko (ISO 31000:2018-Risk Management, 2018)

1. Komunikasi dan Konsultasi

Komunikasi dan konsultasi harus dijalankan di tiap tahap kegiatan dalam proses manajemen risiko. Komunikasi dan konsultasi dilakukan oleh perusahaan kepada *stakeholders* baik internal maupun eksternal perusahaan. Komunikasi dan konsultasi ini dilakukan tidak hanya di awal kegiatan, namun di setiap kegiatan hingga pada akhir kegiatan.

ISO 31001:2018 mengarahkan agar informasi yang dilibatkan dalam kegiatan ini disampaikan secara jujur dan bersifat relevan, dan mudah dipahami. Hal ini bertujuan agar semua pihak yang terlibat mengetahui dan memahami semua risiko yang ada di lingkungan tempat kerja, sehingga dapat bertindak hati-hati dan mengantisipasi segala kemungkinan yang dapat terjadi.

Bentuk komunikasi yang dapat menggunakan segala bentuk media komunikasi seperti pengumuman, forum, panduan, edaran, dan lain-lain. Sedangkan bentuk konsultasi dapat dilakukan dengan membentuk tim yang membantu dalam segala aktivitas pada proses manajemen risiko.

Berikut adalah contoh rencana komunikasi dan konsultasi:

Tabel 6.1. Contoh rencana komunikasi dan konsultasi pada suatu rangkaian aktivitas

Aktivitas	Jenis KM/KS	Media yang digunakan	Penerima Pesan	Konten	Tujuan	Penyiap Pesan	Penyampai Pesan	Tanggal
Penentuan tanggal pelaksanaan	KS	Rapat/diskusi	Manajer	Alternatif tanggal dan tempat pelaksanaan desiminasi hasil identifikasi bahaya dan risiko	Ditetapkan tanggal dan tempat pelaksanaan desiminasi hasil identifikasi bahaya dan risiko	Kabag. Operasional	Kabag. Operasional	Maret 2023
Penetapan undangan	KS	Rapat/diskusi	Manajer	Alternatif pihak yang diundang saat desiminasi	Tersedia daftar nama pihak yang diundang desiminasi	Kabag. Operasional	Kabag. Operasional	Maret 2023
	KS	Rapat/diskusi	Direktur	Tanggal dan lokasi serta pihak yang diundang desiminasi	Direksi mengetahui dan menyetujui rencana pelaksanaan	Kabag. Operasional	Manajer	Maret 2023

Aktivitas	Jenis KM/KS	Media yang digunakan	Penerima Pesan	Konten	Tujuan	Penyiap Pesan	Penyampai Pesan	Tanggal
					desiminasi			
Pendistribusian undangan	KM	Email, telepon, WAG	Ka.Dept, cc: Direksi	Tanggal dan lokasi diseminasi	Pihak yang diundang mendapatkan informasi dan undangan desiminasi	Kabag. Operasional	Manajer	Maret 2023
Penyiapan sarana dan prasarana	KM	Rapat/diskusi	Manajer	Daftar sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk desiminasi	Sarana dan prasarana yang dibutuhkan telah terdapat kesediaannya saat desiminasi	Kabag.Operasional	Kabag. Operasional	Maret 2023
Pelaksanaan desiminasi hasil identifikasi bahaya dan	KS	Lokakarya	Ka.Dept	Penyampaian hasil identifikasi bahaya dan risiko	Seluruh yang diundang mengetahui jenis bahaya dan tingkat risiko yang	Kabag. Operasional	Manajer	April 2023

Aktivitas	Jenis KM/KS	Media yang digunakan	Penerima Pesan	Konten	Tujuan	Penyiap Pesan	Penyampai Pesan	Tanggal
risiko					telah diidentifikasi			
Perumusan hasil	KS	Rapat/diskusi	Manajer	Pendokumentasian hasil desiminasi	Tersedia dokumentasi hasil desiminasi yang telah mendapatkan persetujuan dari Manajer untuk dilaporkan ke direksi dan regulator	Kabag. Operasional	Kabag. Operasional	April 2023
Pelaporan ke pihak internal	KM	Pelaporan	Direktur	Pelaporan pendokumentasian hasil identifikasi	Dokumen mendapatkan persetujuan dari Direktur untuk dilaporkan	Kabag. Operasional	Manajer	April 2023

Aktivitas	Jenis KM/KS	Media yang digunakan	Penerima Pesan	Konten	Tujuan	Penyiap Pesan	Penyampai Pesan	Tanggal
					ke regulator			
Pelaporan ke pihak eksternal	KM	Pelaporan	Regulator	Pelaporan pendokumentasian hasil identifikasi	Pelaporan dokumentasi hasil identifikasi terlaksana sesuai peraturan yang berlaku	Manajer	Direktur	April 2023

Sumber: modifikasi dari (Vorst et al., 2018)

2. Penetapan Konteks

Tahap penetapan konteks bertujuan untuk menentukan strategi, pedoman organisasi, dan ruang lingkup manajemen risiko baik dalam konteks internal maupun eksternal. Penetapan konteks juga berisi batasan-batasan yang menjadi acuan dalam pelaksanaan proses manajemen risiko, misalnya: tujuan yang hendak dicapai, jenis risiko, pihak yang terlibat, rincian aktivitas, keluaran, serta metode yang digunakan, termasuk kriteria risiko yang akan diukur.

3. Penilaian Risiko

Penilaian risiko terdiri dari beberapa proses yang akan dilalui yaitu:

a. Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko adalah proses menemukan, mengenali, dan memberikan gambaran risiko. Sebelum melakukan risiko, perlu dilakukan identifikasi bahaya. Keberhasilan dari manajemen risiko sangat ditentukan dari kemampuan dalam identifikasi bahaya. Jika bahaya dapat diidentifikasi secara lengkap, maka perusahaan dapat melakukan pengelolaan risiko secara menyeluruh.

Bahaya adalah segala sesuatu yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Bahaya ini melekat pada situasi, tindakan, zat, material, dan peralatan. Misalnya matahari, secara alamiah memiliki radiasi ultraviolet yang bila mengenai manusia secara terus-menerus tanpa adanya perlindungan, maka dapat menyebabkan gangguan kesehatan.

Cara paling sederhana dalam melakukan identifikasi bahaya dengan melakukan pengamatan. Misalnya kita melihat seekor ayam. Terdapat beberapa sumber bahaya yang ada pada ayam seperti kuku yang runcing, paruh, bulu, dan derakan yang cepat. Melalui pengamatan ini, maka sebetulnya kita telah melakukan identifikasi bahaya dari seekor ayam.

Hal ini juga berlaku di tempat kerja saat melakukan identifikasi bahaya. Jika melihat bengkel mobil/motor, maka dapat ditemukan oli berceceran, barang di mana-mana, alat tergantung, posisi kerja yang tidak ergonomis, dan lainnya. Di mana hal ini merupakan sumber bahaya yang dapat membahayakan pekerja di bengkel.

Akan tetapi, melakukan identifikasi bahaya tidak cukup hanya dengan melakukan pengamatan, namun menggunakan teknik dan *tools* yang disesuaikan dengan tujuan masing-masing perusahaan. Adapun teknik yang bisa dilakukan dalam identifikasi bahaya yaitu metode pasif (berdasarkan pengalaman sendiri), semi-proaktif (berdasarkan pengalaman orang lain), dan proaktif (mencari bahaya sebelum berdampak).

Selain itu, untuk *tools* yang akan digunakan ada banyak. Misalnya, jika ingin mengetahui bahaya yang ada, maka dapat menggunakan *Preliminary Hazard Analysis* (PHA) atau *Job Safety Analysis* (JSA). Hal ini juga bisa disesuaikan berdasarkan tahapan aktivitas yang akan diperlukan, misalnya pada tahap sistem/proses dapat menggunakan What if, HAZOP, atau FTA.

Setelah melakukan identifikasi bahaya, maka dapat dilakukan identifikasi risiko. Kembali lagi ke seekor ayam tadi yang memiliki bahaya yaitu kuku yang

runcing. Jika berbicara risiko, maka yang dibicarakan adalah seberapa besar risiko tercacar ayam dan seberapa besar akibat yang ditimbulkan. Seberapa besar kemungkinan tercacar disebut dengan kemungkinan (*likelihood/opportunity*) dan seberapa besar akibatnya disebut keparahan (*severity/consequency*). Sehingga **risiko adalah kombinasi antara kemungkinan dan keparahan.**

b. Analisis Risiko

Analisis risiko adalah proses untuk menentukan besaran suatu risiko. Terdapat 2 teknik yang dapat dilakukan dalam melakukan analisis risiko yaitu:

- 1) Teknik kualitatif, dengan menggunakan beberapa cara seperti *self assessment (low, medium, high)*, *questionnaires*, dan *interest audit review* (Tualeka, 2015). Teknik ini tidak dapat membedakan tingkat risiko secara pasti karena masih menerka-nerka dan tergantung dari persepsi masing-masing. Berikut adalah contoh risiko berdasarkan teknik kualitatif

Tabel 6.2. Ukuran kualitatif dari “*Likelihood*”

Level	Deskripsi	Uraian
A	<i>Almost Certain</i>	Dapat terjadi setiap saat
B	<i>Likely</i>	Kemungkinan sering terjadi
C	<i>Possible</i>	Dapat terjadi sekali-kali
D	<i>Unlikely</i>	Kemungkinan jarang terjadi
E	<i>Rare</i>	Terjadi pada situasi luar biasa

Sumber: (AS/NZS 4360:1990 Risk Management, 1999)

Tabel 6.3. Ukuran kualitatif dari “*Concesquence*”

Level	Deskripsi	Uraian
1	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial kecil
2	<i>Minor</i>	Terjadi cedera yang memerlukan pertolongan pertama, kerugian finansial sedang
3	<i>Moderate</i>	Terjadi cedera yang memerlukan pertolongan medis, kerugian finansial besar
4	<i>Major</i>	Terjadi cedera berat lebih dari satu orang, kerugian besar, gangguan produksi
5	<i>Catastrophic</i>	Fataliti lebih dari satu orang, kerugian sangat besar, dampak yang luas dan Panjang, serta terhentinya seluruh proses kerja

Sumber: (AS/NZS 4360:1990 Risk Management, 1999)

Tabel 6.4. Matriks Tingkat Risiko Teknik Kualitatif

Likelihood	Consequences				
	Insignificant (1)	Minor (2)	Moderate (3)	Major (4)	Catastrophic (5)
Almost Certain (A)	H	H	E	E	E
Likely (B)	M	H	H	E	E
Moderate (C)	L	M	H	E	E
Unlikely (D)	L	L	M	H	E
Rare (E)	L	L	M	H	H

Sumber: (AS/NZS 4360:1990 Risk Management, 1999)

Keterangan:

E : *Extreme risk*, risiko sangat tinggi

H : *High risk*, risiko tinggi

M : *Moderate risk*, risiko sedang

L : *Low risk*, risiko rendah

- 2) Teknik semi kuantitatif, dengan memberikan nilai pada kategori kemungkinan dan keparahan. Akan tetapi nilai tidak bersifat absolut (Ramli, 2011). Artinya bahwa risiko A bernilai 1 dan risiko B bernilai 5, dalam hal ini bukan berarti risiko B secara absolut dua kali lipat dari risiko A. Berikut adalah contoh risiko berdasarkan teknik kuantitatif.

Tabel 6.5. Ukuran kuantitatif dari “*Likelihood*”

Level	Deskripsi	Uraian
5	<i>Almost Certain</i>	Dapat terjadi setiap saat
4	<i>Likely</i>	Kemungkinan sering terjadi
3	<i>Possible</i>	Dapat terjadi sekali-kali
2	<i>Unlikely</i>	Kemungkinan jarang terjadi
1	<i>Rare</i>	Terjadi pada situasi luar biasa

Sumber: (AS/NZS 4360:1990 Risk Management, 1999)

Tabel 6.6. Ukuran kuantitatif dari “*Concesquence*”

Level	Deskripsi	Uraian
1	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi cidera, kerugian finansial kecil
2	<i>Minor</i>	Terjadi cidera yang memerlukan pertolongan pertama, kerugian finansial sedang
3	<i>Moderate</i>	Terjadi cidera yang memerlukan pertolongan medis, kerugian finansial besar
4	<i>Major</i>	Terjadi cidera berat lebih dari satu orang, kerugian besar, gangguan produksi
5	<i>Catastrophic</i>	Fataliti lebih dari satu orang, kerugian sangat besar, dampak yang luas dan Panjang, serta terhentinya seluruh proses kerja

Sumber: (AS/NZS 4360:1990 Risk Management, 1999)

Tabel 6.7. Matriks Tingkat Risiko Teknik Kuantitatif

Likelihood	Consequences				
	Insignificant (1)	Minor (2)	Moderate (3)	Major (4)	Catastrophic (5)
Almost Certain (1)	1	2	3	4	5
Likely (2)	2	4	6	8	10
Moderate (3)	3	6	9	12	15
Unlikely (4)	4	8	12	16	20
Rare (5)	5	10	15	20	25

Sumber: (AS/NZS 4360:1990 Risk Management, 1999)

Keterangan:

1-4 : risiko rendah

5-14 : risiko sedang

6-25 : risiko tinggi

- 3) Teknik kuantitatif, dengan menentukan dan melakukan perhitungan terhadap kemungkinan dan keparahan berupa angka yang ditentukan dari indikator yang ada, sehingga perbedaan nilai risiko dapat jelas diketahui. Teknik kuantitatif menyatakan besarnya risiko, sehingga angka 1,2,3,4,5 yang mana 2 mengandung arti risikonya dua kali lipat daripada 1.

c. Evaluasi Risiko

Evaluasi risiko adalah proses Penilaian apakah suatu risiko dapat diterima atau tidak dengan membandingkannya dengan standar yang berlaku atau kemampuan organisasi dalam mengelola risiko

tersebut (Ramli, 2011). Risiko tidak dapat memberikan gambaran jika tidak diketahui apakah risiko tersebut secara signifikan mempengaruhi kelangsungan proses kerja yang ada di perusahaan.

Keluaran dari evaluasi risiko ini adalah daftar prioritas risiko yang akan mendapatkan tindakan dari perusahaan. Jika hasil menunjukkan bahwa risiko termasuk risiko rendah, maka biasanya akan diberikan tindakan minimal yang tetap harus dipantau untuk agar risiko tersebut tidak menjadi risiko tinggi atau tetap menjadi risiko yang dapat diterima di perusahaan.

4. Pengendalian Risiko

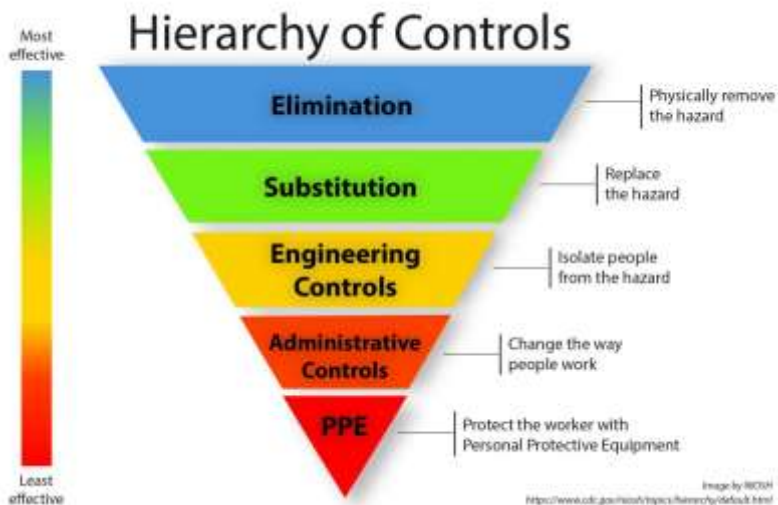
Pengendalian risiko merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menangani risiko yang telah ditemukan termasuk menyiapkan rencana dan penerapan pengendaliannya. Kembali pada seekor ayam tadi, apa yang harus dilakukan untuk menghindari bahaya dari kuku runcing ayam? Apakah ayam tersebut dan seluruh ayam harus dimatikan? Maka ini bukan solusi yang baik dan tidak sebanding dengan korban yang tercacar ayam.

Bagaimana cara untuk mengendalikan bahaya dari kuku runcing tersebut? Untuk menentukan hal ini, maka hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko yang menjadi bahan pertimbangan supaya segala tindakan pengendalian yang akan dilakukan dapat tetap sasaran. Misalnya: pemilik ayam menyediakan kandang sehingga ayam tidak berkeliaran dan membahayakan orang lain. Hal ini pun dilakukan untuk berbagai bahaya dari aspek K3 yang ada di tempat kerja.

Menurut (AS/NZS 4360:1990 Risk Management, 1999), pengendalian risiko dapat dilakukan dengan:

- a. Tidak melanjutkan aktivitas yang menimbulkan risiko
- b. Mengurangi kemungkinan terjadi, misalnya dengan melakukan audit, perbaikan CSMS, inspeksi, pelatihan, supervisi, pengujian, dan lain-lain.
- c. Mengurangi akibat/konsekuensi kejadian, misalnya dengan kebijakan, rencana kondisi darurat, meminimalkan paparan bahaya, penyediaan APD, dan lain-lain.
- d. Mengalihkan risiko ke pihak lain, dapat dilakukan dengan kontraktual (mengalihkan ke pihak ke-3), pengaturan asuransi, dan lainnya.
- e. Menanggung risiko yang tersisa

Pengendalian risiko dapat juga dilakukan menggunakan hierarki pengendalian sebagai berikut:



Gambar 6.3. Hierarki Pengendalian Risiko

Hierarki pengendalian risiko ini memiliki lima level tindakan pengendalian risiko yaitu:

a. Eliminasi

Eliminasi memiliki efektivitas tinggi dalam mengendalikan risiko. Hal ini disebabkan karena eliminasi ini bertujuan menghilangkan sumber bahaya yang dapat menimbulkan risiko, misalnya tidak menggunakan bahan kimia yang berbahaya, tidak menggunakan alat berat, dan sebagainya. Akan tetapi, biasanya eliminasi menjadi hal yang sulit dilakukan karena berkaitan dengan penggunaan material atau proses inti dari suatu pekerjaan yang jika material atau proses itu tidak ada maka dapat menghambat aktivitas kerja.

b. Substitusi

Substitusi merupakan alternatif langkah kedua dalam pengendalian risiko. Di mana pada substitusi ini yang dilakukan adalah mengganti bahan/material/proses kerja yang berbahaya, misalnya mengganti bahan kimia yang ramah lingkungan. Langkah ini harus memperhatikan bahaya dan risiko baru yang dapat timbul dengan adanya substitusi ini.

c. Rekayasa teknik

Rekayasa teknik merupakan alternatif ketiga pengendalian risiko yang bertujuan untuk menghindarkan/mengisolasi bahaya dari pekerja. Rekayasa teknik ini merupakan metode yang paling baik digunakan pada tahap desain atau pengembangan proses kerja/alat/tempat, misalnya membuat ruang terpisah untuk operator mesin boiler atau memberikan peredam getaran.

d. Pengendalian Administrasi

Pengendalian administrasi merupakan alternatif keempat pengendalian risiko yang bertujuan untuk mengurangi durasi, frekuensi, atau intensitas paparan bahaya, termasuk pelatihan, rotasi kerja, shift kerja, gizi kerja, dan lainnya.

e. Alat Pelindung Diri (APD)

APD merupakan alternatif terakhir dalam pengendalian risiko yang bertujuan meminimalkan risiko terpapar bahaya. Jenis APD berbeda-beda sesuai dengan sumber bahaya yang ada di tempat kerja. APD ini bisa tidak digunakan jika pengendalian risiko lainnya sudah terlaksana dengan baik. Akan tetapi terdapat tempat kerja yang memang harus menggunakan APD karena memiliki risiko tinggi, misalnya pekerja di ketinggian, pekerjaan ruang terbatas, pengelasan, dan lainnya.

5. Pemantauan dan Peninjauan

Segala proses yang ada di manajemen risiko harus dilakukan pemantauan dan peninjauan. Menurut (Vorst et al., 2018), beberapa hal yang menjadi objek pemantauan dan tinjauan antara lain:

- a. Perubahan konteks baik internal maupun eksternal
- b. Perubahan paparan risiko
- c. Pelaksanaan manajemen risiko
- d. Prosedur
- e. Munculnya risiko baru

Seperti komunikasi dan konsultasi, pemantauan dan peninjauan juga dilakukan pada setiap proses manajemen risiko. Hal ini dilakukan agar berbagai proses ini berlangsung sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan serta mengidentifikasi perubahan-perubahan yang perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fariani, E. 2020. *Manajemen Risiko*. Lembaga Administrasi Negara Republik Indonesia.
- ISO 31000:2018-Risk Management, 2018.
- AS/NZS 4360:1990 Risk Management, 1999.
- Ramli, S. 2011. *Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Perspektif K3* (H. Djajaningrat & R. Praptono (eds.)). PT Dian Rakyat.
- Tualeka, A. R. 2015. *Analisis Risiko (Risk Assesment, Risk Management, & Risk Communication di Lingkungan Kerja)*. Penerbit Graha Ilmu Mulia.
- Vorst, C. R., Priyarsono, D. S., & Budiman, A. 2018. *Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000*. Badan Standarisasi Nasional.

BAB 7

KEBISINGAN DI TEMPAT KERJA

Oleh Herlina Susanto Sunuh

7.1 Pendahuluan

Peningkatan pemanfaatan teknologi dalam dunia industri memberikan dampak yang signifikan terhadap optimalisasi proses produksi. Akan tetapi, pemanfaatan teknologi ini juga memberikan dampak yang lain terhadap keselamatan dan kesehatan. Kondisi lingkungan tempat bekerja harus mampu memberikan jaminan keamanan dan kesehatan bagi seluruh karyawannya (Mohammadi, 2014). Menurut ILO ada lebih dari 250 juta kecelakaan ditempat kerja dan lebih dari 160 juta pekerja menjadi sakit akibat bahaya ditempat kerja. Salah satu gangguan terhadap kesehatan pekerja yang disebabkan oleh potensi bahaya fisik adalah kebisingan dengan intensitas tinggi. Dampak dari pajanan kebisingan merupakan topik yang hangat menjadi perbincangan dikalangan industri (Alton B, Ernest, 2002; Jansen, 1992).

Kebisingan adalah suara yang tidak dikendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan /atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu menimbulkan gangguan pendengaraan. Baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kepmen LH, 1996).

Bising menyebabkan berbagai gangguan terhadap tenaga kerja seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan ketulian atau ada yang menggolongkan ganggunannya berupa gangguan pendengaran, misalnya gangguan

terhadap pendengaran contohnya komunikasi terganggu, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performa kerja, kelelahan dan stress.

Di banyak negara seperti Amerika dan Indonesia sendiri menetapkan NAB 85 dB(A) untuk 8 jam kerja sehari sebagai batas aman untuk kesehatan pendengaran. Sedangkan untuk beberapa negara, seperti di Eropa masih menetapkan NAB sebesar 90 dB(A). Namun demikian apakah pemajanan kebisingan <85 dB(A) secara terusmenerus tidak akan menurunkan fungsi pendengaran tentunya masih perlu diteliti lebih lanjut(Tarwaka ;Bakri and Bakri, 2016).

7.2 Jenis Jenis kebisingan

Kebisingan dapat dibagi menjadi beberapa jenis(Harrianto, 2015), yaitu sebagai berikut:

- a. **Bising secara Kontinu**(broad band noise). Kebisingan yang mempunyai spektrum yang konstan dan terus menerus. Contohnya misalnya seperti suara mesin tenun.
- b. **Bising terputus-putus**. Kebisingan yang dihasilkan beberapa kali dengan mempunyai jeda waktu. Contohnya misalnya seperti jalan raya dan bunyi yang dihasilkan dari kereta api, pesawat lepas landas dan mendarat dll.
- c. **Bising impulsif**. Bising dimana mempunyai intensitas suara yang sangat tinggi dan waktu yang singkat. Contohnya seperti suara mesin tempa di pabrik, suara tembakan.

7.3 Sumber Bising

Pada dasarnya sumber bising dibagi atas dua (Sulistiyo N, 2022) :

- a. Sumber menetap(diam), adalah bising yang bersumber dari kegiatan yang tempatnya menetap disuatu kawasan , contoh pabrik, mesin, dll

- b. Sumber bergerak, yaitu bising yang bersumber dari adanya aktifitas yang sifatnya tidak menetap pada satu titik akan tetapi bergerak dari satu tempat ke tempat lain. Contoh mobil, kereta api, pesawat terbang dan lainnya.

Jika dilihat dari bentuk sumbernya kebisingan dibagi atas dua :

- a. Sumber bising berbentuk titik/lingkaran/bulatan contoh bising yang bersumber dari mesin mesin yang tidak bergerak/menetap
- b. Sumber bising berbentuk garis, misalnya sumber bising dari kendaraan yang bergerak dijalanan membentuk garis sepanjang perjalanan.

Bila dilihat dari lokasi sumber suara, maka kebisingan di bagi menjadi :

- a. Kebisingan dalam ruang (*indoor*), adalah kebisingan yang berasal dari dalam suatu ruang bangunan baik akibat dari aktivitas manusia maupun peralatan dan mesin serta peralatan lainnya
- b. Kebisingan Luar bangunan (*Outdoor*), adalah kebisingan yang disebabkan adanya aktivitas diluar bangunan baik dari suara kendaraan maupun aktifitas yang lain.

7.4 Gangguan Kesehatan Akibat Bising

Terdapat beberapa gangguan pendengaran akibat dari bising (Kurniawidjaja, 2019)

- 1. Gangguan Auditori
 - 1) Trauma Akustik

Trauma akustik merupakan suatu gangguan pada telinga akibat kerusakan sebagian atau seluruh organ pendengaran yang disebabkan oleh pengaruh pajanan bising dengan energy suara yang sangat kuat contoh

tembakkan senjata, ledakan dan dapat berdampak penurunan pendengaran.

2) Tinnitus

Merupakan suatu gangguan pada telinga yang ditandai dengan dering pada telinga atau telinga berdengung yang berasal dari dalam tubuh , seperti suara mendesis, siulan ataupun menderu dan bukan merupakan suatu penyakit tapi merupakan gejala awal penurunan fungsi pendengaran .

3) *Noise Indused Hearing Loss (NIHL)*

Noise Indused Hearing Loss (NIHL) merupakan gangguan pendengaran yang disebabkan oleh pajanan suara yang terlalu keras atau diatas NAB dan terjadi terus menerus sehingga rambut saraf pada telingan mengalami degradasi hingga akhirnya rontok dan mati, serta tidak dapat tumbuh kembali, sehingga gangguan bersifat permanen. Biasa terjadi pada pajanan > 10 tahun.

2. Gangguan Non Auditori

Dampak kesehatan Non Auditori untuk pajanan bising adalah sebagai berikut :

1) *Sleep disturbance*

Ketika seseorang pekerja tidur maupun istirahat ketika ada suara bising otak kan tetap bekerja memproses suara yang masuk sehingga orang akan mengalami gangguan tidur

2) *Annoyance*

Bising menyebabkan gangguan saat didengarkan dan seringkali menimbulkan perasaan , pikiran dan respon tubuh yang memicu rasa amarah , tidak senang dan stress.

3) *Cardiovascular disease*

Pajanan kebisingan meningkatkan tekanan darah sistolik dan diastolik, jantung berdebar, dan melepaskan hormone stress termasuk katekolamin dan glukokortikoid

4) *Cognitive Performance*

Kebisingan mempengaruhi kognisi anak-anak termasuk kesulitan komunikasi, kesulitan focus, frustasi, gangguan tidur dan stress

7.5 Gejala Gangguan Pendengaran akibat Bising

Beberapa gejala yang dirasakan akibat terpajan bising adalah (Kurniawidjaja, 2019):

- Berdering atau berdengung pada telinga
- Merasa ada sesuatu yang menusuk di telinga atau merasa ada suatu bunyi yang teredam setelah terpapar bising (telinga terasa penuh)
- Kesulitan memahami percakapan dan perbedaan kata dengan baik.
- Kesulitan untuk mendengar seseorang yang berbicara jarak jauh.

Tabel 7.1. Gradasi gangguan pendengaran berdasarkan kesulitan berkomunikasi

Gradasi	Parameter
Normal	Tidak mengalami kesulitan dalam percakapan biasa (6m)
Sedang	Kesulitan dalam percakapan sehari-hari mulai jarak > 1,5 m
Menengah	Kesulitan dalam percakapan keras sehari-hari mulai jarak > 1,5 m
Berat	Kesulitan dalam percakapan keras/berteriak mulai jarak . 1,5 m

Gradasi	Parameter
Sangat berat	Kesulitan dalam percakapan keras/berteriak pada jarak < 1,5 m
Tuli total	Kehilangan kemampuan pendengaran dalam berkomunikasi

Sumber : Indah Rahmawati siti salami dkk

7.6 Pengaruh Kebisingan Terhadap Tenaga Kerja dan Produktifitas

Beberapa pengaruh kebisingan dan produktifitas tenaga kerja (Anizar, 2012).

- Gangguan konsentrasi**, yang berdampak pada menurunnya kuantitas dan kualitas kerja juga menyebabkan kecelakaan kerja.
- Gangguan dalam kenikmatan kerja**, setiap orang berbeda tingkat sensitifitasnya. Untuk orang yang rentan dapat mengakibatkan rasa pusing, ngantuk, sakit kepala, tekanan darah naik, ketegangan dan stress yang diikuti dengan sakit maag, kesulitan tidur
- Gangguan komunikasi**, gangguan ini menyebabkan komunikasi tidak lancar, salah pengertian dan dapat menurunkan kualitas kerja dan kuantitas kerja
- Penurunan daya dengar dan ketulian.**

Berdasarkan sifatnya ketulian dibagi atas dua jenis (Rahmawati SS dkk, 2022)

- 1) **Ketulian Permanen**, disebabkan oleh penyakit, usia, obat, Trauma dan kebisingan. ketulian karena bising di sebut trauma akustik
- 2) **Ketulian temporer**. Yang merupakan ketulian akibat terpapar bising dan dapat pulih setelah istirahat dalam beberapa menit, jam, hari tergantung parahnya pajanan

yang diterima dan kondisi fisik orang. Bisa menjadi permanen jika terus menerus terpapar bising.

7.7 Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Gangguan Pendengaran

Faktor yang berpengaruh terhadap kehilangan pendengaran yang berhubungan dengan paparan kebisingan (Anizar, 2012) adalah:

- a. Intensitas kebisingan
- b. Lama paparan
- c. Jenis kebisingan
- d. Usia yang terpapar
- e. Penyakit Gangguan pendengaran sebelumnya
- f. Lingkungan kerja yang bising
- g. Jarak dengan sumber bising.

Dari faktor-faktor tersebut yang paling berpengaruh adalah intensitas kebisingan yang sangat tinggi serta terpapar dalam waktu lama. Batas ambang dengan manusia yang tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) dengan intensitas bising di atas 115 dBA sangat berbahaya bagi pendengaran, akan tetapi jika intensitas bising masih berada di bawah 80 dBA maka masih dalam kategori aman namun bila terpajan dalam waktu lama harus menggunakan APD.

7.8 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Nilai ambang batas kebisingan merupakan nilai yang menetapkan tekanan bising rata-rata berdasarkan lama paparan bising yang mewakili kondisi dimana hampir semua pekerja terpajan bising sekali tanpa menimbulkan gangguan pendengaran, untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam per minggu. Berikut NAB kebisingan.

Tabel 7.2. Nilai Ambang Batas Kebisingan (Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011, 2011)

Waktu Paparan Perhari		Intensitas Kebisingan dalam dBA
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

Catatan : Tidak boleh terpajan lebih dari 140 dBA, walaupun sesaat
 Setiap kenaikan 3 dBA terjadi peningkatan intensitas suara sebesar 2 kali lipat, ini yang disebut hukum 3 dBA yang digunakan oleh ACGIH, NIOSH dan PPKKH RI.

Intensitas kebisingan dinyatakan dalam dBA atau dB(A). desibel Ampere (dBA) adalah satuan yang dipakai untuk menyatakan besarnya tekanan suara dan intensitas suara. . Pengukuran kebisingan dilakukan untuk memperoleh data tentang frekuensi dan intensitas bunyi di tempat kerja/perusahaan, yang nantinya hasil pengukuran tersebut digunakan untuk mengendalikan kebisingan sehingga mengurangi intensitas kebisingan yang ada, sehingga tidak menimbulkan gangguan.

7.9 Pengukuran Kebisingan

Manusia secara normal hanya mampu mendengar bunyi pada frekuensi antara 20 Hz hingga 20.000 Hz. Mendengar bunyi dengan frekuensi di atas jangkauan tersebut tentu akan mengakibatkan gangguan pendengaran. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka perlu dilakukan upaya pengukuran terhadap sumber bising.

Alat Pengukur Kebisingan

Alat pengukur kebisingan merupakan suatu instrumen atau alat uji yang dipakai untuk mengukur tingkat kebisingan suara. Alat ini umumnya digunakan untuk mengukur kebisingan di berbagai industri kendaraan bermotor, pesawat, dan industri dengan mesin-mesin besar.

- ***Sound level meter***

Merupakan instrument pembacaan langsung yang bereaksi terhadap suara atau bunyi yang mendekati kepekaan telinga manusia. Alat ini mengukur variasi tekanan bunyi di udara, yang dapat mengubah bising menjadi suatu sinyal elektrik dan hasilnya dapat dibaca secara langsung pada layar monitor pada satuan decibel (dB). Pada prinsipnya alat ini terdiri dari sebuah mikrofon, amplifier skala indikator, jaringan respon frekuensi. Peralatan ini sering digunakan dilapangan sehingga alat ini didesain dengan kuat, akurat, stabil dalam pembacaan, ringan serta menggunakan baterai. Bila Sound level meter

akan digunakan diharuskan kalibrasi terlebih dahulu atau sesuai petunjuk juga setelah selesai penggunaannya serta peletakkannya tetap pada suatu titik pengukuran.

- **Noise dosimeter**

Alat ini digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan yang dirasakan oleh pekerja selama bekerja di tempat tersebut. Dosimeter dipasang pada sabuk pinggang pekerja dan microphone kecil dipasang dekat telinga, agar semua bunyi yang didengar oleh pekerja dapat terukur.

Sound level meter maupun *dosimeter* akan menampilkan hasil pada layar monitor berupa angka yang nampak pada monitor untuk kemudian dibandingkan dengan aturan batas maksimum yang tertera pada peraturan yang berlaku.

Metode pengukuran akibat kebisingan di lokasi kerja, adalah sebagai berikut:

Ada tiga cara atau metode pengukuran akibat kebisingan di lokasi kerja.

a. Pengukuran dengan titik sampling

Pengukuran ini dilakukan apabila diperkirakan bising sudah mengganggu para pekerja pada satu titik kerja maupun lingkungan kerja tertentu dan tidak dilakukan secara keseluruhan. Pengukuran ini juga dapat dilakukan untuk mengevaluasi kebisingan yang disebabkan oleh suatu peralatan sederhana, misalnya kompresor/generator. Jarak pengukuran dari sumber harus dicantumkan, misal 3 meter dari ketinggian 1 meter. Selain itu juga harus diperhatikan arah mikrofon alat pengukur yang digunakan.

b. Pengukuran dengan peta kontur

Pengukuran dengan membuat peta kontur sangat bermanfaat dalam mengukur kebisingan, karena peta tersebut dapat menentukan gambar tentang kondisi kebisingan dalam cakupan area. Pengukuran ini dilakukan dengan membuat

gambar isopleth pada kertas berskala yang sesuai dengan pengukuran yang dibuat. Biasanya dibuat kode pewarnaan untuk menggambarkan keadaan kebisingan, warna hijau untuk kebisingan dengan intensitas di bawah 85 dBA, warna oranye untuk tingkat kebisingan yang tinggi di atas 90 dBA, warna kuning untuk kebisingan dengan intensitas antara 85 - 90 dBA.

c. Pengukuran dengan Grid

Untuk mengukur dengan Grid adalah dengan membuat contoh data kebisingan pada lokasi yang diinginkan. Titik-titik sampling harus dibuat dengan jarak interval yang sama diseluruh lokasi. Jadi dalam pengukuran lokasi dibagi menjadi beberapa kotak yang berukuran dan jarak yang sama, misalnya : 10 x 10 m. kotak tersebut ditandai dengan baris dan kolom untuk memudahkan identitas.

7.10 Pengendalian Kebisingan

Menurut Fredianta, dkk (2013), kebisingan dapat dikendalikan melalui beberapa teknik dan metode antara lain yaitu sebagai berikut:

a. Pengurangan kebisingan pada sumbernya

Pengurangan kebisingan pada sumbernya dapat dilakukan dengan menempatkan peredam pada sumber getaran yang menyebabkan kebisingan. Selain itu pengurangan kebisingan juga dapat dilakukan dengan memodifikasi mesin. Berikut ini beberapa cara pengendalian kebisingan pada sumbernya:

1. **Substitusi.** Dalam pengendalian kebisingan substitusi dapat dilakukan dengan cara mengganti seluruh alat atau mesin yang mengeluarkan kebisingan tinggi dengan alat atau mesin yang mengeluarkan kebisingan rendah.
2. **Modifikasi.** Dalam pengendalian kebisingan modifikasi dapat dilakukan dengan cara mengganti atau mengubah komponen tertentu pada alat atau mesin

yang menyebabkan alat atau mesin mengeluarkan kebisingan yang tinggi dengan komponen yang mengeluarkan kebisingan yang rendah.

3. **Silencer.** Silencer atau peredam suara dipasang pada peralatan atau mesin yang memiliki tingkat kebisingan tinggi agar dapat menurunkan tingkat kebisingan menjadi rendah.
 4. **Perawatan.** Perawatan berkala dengan alat atau mesin dengan cara pelumasan atau perbaikan bagian-bagian yang rusak.
- b. Penempatan penghalang(barrier) pada jalan transmisi
- Isolasi tenaga kerja atau mesin atau unit operasi adalah upaya untuk mengurangi kebisingan. Material yang dipakai untuk isolasi harus mampu menyerap suara sehingga tidak menimbulkan kebisingan. Beberapa teknik pengendalian kebisingan melalui jalan atau media transmisi adalah sebagai berikut:
1. **Enclosure.** Pengendalian kebisingan dilakukan dengan cara menutup sumber bising dalam sungkup yang dilengkapi dengan peredam suara sehingga antara sumber bising dengan operator dapat terpisah.
 2. **Acoustic wall and ceiling.** Pengendalian kebisingan dilakukan dengan cara memasang bahan akustik di plafon dan dinding sehingga suara bising yang dihasilkan oleh mesin dapat diserap oleh plafon dan dinding akustik.
 3. **Remote control.** Pengendalian kebisingan dilakukan dengan cara pengoperasian alat atau mesin yang ditempatkan dalam operation room, dimana mesin tersebut ditempatkan pada lokasi yang lebih tinggi serta dilengkapi dengan dinding akustik dan kaca lebar sehingga pengamatan mesin hanya dilakukan pada saat operator turun ke lokasi untuk perawatan.

c. Administratif

Pengendalian ini dilakukan dengan mengurangi waktu pemajanan terhadap pekerja dengan cara pengaturan waktu kerja dan istirahat, sehingga waktu kerja dari pekerja masih berada dalam batas aman. Yang dimaksud dengan pengaturan waktu kerja dan istirahat adalah jika pekerja sudah berada di lingkungan kerja yang bising sesuai dengan batas waktu yang diperbolehkan, maka pekerja harus istirahat meninggalkan tempat kerja selama beberapa menit dan kembali lagi ke tempat kerja untuk bekerja. Pengendalian administratif lainnya dilakukan dengan cara mengatur jadwal kerja, rotasi kerja dan membuat peraturan perundangan dari setiap langkah operasional maintenance yang mengikuti Standar Operation Procedure (SOP) sesuai dengan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

d. Proteksi dengan sumbat telinga atau tutup telinga

Pengendalian dengan pemberian dan kewajiban pekerja dalam pemakaian alat pelindung telinga merupakan alternatif terakhir yang harus dilakukan jika urutan hierarki pengendalian bahaya tidak bisa berjalan. Alat pelindung telinga yang digunakan dalam pengendalian kebisingan berupa earplug ataupun earmuff. Beberapa alat proteksi dan perlindungan diri terhadap kebisingan antara lain yaitu:

Sumbat telinga (*ear plug*). Sumbat telinga terbuat dari bahan karet atau plastik yang lentur dengan bentuk yang sedemikian rupa jenisnya sehingga sumbat telinga dapat dimasukkan ke dalam lubang telinga.

Tutup telinga (*ear muff*). Tutup telinga dibuat dengan berbagai bentuk yang dapat menutup telinga dengan penghubung berupa head set berfungsi sebagai pengencang. Dengan menggunakan tutup telinga, kebisingan dapat dikurangi sampai tingkat kebisingan 25 dBA.

Tutup kepala. Dengan menggunakan penutup seluruh kepala seperti helm yang dipakai astronot sehingga dapat mengurangi intensitas kebisingan secara maksimal dari 35 dBA pada frekuensi 250 Hz sampai 50 dBA pada frekuensi tinggi. Penutup kepala ini jarang digunakan disebabkan harganya cukup mahal dan sangat cocok digunakan oleh tentara untuk melindungi bising dengan intensitas dan frekuensi yang sangat tinggi seperti bom dan tembakan peluru kendali.

DAFTAR PUSTAKA

- Anizar. 2012. *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri*. 1st edn. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Harrianto, R. 2015. *Buku Ajar Kesehatan Kerja*. Edited by E. Hardiyanti A. Jakarta: EGC.
- Kepmen LH, 1996. 1996. 'Tentang Baku Tingkat Kebisingan'.
- Kurniawidjaja, L. M. 2019. *Buku Ajar Penyakit Akibat Kerja dan Surveilans*. Jakarta: UI Publishing.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011. 2011. 'Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja'.
- Rahmawati Indah SS dkk., 2022. *Kesehatan dan Keselamatan Lingkungan Kerja*. Revisi. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sulistiyo N, B. 2022. *Modul Praktikum Laboratorium Fire & Safety*. Pertama. Edited by Kodi. Indramayu: Adab.
- Tarwaka ;Bakri, S. H. A. and Bakri, S. H. A. 2016. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Available at: <http://shadibakri.uniba.ac.id/wp-content/uploads/2016/03/Buku-Ergonomi.pdf>.

BAB 8

PENERANGAN DAN IKLIM KERJA

Oleh Saharuddin

8.1 Penerangan

Sebagaimana ditentukan dalam Peraturan Pemerintah (1999), pencahayaan tugas adalah tingkat pencahayaan di tempat kerja yang diperlukan untuk kinerja tugas yang efektif.

Sumber cahaya alami dan buatan dapat memberikan penerangan.

1. Pencahayaan Buatan

Pencahayaan buatan memenuhi:

Pencahayaan pada Tabel 8.1 merupakan pencahayaan minimum yang disarankan.

Tabel 8.1. Suhu warna rata-rata, rendering, dan tingkat kecerahan yang disarankan

Manfaat Ruang	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Grup pencitraan warna	Suhu warna		
			Warm white	Cool white	Daylight
Rumah tinggal :					
Teras	60	1 atau 2	•	•	
Ruang tamu	120~ 150	1 atau 2		•	
Ruang makan	120~ 250	1 atau 2	•		
Ruang kerja	120~ 250	1		•	•
Kamar tidur	120~ 250	1 atau 2	•	•	

Kamar mandi	250	1 atau 2		•	•
Dapur	250	1 atau 2	•	•	
Garasi	60	3 atau 4		•	•
Perkantoran :					
Ruang Direktur	350	atau 2		•	•
Ruang kerja	350	1 atau 2		•	•
Ruang komputer	350	1 atau 2		•	•
Ruang rapat	300	1	•	•	
Ruang gambar	750	1 atau 2		•	•
Gudang arsip	150	1 atau 2		•	•
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		•	•
Lembaga Pendidikan :					
Ruang kelas	250	1 atau 2		•	•
Perpustakaan	300	1 atau 2		•	•
Laboratorium	500	1		•	•
Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			<i>Warm white</i>	<i>Cool white</i>	<i>Daylight</i>
Ruang gambar	750	1		•	•
Kantin	200	1	•	•	
Hotel dan Restaurant :					
Lobi, koridor	100	1	•	•	

Ruang serba guna	200	1	•	•	
Ruang makan	250	1	•	•	
Kafetaria	200	1	•	•	
Kamar tidur	150	1 atau 2	•		
Dapur	300	1	•	•	
Rumah sakit :					
Ruang rawat inap	250	1 atau 2		•	•
Ruang operasi, ruang bersalin	300	1		•	•
Laboratorium	500	1 atau 2		•	•
Ruang rekreasi Dan rehabilitasi	250	1	•	•	
Pertokoan :					
Ruang pameran dengan objek berukuran besar (misalnya mobil)	500	1	•	•	•
Toko kue dan Makanan	250	1	•	•	
Toko bunga	250	1		•	
Toko buku dan alat tulis/ gambar	300	1	•	•	•
Toko perhiasan, arloji	500	1	•	•	
Toko barang kulit dan sepatu	500	1	•	•	
Toko pakaian	500	1	•	•	
Pasar swalayan	500	1 atau 2	•	•	
Fungsi Ruangan	Tingkat pencahayaannya (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white	Cool white	Daylight

Toko mainan	500	1	•	•	
Toko alat listrik (TV, Radio/tape, mesin cuci dan lain-lain	250	1 atau 2	•	•	•
Toko alat musik dan olahraga	250	1	•	•	•
Industri (umum) :					
Gudang	100	3		•	•
Pekerja kasar	100~ 200	2 atau 3		•	•
Pekerjaan menengah	200~ 500	1 atau 2		•	•
Pekerjaan halus	500~ 1000	1		•	•
Pekerjaan amat Halus	1000 ~ 2000	1		•	•
Pemeriksaan Warna	750	1		•	•
Rumah ibadah :					
Masjid	200	1 atau 2		•	
Gereja	200	1 atau 2		•	
Vihara	200	1 atau 2		•	

Satu-satunya pengecualian adalah nilai yang tercantum dalam Tabel 2 untuk keluaran listrik maksimum per meter persegi:

Pencahayaan untuk teater, acara televisi, pertunjukan audiovisual, dan tempat hiburan lainnya di mana pencahayaan merupakan komponen teknologi yang penting.

- a. Penerangan khusus diperlukan dalam industri medis.
- b. Fasilitas olahraga dalam ruangan.
- c. Pameran kebutuhan pencahayaan galeri, museum dan tempat bersejarah.
- d. Lampu monumen di luar.

Laboratorium menyesuaikan cahaya untuk pemeriksaan darurat. Di ruang dengan risiko keamanan tinggi, seperti yang ditentukan oleh peraturan atau personel keamanan, lebih banyak pencahayaan dianggap perlu.

- 1) Ruang kelas cocok untuk tunanetra atau lansia dengan fitur desain khusus.
- 2) Luminer di dalam gedung untuk penunjuk arah;
- 3) Jendela toko.
- 4) Kegiatan tambahan meliputi pertanian (rumah kaca), peternakan, dll.

Tabel 8.2. menunjukkan iluminasi maksimum.

Lokasi	Daya Pencahayaan Maksimum (W/m²)
Ruang Kantor	15
Auditorium	25
Pasar Swalayan	20
Hotel :	
Kamar Tamu	17
Daerah Umum	20
Rumah Sakit	
Ruang Pasien	15
Gudang	5
Kafetaria	10
Garasi	2
Restauran	25
Lobi	10
Tangga	10
Ruang Parkir	5
Ruang Perkumpulan	20
Industri	20
Pintu masuk dengan kanopi :	
Lalu lintas padat, seperti hotel, bandara, teater	30
Lalu lintas sedang seperti rumah sakit, kantor dan sekolah	15
Jalan dan lapangan :	
Tempat penimbunan atau tempat kerja	2,0
Tempat untuk santai seperti taman, tempat rekreasi, dan tempat piknik	1,0
Jalan untuk kendaraan dan pejalan kaki	1,5
Tempat parkir	2,0

Penggunaan energi yang paling efisien dicapai dengan meminimalkan daya terpasang

- 1) Pilih lampu yang lebih efisien dan hindari lampu dengan efisiensi yang lebih rendah.
Disarankan untuk menggunakan lampu neon dan lampu pelepasan gas lainnya.
- 2) Pilih perangkat dengan efisiensi tinggi, sifat hamburan cahaya yang cocok untuk aplikasi dan yang tidak menyebabkan silau atau pantulan yang mengganggu.
- 3) Gunakan siang hari di siang hari.

2. Pencahayaan Alami

Standar berikut harus dipenuhi oleh pencahayaan alami siang hari:

- a. Saat menggunakan cahaya alami, sinar matahari langsung yang jatuh pada struktur harus minimal. Sinar matahari langsung sebaiknya tidak disukai pada siang hari.
- b. Penerangan alami bangunan harus memenuhi peraturan SNI 03-2396-2001 yang mengatur tentang tata cara pengembangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung.

3. Cara menghitung:

- a. Langkah perhitungan dan optimalisasi konsumsi listrik
Untuk menghemat energi, proses umum untuk menghitung jumlah konsumsi daya listrik untuk sistem pencahayaan buatan adalah sebagai berikut:
 - 1) Menentukan pencahayaan rata-rata (lux) sesuai dengan fungsi ruangan;

- 2) penentuan sumber cahaya (tipe lampu) yang paling efisien (efisiensi tinggi) untuk aplikasi, termasuk rendering warnanya;
- 3) menentukan penjangkaran yang efektif;
- 4) menentukan susunan perlengkapan dan pilihan jenis, bahan dan warna finishing ruangan (dinding, lantai, langit-langit);
- 5) Hitung fluks cahaya (lampu) dan jumlah lampu yang dibutuhkan;
- 6) Menentukan jenis penerangan, seragam atau lokal;
- 7) Hitung total daya terpasang dan periksa apakah daya terpasang per meter persegi tidak melebihi nilai maksimum yang ditentukan
- 8) merancang sistem pencahayaan sesuai dengan letak skylight dimana cahaya alami masuk pada siang hari;
- 9) Merancang sistem kontrol pencahayaan yang dapat mengatur atau memanfaatkan sebanyak mungkin cahaya alami yang masuk ke dalam ruang.

4. Kualitas Warna Cahaya

Kualitas warna cahaya dibedakan menjadi :

a. Warna cahaya lampu.

- 1) Warna putih kekuning-kuningan (warm-white), kelompok 1 ($< 3.300\text{ K}$);
- 2) Warna putih netral (cool-white), kelompok 2 ($3.300\text{ K} \sim 5.300\text{K}$);
- 3) Warna putih (daylight), kelompok 3 ($> 5.300\text{ K}$);

b. Renderasi warna.

- 1) Efek warna kelompok 1 : Ra indeks $80 \sim 100\%$.
- 2) Efek warna kelompok 2 : Ra indeks $60 \sim 80\%$.
- 3) Efek warna kelompok 3 : Ra indeks $40 \sim 60\%$.
- 4) Efek warna kelompok 4 : Ra indeks $< 40\%$.

b. Perhitungan Tingkat Pencahayaan Alami Siang Hari

Perancangan pencahayaan alami yang hemat energi dilakukan sebagai berikut :

- 1) Tentukan faktor siang hari atau faktor langit minimum yang dibutuhkan pada titik-titik yang dipilih sesuai dengan fungsi ruang. Gunakan cara perhitungan faktor langit dan faktor pencahayaan siang hari sesuai SNI 03-2396-2001 tentang "Tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung". Tentukan lubang cahaya yang dapat di buka sesuai ketentuan ventilasi.

c. Pengoperasian dan Pemeliharaan

1) Pengoperasian

a) Penempatan Alat Kendali

Semua perangkat kontrol pencahayaan mudah diakses dan terlihat.

- (1) Sakelar yang melayani tempat kerja dapat, asalkan dapat diakses dengan mudah, digabungkan sebagai bagian dari jangkar untuk menerangi tempat kerja.
- (2) Sakelar yang mengendalikan beban yang sama di lebih dari satu lokasi tidak boleh dihitung sebagai jumlah sakelar kendali tambahan.
- (3) Aturan kontrol pencahayaan tidak mengatur:
 - (a) Kontrol pencahayaan, yang mengatur area kerja yang luas secara keseluruhan sesuai dengan kebutuhan pencahayaan, dapat dipusatkan di tempat lain (termasuk lobi publik gedung

- perkantoran, hotel, rumah sakit, pusat perbelanjaan dan gudang);
- (b) pengendalian otomatis atau pengendalian yang dapat diprogram;
- (c) alat kontrol yang membutuhkan operator terlatih;

d. Pengendalian Sistem Pencahayaan

- 1) Semua sistem penerangan dalam gedung harus dikendalikan secara manual atau otomatis, kecuali yang terhubung dengan sistem darurat.
- 2) Aturan kontrol pencahayaan adalah sebagai berikut:
 - a) Setiap bagian yang membentuk ruangan harus memiliki setidaknya satu tombol ON/OFF per ruangan;
 - b) Area dengan luas maksimal 30 m² harus dilengkapi dengan saklar untuk satu jenis pekerjaan atau kelompok pekerjaan;
 - c) Penerangan luar ruangan yang beroperasi kurang dari 24 jam pada suatu waktu harus dikontrol secara otomatis menggunakan pengatur waktu, fotosel atau kombinasinya;
 - d) Area dengan pencahayaan alami yang cukup harus dilengkapi dengan saklar pengatur otomatis yang dapat mengatur pencahayaan lampu sesuai dengan tingkat pencahayaan yang direncanakan;
 - e) Setiap sakelar memberikan daya total maksimum seperti yang

direkomendasikan dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) edisi terbaru;

- f) Kecuali untuk keperluan khusus, aliran listrik ke kamar hotel harus dinyalakan dan dimatikan dengan cara memasukkan kunci kamar ke dalam saklar (keytag).
- g) Perlengkapannya sejajar dengan dinding luar ke arah siang hari, yang menggunakan sakelar otomatis atau sakelar yang terkendali harus dapat dimatikan dan dihidupkan dengan sakelar tersendiri/ manual.

e. Pemeliharaan

Agar pemeliharaan sistem penerangan lebih tepat dan terjamin, pemilik atau owner harus memiliki manual pengoperasian sistem pencahayaan bangunan gedung. Buku manual ini berisi data dan informasi lengkap tentang sistem kelistrikan penerangan, meliputi informasi sebagai berikut:

- 1) Diagram satu garis dari sistem kelistrikan gedung.
- 2) Diagram skematik kontrol sistem penerangan listrik.
- 3) Daftar peralatan listrik yang dioperasikan di gedung, terutama untuk penerangan.
- 4) Daftar daya penerangan berdasarkan jumlah dan jenis lampu.
- 5) Daftar lampu, jenis dan properti lampu.
- 6) Daftar masa hidup.

Manual yang berisi informasi ini memungkinkan prosedur pemeliharaan dan kontrol sistem pencahayaan ditentukan dengan lebih tepat. Untuk mencapai efisiensi penggunaan energi listrik, pemeliharaan perangkat penerangan harus dilakukan sebagai berikut:

- 1) Semua lampu yang tidak perlu harus dimatikan.
- 2) Lampu dan jangkar harus bersih untuk mencapai tingkat pencahayaan yang benar.
- 3) Lampu harus diganti jika fluks cahaya berkurang secara signifikan seiring bertambahnya usia. □ Penggunaan warna-warna terang pada dinding, plafon, lantai dan gorden, yang mengurangi kebutuhan cahaya karena daya pantul bahan yang digunakan.
- 4) Penggunaan pencahayaan eksternal untuk tujuan dekoratif dan pengoptimalan suasana.
- 5) Pengurangan pencahayaan luar ruangan sampai batas terendah yang tetap memberikan keamanan dan kenyamanan.
- 6) Pembersihan ruangan dilakukan lebih awal, sehingga lampu dapat dimatikan lebih cepat.
- 7) Mengganti bola lampu yang tidak hemat energi dengan bola lampu yang hemat energi.

8.2 Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung

1. Istilah Dan Defenisi

- Watt cahaya adalah energi yang dipancarkan oleh sumber cahaya 1 watt dengan panjang gelombang 555 mμ.
- Watt cahaya = 680 lumens
- Fluks bercahaya (lumen) adalah jumlah total cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya dalam satu detik.
- Fluks Bercahaya Spesifik atau Efisiensi = Lumens/Watt. Efisiensi menunjukkan efisiensi lampu. Gambar di bawah menunjukkan keluaran salju dari lampu untuk setiap energi listrik yang dikonsumsi untuk menyalakan lampu. ω Steradian. Misalnya, sebuah bidang dengan luas T^2 ditentukan oleh permukaan bola dengan jari-jari r . Jika ujung sinar kemudian melewati tepi bidang, sudut yang dibuat sinar terhadap bola disebut steradian. Karena luas permukaan bola adalah $4\pi T^2$, mungkin ada 4π sudut padat di sekitar pusat bola, masing-masing sama dengan satu steradian.
- Intensitas cahaya (kandela) = fluks cahaya yang dipancarkan ke arah tertentu per satuan sudut padat (steradian)

$$I = \frac{\phi}{\omega} \text{ (cd)} \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana : I = Intensitas cahaya (cd)

ϕ = Flux cahaya (Lm)

ω = Sudut ruang (Steradian)

E = Intensitas penerangan atau iluminansi (E) = flux cahaya persatuan luas permukaan $A = m^2$

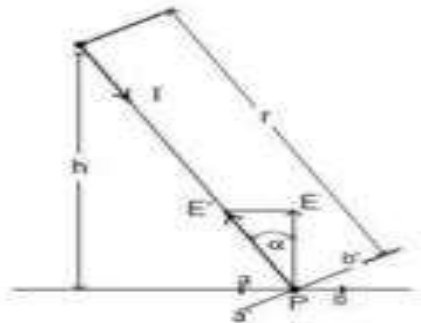
$$E_{rata-rata} = \frac{\Phi}{A} \text{ lux} \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana : Φ = Flux cahaya (Lm)

2. Intensitas Cahaya

Diagram polar intensitas cahaya digunakan untuk menghitung intensitas penerangan di suatu titik menurut rumus :

$$E_p = \frac{I}{r^2} \text{ lux}$$



Gambar 8.1. Intensitas Penerangan

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha \text{ lux} \dots\dots\dots 2.4$$

3. Sistem Penerangan Dan Armatur

Berdasarkan pembagian flux cahayanya oleh sumber cahaya dan armatur yang digunakan, dapat dibedakan sistem-sistem penerangan di bawah ini.

Tabel 8.3. Sistem Penerangan

System Penerangan	Langsung ke bidang kerja
Penerangan langsung	90 – 100 %
Terutama penerangan Langsung	60 – 90 %
Penerangan campuran atau penerangan baur (difus)	40 – 60 %
Terutama penerangan tidak langsung	10 – 40 %
Penerangan tidak langsung	0 – 10 %

4. Hukum Kuadrat

$$E = \frac{I}{r^2} \text{ lux} \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana : E_p = intensitas penerangan di suatu titik P dari bidang yang diterangi (lux)

- a. Penjelasan langsung:
- b. Cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya sepenuhnya diarahkan ke area yang diterangi, langit-langit hampir tidak memainkan peran apa pun.
- c. Terutama pencahayaan langsung:
- d. Sejumlah kecil cahaya memancar ke atas.
- e. Pencahayaan menyebar/seragam:
- f. Sebagian cahaya dari sumber cahaya diarahkan ke dinding dan langit.
- g. Terutama pencahayaan tidak langsung:
- h. Sebagian besar sumber cahaya diarahkan ke atas.
- i. Penjelasan tidak langsung:
- j. Cahaya memantul dari langit-langit dan dinding.

5. Cara Menghitung Penerangan Dalam

Perbandingan antara intensitas penerangan minimum dan maksimum di bidang kerja sekurang-kurangnya = 0,7. Perbandingan dengan sekelilingnya sekurang-kurangnya = 0,3.

a. Intensitas Penerangan

Intensitas penerangan ditentukan oleh :

- (1) Tempat di mana pekerjaan akan dilakukan.
- (2) Sifat pekerjaan

b. Efisiensi Penerangan

$$\eta = \frac{\phi_g}{\phi_0} \dots\dots\dots 2.5$$

Dimana : ϕ_0 = flux cahaya yang dipancarkan oleh semua sumber cahaya yang ada dalam ruangan

ϕ_g = flux cahaya berguna yang mencapai bidang kerja, langsung atau tidak langsung setelah dipantulkan oleh dinding dan langit-langit

$$\text{Dan } \phi_g = E \times A \dots\dots\dots 2.6$$

$$\eta = \frac{E \times A}{\phi_0} \text{ Lm} \dots\dots\dots 2.7$$

Dimana: E = flux cahaya yang dipancarkan oleh semua sumber cahaya yang ada dalam ruangan A = luas bidang kerja (m^2)

8.3 Pengukuran Intensitas Penerangan Di Tempat Kerja

1. Ruang lingkup

Standar ini menjelaskan metode untuk mengukur pencahayaan di tempat kerja dengan menggunakan lux meter.

2. Istilah dan Definisi

- a. **Lux**, satuan intensitas penerangan per meter persegi yang dijatuhkan arus cahaya 1 lumen
- b. **Luxmeter**, alat yang digunakan untuk mengukur intensitas penerangan dalam satuan lux
- c. **Penerangan setempat**, penerangan di tempat obyek kerja, baik berupa meja kerja maupun peralatan
- d. **Penerangan umum**, penerangan di seluruh area tempat kerja

3. Metoda Pengukuran

a. Prinsip

Untuk pengukuran intensitas cahaya ini digunakan lux meter yang hasilnya langsung terbaca. Alat ini mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, setelah itu energi listrik berupa aliran listrik digunakan untuk menggerakkan jarum horizontal. Pada perangkat digital, energi listrik diubah menjadi angka yang dapat dibaca di layar.

b. Peralatan

Luxmeter.

Prosedur Kerja

1) Persiapan

- a) Luxmeter dikalibrasi oleh laboratorium kalibrasi yang terakreditasi.

2) Penentuan titik pengukuran

a) Informasi lokal:

Objek kerja berupa desktop dan perangkat. Jika berupa meja, pengukurannya bisa diambil dari meja yang ada.

b) Informasi umum:

- perpotongan panjang dan lebar garis horizontal ruangan pada jarak tertentu pada ketinggian satu meter dari lantai
- c) Luas kamar kurang dari 10 meter persegi:
perpotongan garis horizontal bujur dan garis lintang ruang berada pada jarak 1 (satu) meter.
 - d) Luas ruangan 10-100 meter persegi :
Perpotongan garis horizontal panjang dan lebar ruangan seluruhnya 3 (tiga) meter.
 - e) Area lebih besar dari 100 meter persegi:
perpotongan horizontal panjang ruangan dan lebar ruangan berada pada jarak 6 meter.

c. Persyaratan pengukuran

- 1) Pintu ruangan sesuai dengan kondisi kerja.
 - a) Lampu ruangan dalam keadaan dinyalakan sesuai dengan kondisi pekerjaan.
- 2) Tata cara
 - a) Nyalakan lux meter yang telah dikalibrasi dengan membuka penutup sensor.
 - b) Bawa alat ke titik pengukuran yang telah ditentukan, baik untuk mengukur penerangan setempat maupun umum.
 - c) Bacalah hasil pengukuran pada layar monitor setelah beberapa saat sampai diperoleh pembacaan yang stabil.
 - d) Catat hasil pengukuran pada halaman hasil pencatatan
 - e) Matikan lux meter saat pengukuran intensitas cahaya selesai.

A. IKLIM KERJA

1. Definisi Iklim Kerja

Iklim kerja adalah kombinasi dari suhu udara, kelembaban, kecepatan gerak dan temperatur radiasi. Kombinasi keempat faktor tersebut berkaitan dengan produksi panas tubuh yang dikenal dengan heat stress (Putra, 2011). Permenakertrans No. PER 13/MEN/X/2011 iklim kerja merupakan hasil perpaduan antara suhu, kelembaban, kecepatan gerak udara dan panas pancaran dengan panas yang dikeluarkan oleh tubuh pegawai.bekerja sebagai hasil dari pekerjaannya.

Iklim kerja adalah kombinasi dari suhu kerja, kelembaban, kecepatan udara dan suhu radiasi di tempat kerja. Suasana kerja yang tidak menyenangkan, tidak memenuhi syarat yang ditentukan mengurangi kapasitas kerja, yang mengurangi efisiensi dan produktivitas tenaga kerja. Suhu udara yang menurut orang Indonesia menyenangkan adalah 240-260 derajat, perbedaan suhu antara di dalam dan di luar tidak boleh lebih dari 50 derajat. Batas kecepatan angin sekitar 0,25-0,5 m/s (Putra 2011).

2. Macam Iklim Kerja

Perkembangan teknologi dan proses produksi di industri telah menciptakan lingkungan kerja dengan iklim dan cuaca tertentu, dapat berupa iklim kerja panas dan dingin

a. Iklim Kerja Panas

Menurut Budiono, Putra (2011) mengatakan iklim kerja panas adalah meteorologi lingkungan kerja, yang dapat disebabkan oleh pergerakan angin, kelembaban, temperatur udara, temperatur radiasi dan sinar matahari. Tempat kerja yang terpapar suhu tinggi dapat meningkatkan potensi masalah kesehatan dan keselamatan kerja (Jiangjun et al, 2014).

Panas sebenarnya adalah energi kinetik dari gerakan molekuler, yang terus-menerus diproduksi sebagai produk sampingan metabolisme dalam tubuh, dan panas tubuh hilang ke lingkungan. Untuk menyeimbangkan konsumsi dan produksi panas, tubuh berusaha untuk menukar panas dari tubuh ke lingkungan melalui konduksi, konveksi, radiasi dan evaporasi melalui kulit.

Tekanan panas adalah beban panas total pada tubuh, yang merupakan kombinasi dari pekerjaan fisik, faktor lingkungan (suhu udara, tekanan uap air, pergerakan udara, perubahan produksi panas), dan faktor pakaian. Pengaruh stress panas mempengaruhi kejadian (Putra, 2011):

1) Dehidrasi

Penguapan yang berlebihan mengurangi jumlah darah, dan pada tahap awal, aliran darah menjadi lebih lemah dan otak kekurangan oksigen.

2) *Heat Rash*

Yang paling umum adalah hot flashes, yang muncul sebagai jerawat merah yang disebabkan oleh penyumbatan kelenjar keringat dan penumpukan keringat. Gejalanya mungkin lepuh terus menerus dan bisa disertai panas gatal yang tajam.

3) *Heat Fatigue*

Keterampilan motorik terbatas dalam panas. Gerakan tubuh menjadi lebih lambat, kurang memperhatikan tugas. Panas diketahui terkait dengan beberapa kerusakan jaringan dan organ yang disebabkan tidak hanya oleh efek sitotoksik dari panas, tetapi juga oleh reaksi inflamasi dan koagulasi.

4) *Heat Cramps*

Kejang otot, diikuti dengan penurunan konsentrasi natrium klorida darah di bawah tingkat kritis. Bisa terjadi sendiri atau bersamaan dengan kelelahan akibat panas, kram muncul tiba-tiba.

5) *Heat Exhaustion*

Karena kekurangan cairan tubuh atau elektrolit. Gejala umum kelelahan akibat panas meliputi sakit kepala, lemas, pusing, mual, muntah, diare, lekas marah, dan kehilangan koordinasi. Mungkin kulitnya tampak pucat atau pucat dengan takikardia atau hipotensi.

6) *HeatSyncope*

Kolaps atau tidak sadarkan diri selama terpapar panas dan tanpa meningkatkan suhu tubuh atau berhenti berkeringat.

7) *HeatStroke*

Menurut Ramdan dalam Putra (2011), hendaya berat berhubungan dengan defek pada pusat pengatur suhu tubuh. Dalam mode ini, pengatur suhu tidak lagi berfungsi penghambatan tiba-tiba dari proses penguapan.

Faktor eksternal seperti kelembaban dan angin mempengaruhi ketahanan panas pakaian. Kondisi pakaian basah lebih lemah. Kecepatan aliran udara yang lebih tinggi cenderung mengempiskan garmen, yang juga mengurangi ketebalan dan daya tahannya. Pada saat yang sama, pada pakaian tenun yang longgar, angin dapat menghilangkan lapisan udara hangat di dalamnya. Kecuali digunakan untuk melindungi dari bahaya kimia atau bahaya lainnya. Insulasi individu biasanya mengatur sendiri, dengan

orang menambahkan atau melepas lapisan pakaian yang sesuai dengan faktor perasaan senang.

Durasi pemaparan dapat bervariasi tergantung pada waktu kerja atau istirahat, sebaiknya waktu istirahat lingkungan yang kurang ekstrim (Putra, 2011)

Aklimatisasi panas dipahami sebagai proses adaptasi yang terjadi pada seseorang pada minggu pertama dalam panas untuk kemudian dapat bekerja tanpa terkena tekanan. hangat (Putra, 2011).

Sedangkan standar untuk proses desain teknis untuk konservasi Energi pada Bangunan yang diterbitkan oleh LPMB PU membagi suhu nyaman orang Indonesia menjadi tiga bagian.

Konsekuensi:

Tabel 8.4. Suhu Nyaman menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknis

Konservasi Energipada Bangunan	Temperatur Efektif (TE)	Kelembaban (RH)
. Sejuk nyaman	20,5 -22,8. C	50 %
Ambang atas	24. C	80%
. Nyaman	22,8 - 25,8. C	70%
optimal		
Ambang atas	28. C	
. Hangat	25,8 - 27,1. C	60%
nyaman		
Ambang atas	31. C	

Sumber : LPMB-PU, 2008

3. Iklim Kerja Dingin

Efek suhu dingin dapat menurunkan kinerja dengan mengeluhkan kekakuan atau kurangnya koordinasi otot, sedangkan efek kesehatan dari suhu ruangan yang sangat rendah dapat menyebabkan penyakit yang diketahui. dikenal sebagai blasbells, trench foot dan frostbite.

Menghindari masalah kesehatan yang disebabkan oleh udara kerja yang dingin Ini dilakukan dengan memilih pekerja yang cocok dan menggunakan pakaian pelindung yang baik. Disamping itu, pemeriksaan kesehatan perlu juga dilakukan secara periodic. (Budiono, 2008)

Reaksi setiap orang dengan orang lain berbeda-beda walaupun terpapar dalam lingkungan panas yang sama. Hal inidipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu (Purwanto, 2010) :

a. Umur

Orang tua lebih sensitif terhadap panas daripada orang muda. Ini karena orang tua berkeringat lebih lambat daripada orang muda dan kemampuan tubuh untuk menormalkan suhu tubuh lebih lambat daripada orang muda.

b. Jenis Kelamin

Di iklim panas, kapasitas keringat pria dan wanita hampir sama, namun daya adaptasi wanita kurang baik. Pria, wanita dapat menahan suhu dingin lebih baik dari suhu panas Ini mungkin karena kapasitas jantung dan pembuluh darah pada wanita yang lebih kecil.

c. Kebiasaan

Seorang karyawan yang terbiasa dengan suhu panas menerima lebih banyak beradaptasi dibandingkan dengan pekerja yang tidak terbiasa.

d. Ukuran Tubuh

Orang yang lebih kecil mengalami tekanan panas secara proporsional karena mereka memiliki kapasitas kerja maksimum yang lebih rendah. Meskipun orang gemuk lebih mudah Meninggal karena tekanan panas seperti orang kurus. Karena orang gemuk tidak hanya memiliki fungsi peredaran darah yang lebih buruk, tetapi juga rasio luas permukaan tubuh terhadap berat badan yang lebih rendah.

e. Personalisasi

Aklimatisasi terhadap suhu tinggi merupakan hasil adaptasi seseorang terhadap lingkungan yang ditandai dengan penurunan denyut nadi dan suhu mulut atau tubuh akibat keringat. Adaptasi dapat dicapai dengan bekerja dalam waktu lama di lingkungan kerja yang tinggi, biasanya adaptasi terhadap panas tercapai setelah dua minggu bekerja. Peningkatan produksi keringat tergantung pada peningkatan suhu.

f. Suhu udara

Suhu yang nyaman sekitar 24°C-26°C, bagi orang Indonesia itulah suhunya Panas mempengaruhi efisiensi kerja, pola pikir. Menolak sangat baik setelah 32 °C.

g. Masa kerja

Pada umumnya waktu seseorang bekerja mempengaruhi sikap dan tindakan dalam bekerja. Semakin lama seseorang bekerja, semakin baik dia beradaptasi suasana kerja menjadi lebih baik.

h. Lama bekerja

Jam kerja menentukan efisiensi dan produktivitas seseorang. Aspek yang paling penting dari masalah waktu kerja adalah:

- 1) Waktu selama seseorang dapat bekerja dengan baik.

- 2) Hubungan antara waktu kerja dan waktu istirahat.
- 3) Jam kerja per hari meliputi siang (pagi, siang, sore) dan malam.

4. Pengukuran Iklim Kerja

Pengukuran iklim kerja dapat dilakukan melalui 3 alat, yaitu: *Heat Stress Monitor*, Anemometer, dan Higrometer.

- a. *Heat Stress Monitor* adalah suatu alat untuk mengukur tekanan panas dengan parameter Indeks Suhu Bola Basah (ISBB).
- b. *Anemometer* adalah suatu alat untuk mengukur tingkat kecepatan angin.
- c. *Higrometer* adalah suatu alat untuk mengukur tingkat kelembapan udara.

5. Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Bangunan

Idealnya sebuah bangunan memiliki nilai estetika, berfungsi sesuai dengan tujuan penggunaan bangunan tersebut, memberikan rasa “aman” (dari gangguan alam dan manusia/makhluk lain) dan menawarkan “kenyamanan”.

Ketika kita berada di sebuah gedung, kita berharap tidak kepanasan, dan memang tidak kegelapan karena kurang cahaya, dan tidak terasa kebisingan yang berlebihan. Setiap bangunan diharapkan memberikan kenyamanan termal, visual dan akustik. Agar manusia dapat melakukan aktivitasnya (di rumah, di sekolah atau di kantor/tempat kerja) dengan baik, tubuh memerlukan kenyamanan termal. Szokolay "*Handbook of Tropical Housing and Building*" menyebutkan bahwa kenyamanan bergantung pada variabel iklim (matahari/radiasi, suhu udara, kelembapan dan kecepatan angin) dan beberapa faktor individu/

Faktor subjektif seperti pakaian, kebugaran, usia dan jenis kelamin, obesitas, status kesehatan, jenis makanan dan minuman yang dikonsumsi, dan warna kulit. Kondisi ideal yang harus diciptakan untuk menciptakan bangunan yang nyaman secara termal adalah sebagai berikut:

- a. Teras atap/overhang cukup lebar
- b. Selubung bangunan (atap dan dinding) ringan (memantulkan cahaya)
- c. Ada ventilasi silang
- d. Langit-langit dan dinding ternaungi dengan baik. 5. Sinar matahari langsung dihalangi (dengan sunshades) untuk menghindari panas dan silau (Talaruso, 2007).

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, D. P. G. S., Suwondo, A., & Lestyanto, D. 2013. Hubungan Antara Iklim Kerja, Asupan Gizi Sebelum Bekerja, dan Beban Kerja Terhadap Tingkat Kelelahan pada Pekerja Shift Pagi Bagian Packing PT. X, Kabupaten Kendal. Online Di <http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/jkm>.
- Anizar. 2012. Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Andriani, K. W. 2016. Hubungan Umur, Kebisingan Dan Temperatur Udara Dengan Kelelahan Subjektif Individu Di PT X Jakarta. The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health, Vol. 5, No. 2 Juli-Des 2016: 112-120, 5(2), 112. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v5i2.2016.112-120>
- Anggraini, N., Purba, I. G., & Sitorus, R. J. 2013. Occupational Fatigue On Workers At Bengkel Auto 2000plaju Branch In Palembang On 2011. Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat, VOLUME 4 Nomor 02 Juli 2013, 4.
- Ardiyanti, N., Wahyuni, I., & Jayanti, S. 2017. Hubungan Beban Kerja Mental Dengan Kelelahan Kerja Pada Tenaga Keperawatan Dan Tenaga Kebidanan Di Puskesmas Mlati II Sleman Yogyakarta. Jurnal Kesehatan Masyarakat (E-Journal) Volume 5, Nomor 5, Oktober 2017 (ISSN: 2356-3346) <http://ejournal3.undip.ac.id>
- Handayani, D., Fathimahhayati, L. D., Pinangki, S., & Dharma, I. G. B. 2013. Analisis Pencahayaan Ruang Kerja : Studi Kasus Pada Usaha Kecil Mikro dan Menengah (UMKM) Batik Tulis di Yogyakarta Workspace Lighting Analysis: Case Study on Handmade Batik Industry in Yogyakarta. Dinamika Rekayasa Vol. 9 No. 1 Februari 2013 ISSN 1858-3075, 6-9.

- Hendra, Tina, S., & Majidah, A. 2013. Tingkat Pencahayaan Perpustakaan di Lingkungan Universitas Indonesia The Illumination of Libraries in Universitas Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional* Vol. 7, No. 6, Januari 2013, 265–270.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik (Edisi Revisi 2010)*. Jakarta : Rineka Cipta
- Bean, R. 2004. *Lighting Interior And Exterior*. Massachusets: Architectural Press
- Darmastiawan, dan Puspakesuma, L. 1991. *Good lighting for school*.
- Darmastiawan, dan Puspakesuma, L. 1991. *Teknik Pencahayaan dan Tata Letak Lampu Jilid : Pengetahuan Dasar*. Jakarta : Grasindo.
- Dora, P.E. 2010. *Optimasi Desain Pencahayaan Ruang Kelas SMA Santa Maria Surabaya*. Jurusan Desain Interior Fakultas Seni dan Desain Universitas Kristen Petra Surabaya.

BAB 9

GETARAN DAN RADIASI DI TEMPAT KERJA

Oleh Andi Mifta Farid Panggeleng

9.1 Getaran

Getaran didefinisikan selaku gerak secara bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan (Kemnaker, 2018). Getaran juga disebut sebagai gerakan mekanis yang ditimbulkan sumber getaran di tempat kerja yang dapat berpindah ke seluruh tubuh manusia yang berada di tempat itu. Sumber getaran tersebut umumnya berasal dari mesin atau peralatan mekanis lainnya (Suma'mur dalam Syadariah *et al.*, 2022).

Dalam keterangan Suma'mur, ia menjelaskan bahwa getaran dapat merambat ke sekitar lingkungan dan menjadi bentuk energi yang berasal dari mesin atau peralatan mekanik. Sebagian dari kekuatan mekanik yang disebut sebagai getaran mekanik dari mesin atau peralatan kerja kemudian dialirkan sekitar separuhnya ke tubuh pekerja atau benda di tempat kerja dan lingkungan kerja (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

Sementara itu, Mansfield menyebutkan bahwa getaran adalah gerakan mekanis yang berosilasi di sekitar titik (sering kali merupakan referensi) tetap. Getaran juga berbentuk gelombang mekanik dan, seperti semua gelombang, ia memindahkan energi tetapi bukan materi. Pergerakan getaran membutuhkan adanya struktur mekanik yang memungkinkan untuk merambat. Struktur mekanik tersebut dapat berupa bagian dari mesin, kendaraan, alat, bahkan termasuk struktur tubuh manusia. Namun, jika sambungan mekanik antar bagian tersebut terputus, maka getaran tidak akan

dapat merambat lagi (Mansfield, 2005).

Secara garis besar, getaran mekanis bersumber dari sebuah mesin atau benda yang bergerak yang tidak dikehendaki dan tidak disukai. Getaran mekanis juga mampu memberikan efek yang tidak baik dari sisi kesehatan dan dapat menghambat pekerja dalam penyelesaian pekerjaannya (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

Getaran dapat dihasilkan dari berbagai sumber mekanis yang mana manusia memiliki kontak fisik. Energi getaran dapat diteruskan ke operator dari kendaraan di jalan kasar; alat getar; mesin getar; atau platform kerja bergetar dan dapat menimbulkan efek kesehatan yang merugikan. Getaran dapat ditularkan melalui kaki dan tungkai, tangan dan lengan tetapi paling sering melalui bokong saat duduk di dalam kendaraan. Intesitas dari besarnya efek getaran tergantung pada tingkat keparahan dan panjang eksposur (Mcphee, Foster and Long, 2009).

Getaran mekanik dalam jangka pendek dapat memberikan dampak psikologis pada manusia, namun jika dibiarkan dapat menimbulkan masalah kesehatan seperti gangguan pada sistem tulang belakang, hemoroid, hernia, dan kesulitan dalam buang air kecil. Getaran juga dapat menyebabkan peningkatan ketegangan otot serta kondisi *vibration induced finger*, di mana telapak dari tangan akan menjadi pucat dikarenakan pembuluh darah yang mengecil (McCormick dalam Prabawa, 2009).

Groothoff mengungkapkan bahwa terdapat dua jenis getaran mekanis, yakni *Whole-Body Vibration* dan *Hand-Arm Vibration* (Comcare dalam Groothoff, 2012). Terjadinya getaran mekanis diakibatkan oleh beberapa faktor, antara lain faktor fisik, faktor biodinamika, dan faktor individual (Shen and House, 2017). Hal ini dapat dicermati melalui tabel berikut:

Tabel 9.1. Faktor yang Mempengaruhi Getaran

Faktor Fisik	Faktor Biodinamika	Faktor Individu
Akselerasi Getaran	Kekuatan menggenggam seberapa kuat pekerja dalam menggenggam alat yang bergetar	Pengontrolan operator pada alat tersebut
Frekuensi Getaran	Area permukaan, lokasi, serta bagian tangan yang berkontak pada sumber dari getaran	Frekuensi kerja mesin
Durasi Paparan Setiap Hari	Kekerasan material kontak pada alat yang bergetar	Kemampuan dan produktivitas
Lama Pekerja Terpapar Getaran (Lama Kerja)	Posisi lengan serta tangan terhadap badan	Suseptibilitas individual pada getaran
Menggunakan APD	Riwayat luka di tangan maupun jari, khususnya dikarenakan dingin/membeku	Lesi ataupun penyakit khususnya di tangan maupun jari

Sumber: Shen dalam Chani and Kurniawan, 2018

9.1.1 Whole-Body Vibration

WBV (*Whole Body Vibration*) ataupun getaran keseluruhan tubuh merupakan jenis getaran mekanis di mana energi mekanis bergetar dan menyebar ke seluruh tubuh manusia, bukan hanya terfokus pada satu area tubuh tertentu. Umumnya, getaran ini dirambatkan melalui mekanisme pendukung seperti platform

ataupun tempat duduk. WBV umumnya memiliki frekuensi di antara kisaran 1-80 Hz, dan dapat terjadi ketika seseorang duduk di kursi yang bergetar, berdiri di atas permukaan yang bergetar, atau bahkan berbaring di atas permukaan yang bergetar. WBV juga sering terjadi pada pekerja di sektor pertanian, konstruksi, industri mesin, dan transportasi. (Haikal dan Wijaya, 2018).

Sedangkan menurut *International Social Security Association* (ISSA), WBV merupakan getaran mekanis yang dipindahkan ke tubuh melalui pantat atau punggung dalam hal pekerjaan menetap, melalui kaki dalam hal pekerjaan yang dilakukan sambil berdiri atau kepala dan punggung saat bekerja dalam kondisi terlentang (Neugebauer *et al.*, 2010).

Pajanan dari WBV dapat dibagi ke dalam tiga kategori (Yantri, 2017) yakni:

- a. Getaran dengan frekuensi rendah seperti pada transportasi darat (kereta api, truk, bus).
- b. Getaran dengan frekuensi tinggi seperti pada alat berat ataupun mesin industri (traktor, forklift, sekop elektrik, derek, bulldozer, motor gandeng), transportasi laut/udara (kapal, helikopter, pesawat).
- c. Syok, peratan transportasi darat yang melintas pada jalanan dengan permukaan yang berlubang/tidak rata.

Suma'mur menilai, kejadian WBV lebih dominan ditemukan pada alat angkutan. Alat angkutan yang dimaksud bukan merupakan mobil, melainkan truk yang umumnya dipakai sebagai transportasi pada sebagian kegiatan industri seperti traktor pertanian yang dipakai untuk bertani (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

WBV terjadi saat pekerja ditopang oleh permukaan yang bergetar dan getaran tersebut mempengaruhi bagian tubuh yang jauh dari tempat paparan. Contohnya, saat truk forklift melaju di atas permukaan bergelombang, getaran ditransmisikan melalui kendaraan ke tempat duduk dan pijakan kaki, yang merupakan

permukaan yang menopang pengemudi. Getaran tersebut kemudian dipindahkan melalui tubuh pengemudi ke kepala yang akan bergerak. (Mansfield, 2005).

Selain itu, perlu juga diperhatikan durasi paparan WBV karena semakin lama paparan terhadap WBV, semakin besar risiko terjadinya efek kesehatan yang merugikan. Selain itu, jenis aktivitas yang dilakukan juga perlu diperhatikan karena beberapa aktivitas seperti mengemudi di jalan yang tidak rata atau bekerja dengan mesin berat dapat menghasilkan WBV yang lebih tinggi daripada aktivitas lainnya. Pada akhirnya, tindakan pencegahan seperti memilih tempat duduk dan topangan kaki yang memiliki peredam getaran yang baik, mengurangi durasi paparan WBV, dan menggunakan alat pelindung tubuh seperti sepatu keselamatan dan pelindung telinga dapat membantu melindungi kesehatan pekerja dari efek merugikan akibat paparan WBV (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

Getaran mekanis dengan frekuensi 3 hingga 9 Hz bisa menyebabkan resonansi di perut maupun dada. Sementara itu, pada frekuensi 6 hingga 10 Hz berintensitas 0,6 gram, detak jantung, tekanan darah, penggunaan oksigen, serta volume perdenyut akan mengalami perubahan yang sedikit. Namun, dalam intensitas 1,2 gram, perubahan pada peredaran darah akan lebih signifikan dan resonansi akan terjadi pada leher, kepala, pinggul, dan tulang serta otot yang terhubung. Resonansi pada tenggorokan kemudian terjadi pada frekuensi 13 hingga 15 Hz. Akhirnya, getaran dengan frekuensi kurang dari 20 Hz akan meningkatkan tonus otot karena kontraksi statis, menyebabkan ketidaknyamanan, dan mengurangi konsentrasi (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

Sementara itu, Kemnaker telah menetapkan Nilai Ambang Batas untuk bahaya fisik dengan kategori getaran yang berkontak secara langsung atau tidak langsung dengan tubuh yakni 0,54 m/detik (Kemnaker dalam Chani and Kurniawan, 2018).

WBV dapat mengakibatkan munculnya potensi penyakit pada pekerja seperti keluhan *Muskuloskeletal Disorder* (MSDS) di antaranya nyeri tulang belakang, kelelahan otot, *carpal tunnel syndrome* (CTS), nyeri leher, *cervic spindolisis*, *tennis elbow*, dan penyakit lainnya (Prawira *et al.*, 2017). Efek fisiologis WBV sangat ditentukan oleh frekuensi getaran mekanis dan frekuensi alami jaringan (Dr. Suma'mur P.K., 2014). MSDS adalah kependekan dari *Musculoskeletal Disorders* atau Gangguan Muskuloskeletal dalam bahasa Indonesia. Gangguan muskuloskeletal adalah serangkaian penyakit atau kelainan yang mempengaruhi otot, saraf, serta tendon. Gangguan muskuloskeletal dapat meliputi berbagai jenis nyeri, cedera, ataupun gangguan di sistem otot rangka dimana mencakup jaringan saraf, tulang, otot, ligamen, sendi, serta tendon (Prawira *et al.*, 2017).

Dari hasil penelitian terhadap 70 operator alat berat, didapatkan hubungan diantara WBV terhadap kejadian *low back pain* (LBP) ataupun nyeri tulang belakang secara signifikan (Kurniati, Flora and Sitorus, 2019). LBP atau low back pain adalah kondisi ketidaknyamanan atau rasa sakit yang terjadi pada bagian bawah punggung. LBP bisa disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk gangguan muskuloskeletal, seperti cedera atau tekanan pada otot, tulang, dan ligamen di daerah tersebut, serta faktor lain seperti kurangnya aktivitas fisik atau kelelahan (Widyastuti dalam Hadyan, 2015).

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Burstrom dkk, disebutkan bahwa WBV memberikan dampak buruk pada berbagai sistem jaringan tubuh dan sejumlah sumber mengungkapkan bahwa LBP merupakan manifestasi utama dari terjadinya paparan WBF yang berkepanjangan (Burström, Nilsson and Wahlström, 2015).

Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan terhadap 96 supir truk, mengungkapkan bahwa paparan WBV terhadap kejadian LBP diakibatkan oleh usia kursi dimana suspensi kursi

dapat memburuk dari waktu ke waktu sehingga diperlukan perawatan kursi secara berkala atau penggantian kursi (Kim *et al.*, 2016).

Dalam penelitian terhadap 33 supir IKAS di kota Semarang, ditemukan adanya hubungan antara WBV dengan LBP yang disebabkan oleh peningkatan efek creep pada *kolumna vertebralis lumbal*, kelelahan, serta kerusakan pada vertebral end plates. Hal ini menyebabkan penurunan aliran dari nutrisi ke area itu serta akhirnya mengakibatkan tulang belakang memperoleh degenerasi. Selain itu, penelitian juga menunjukkan terdapatnya kenaikan VIP (*vasoactive intestinal peptide*) yang dapat menyebabkan nyeri (Haikal dalam Alifah Sifai, Lestantyo and Jayanti, 2018).

Sementara itu, penelitian yang dilakukan terhadap 32 operator alat berat mengungkapkan bahwa WBV memiliki hubungan secara langsung terhadap kejadian kelelahan (Deviyanti *et al.*, 2022).

9.1.2 Hand Arm Vibration

HAV (*Hand Arm Vibration*) yakni jenis dari getaran yang ditransfer ke tangan/lengan, dan umumnya dikarenakan kegiatan kerja yang melibatkan penggunaan alat yang bergetar serta dipegang dengan tangan (Highways England dalam Dwinaffebri, Wahyuni and Ekawati, 2021).

Sementara itu ISSA mendefenisikan HAV sebagai getaran mekanis yang ditransmisikan melalui tangan dan hanya memberikan pengaruh terutama pada sistem lengan tangan. HAV biasanya disebabkan oleh alat listrik atau pneumatik genggam termasuk pemangkas tanaman pagar dan sejenisnya (Neugebauer *et al.*, 2010).

Kementerian Ketenagakerjaan telah menetapkan Nilai Ambang Batas (NAB) untuk bahaya fisik terkait getaran pada alat kerja yang berinteraksi secara langsung ataupun tidak dengan

tangan serta lengan, yaitu 4 meter/detik². (Kemnaker dalam Chani and Kurniawan, 2018).

HAV sendiri tentunya berpotensi menimbulkan penyakit pada pekerja di antaranya *Hand Arm Vibrations Syndrome* (HAVS), *white finger*, *blue finger*, CTS, *epicondylitis medial*, fenomin Raynaud dan penyakit lainnya.

Fenomin Raynaud memiliki kemiripan dengan peredaran darah dan persarafan yakni kondisi pucat dan biru yang terjadi pada tangan secara berulang yang biasanya

Hal ini dapat dibuktikan pada penelitian yang melibatkan 18 pekerja di laboratorium gigi dimana 13 orang di antaranya mengalami HAVS dengan gejala dominan yakni kesemutan (Hidayat, 2012).

Dalam sebuah penelitian yang dilakukan di Kecamatan Sokobanah, Sampang terhadap 33 pekerja pandai besi, sisapati sebanyak 25 pekerja mengalami getaran tidak nyaman yang dihubungkan dengan *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) yang parah (Qoribullah, 2020). Sindrom terowongan karpal (CTS) yakni sebuah keadaan dimana timbul gangguan dalam syaraf medianus akibat penekanan atau tekanan pada syaraf tersebut saat melewati terowongan karpal. CTS sering terjadi pada pekerja yang melakukan tugas yang memerlukan gerakan tangan berulang-ulang dan paparan getaran dalam jangka waktu lama (Rusdi and Koesyanto, 2010).

Penelitian yang dilakukan terhadap pekerja mebel di PT Dayak Lestari Ekaniaga mengungkapkan bahwa gerak berulang dan HAV memberikan pengaruh terhadap pekerja yang mengalami *epicondylitis medial* atau iritasi pada otot tendon (Deri, Pradana and Rossa, 2015).

9.1.3 Nilai Ambang Batas Getaran

Berdasarkan Peraturan Nomor 5 Menteri Ketenagakerjaan Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Kerja, berikut merupakan Nilai Ambang Batas (NAB) dari getaran pemaparan lengan dan tangan dan NAB getaran untuk pemaparan seluruh tubuh :

Tabel 9.2. NAB Getaran untuk Pemaparan Lengan dan Tangan

Jumlah waktu pajanan per hari kerja	Resultan percepatan di Sb X, Sb Y, dan Sb Z
	Meter per detik kuadrat (m/det ²)
6-8 jam	5
4-6 jam	6
2-4 jam	7
1-2 jam	10
0,5-1 jam	14
< 0,5 jam	20

Sumber : Permenaker No 5 Tahun 2018

Tabel 9.3. NAB Getaran untuk Pemaparan Seluruh Tubuh

Jumlah waktu pajanan per hari kerja (Jam)	Nilai Ambang Batas (m/det ²)
0,5	3,4644
1	2,4497
2	1,7322
4	1,2249
8	0,8661

Sumber : Permenaker No 5 Tahun 2018

9.1.4 Alat Ukur Getaran

Getaran dapat diukur menggunakan *vibration meter* dengan langkah-langkah sebagai berikut (Yantri, 2017) :

- Langkah pertama, kabel bnc dipasangkan ke stop kontak meter bnc.
- Langkah kedua, kabel mini dipasangkan ke stop kontak sensor vibrasi.
- Langkah ketiga, tombol 'on' ditekan untuk menyalakan vibration meter.
- Langkah keempat, tekan tombol bertuliskan 'ACC' untuk pengukuran getaran pada manusia.
- Langkah kelima, tekan tombol rms/peak dalam kondisi rms.
- Langkah keenam, posisikan sensor pada benda yang akan diukur.
- Langkah ketujuh, tekan tombol bertuliskan 'hold' ketika pengukuran dimulai.
- Langkah kedelapan, tekan tombol bertuliskan 'off' untuk mematikan vibration meter.

9.1.4 Pengendalian Getaran

Menurut Groothoof getaran dapat dikendalikan baik itu WBV ataupun HAV. Berikut merupakan contoh pengendalian bahaya getaran seluruh tubuh atau WBV (Groothoff, 2012) :

- a. Eliminasi
 - Memperhatikan sumber getaran, jalur transmisi atau penerima, atau kombinasi ketiganya, untuk menghilangkan atau meminimalkan paparan pada pekerja.
 - Memastikan pengemudi kendaraan dapat secara teratur mengubah postur tubuh tanpa mengorbankan kendali kendaraan.

b. Teknik

- Kursi dan sandaran kepala isolasi didesain untuk menangani kondisi di mana getaran diteruskan melalui kursi atau sandaran kepala dan ditanggulangi dengan penggunaan kombinasi pegas dan peredam.

c. Administratif

- Menjaga kualitas agar mesin dan peralatan demi menghindari resonansi dan getaran yang berlebihan.
- Memperhatikan jalan atau area permukaan lainnya dalam kondisi baik (mis. Isi lubang segera setelah terjadi).
- Menjaga kecepatan perjalanan kendaraan yang disesuaikan dengan kondisi jalanan.
- Menyederhanakan waktu yang dihabiskan oleh pekerja di atas permukaan yang bergetar.
- Melaksanakan program pemeliharaan dan penggantian kursi.

Selanjutnya, berikut merupakan contoh pengendalian getaran lengan tangan atau HAV :

a. Eliminasi

- Menyediakan pegangan anti getaran pada peralatan-peralatan kerja.

b. Teknik

- Menyediakan pegangan dengan material tahan lunak.

c. Administratif

- Menggunakan pegangan tangan minimum yang konsisten dengan pengoperasian kerja atau proses yang aman.
- Menghindari paparan terus menerus dengan menggabungkan jeda sekitar 20 menit dalam setiap periode dua jam.

- Berlatih rotasi pekerjaan melalui kerja tim sehingga, jika dapat dipraktikkan, bekerja dengan alat bergetar tidak melebihi empat jam selama satu hari kerja mana pun.
- Mengistirahatkan alat di lokasi kerja kapan pun dapat diaplikasikan.
- Memelihara alat pemotongan tajam dengan benar.
- Menggunakan alat pelindung diri.
- Mengenakan pakaian yang memadai, termasuk sarung tangan, agar tetap hangat.

Berikut beragam hal yang bisa dilaksanakan dalam mengendalikan bahaya getaran di tempat kerja menurut Munjal dalam bukunya yang berjudul 'Noise and Vibration Control': (Munjal, 2013) :

- Mengurangi kecepatan rotasi mesin, jika memungkinkan, tanpa mereduksi fungsi utama mesin.
- Menggunakan material yang tidak dapat menghantarkan getaran.
- Menggunakan peredam getaran seperti *Dynamic Vibration Absorber* (DVA).
- Mentidakcocokkan impedansi untuk menghalau transmisi dari getaran.
- Memelihara peredam piringan getaran.
- Mengaktifkan sistem pengendali getaran seperti *Active Vibration Control* (AVC).

9.2 Radiasi

Radiasi adalah sebuah proses di mana energi menyebar dan dapat memiliki arti yang berbeda-beda. Radiasi mempunyai dua sifat identik, yakni tidak bisa langsung dirasakan melalui indera serta sejumlah jenis dari radiasi bisa menembus beragam material (Widyaningsih and Sutanto, 2013). Dilihat dari media

penghantarnya, radiasi dapat dibagi menjadi dua jenis, yakni radiasi partikel serta radiasi gelombang elektromagnetik. Adapun untuk radiasi partikel yakni sebuah pancaran energi yang memanifestasikan diri dengan wujud kinetik yang kemudian dibawa partikel dengan massa, misalnya sinar-X. Sementara radiasi gelombang elektromagnetik yakni perambatan dari energi melalui wujud gelombang elektromagnetik, misalnya radiasi dari matahari. (Akhadi dalam Mayerni, Ahmad, A., Abidin, 2013).

Jika dilihat dari segi kemampuannya untuk mengionisasi, radiasi dapat dibagi sebagai radiasi ionisasi serta radiasi non-ionisasi. Radiasi ionisasi termasuk jenis dari radiasi yang bisa mengionisasi atom ataupun bahan yang dilewatinya. Akibat terjadinya ionisasi, terbentuk pasangan ion positif serta ion negatif di bahan yang dilaluinya (Candra dkk dalam Yuliamdani, 2020). Sementara untuk radiasi non pengion tidak memiliki kemampuan untuk mengionisasi materi yang dilaluinya (BATAN dalam Ruswan, 2022).

Sementara itu bila ditinjau dari dampaknya terhadap kesehatan para pekerja dan berpotensi mengganggu proses pekerjaannya, maka radiasi terbagi atas radiasi elektromagnetik seperti gelombang mikro, radio laser, radiasi panas, sinar infra merah, sinar ultra ungu, sinar X dan sinar gamma dan radiasi radioaktif (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

a. Radiasi Gelombang Mikro (*microwave*)

Gelombang mikro termasuk dalam spektrum gelombang elektromagnetik yang panjangnya diantara 0,3 hingga 3000 cm. Gelombang mikro dihasilkan oleh perlambatan elektron dalam medan listrik dan umumnya digunakan sebagai gelombang televisi, radio, radar, serta dalam penggunaan alat industri (Setyaningsih, 2018). Gelombang mikro digunakan dalam berbagai kegiatan ilmiah termasuk tindakan medis, selain digunakan untuk gelombang

televisi, radio, radar, serta alat industri (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

Radiasi gelombang mikro akan terserap pada bagian kulit dan sebagian lainnya merambat ke dalam tubuh. Energi dari gelombang mikro diserap melalui konduktivitas ion, yang terpengaruh dengan sejumlah faktor seperti ketebalan, vaskularisasi, distribusi, serta kandungan air dalam tubuh (Setyaningsih, 2018).

Gelombang mikro tentunya bisa memberikan dampak yang buruk terhadap kualitas kesehatan pekerja. Dampak ini biasanya terjadi dengan munculnya gangguan faal tubuh. Beberapa reaksi fisiologis tubuh yang muncul karena radiasi mikro di antaranya penurunan ambang kepekaan daya analisis pekerja, perubahan aktivitas dalam jaringan kelenjar gondok, kadar albumin yang berubah, fraksi albumin dan histamin dalam serum darah. Keseluruhan perubahan ini berjalan secara kumulatif (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

b. Radiasi Sinar Ultraviolet

Sinar ultraviolet atau sinar UV merupakan bentuk radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 180 hingga 400 nm. Radiasi UV bisa berasal dari sumber-sumber seperti pengelasan dengan suhu tinggi, lampu pijar, sinar matahari, serta lainnya. Sinar UV juga diketahui berkontribusi pada risiko terkena kanker kulit, khususnya pada panjang gelombang 290-320 nm (Setyaningsih, 2018).

Menurut Suma'mur, sinar ultraviolet mampu mengakibatkan konyungtivitis fotoelektrika pada organ mata. Fenomena ini dapat diilustrasikan seperti pada aktor film yang tampil di bawah sorotan lampu dengan intensitas cahaya yang sangat tinggi. Demikian pula, pekerja di laboratorium pada area sterilisasi yang menggunakan sinar ultraviolet juga mengalami hal yang sama (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

Terdapat efek lain yang yakni kelelahan pada mata yang disebut dengan aesthonopia yang memberikan efek tidak menyenangkan tetapi sifatnya hanya temporer dan ada radiasi sinar ultraviolet yang terus menerus dapat menimbulkan efek kronis pada mata seperti pterygeum, karsinoma sel skuamosa konjungtiva, dan katarak (Nul Hakim, 2021).

Dalam sebuah penelitian terhadap 32 pekerja las, 10 dari mereka terdiagnosis mengalami fotokeratitis akut yang terkait dengan paparan radiasi sinar ultra violet. Penelitian tersebut juga menyebutkan beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi terjadinya kondisi ini, seperti usia, pemakaian alat pelindung diri, lamanya masa kerja, serta jarak antara pekerja pada sumber radiasi saat melakukan pengelasan(Kurniawan, 2017).

Penelitian lain menunjukkan bahwa 72 dari 132 pekerja PT X yang mengalami kelelahan mata akibat intensitas cahaya pengelasan yang mereka terima saat melakukan pengerjaan pengelasan di tempat kerja (Husein, 2022).

Radiasi sinar ultra violet dapat diketahui melalui pengukuran menggunakan radiometer sinar ultra violet berbentuk portabel yang hasilnya dapat dibaca secara jelas. Alat ukur ini memiliki kisaran panjang gelombang diantara 180-400 serta dapat menjadi pengukur untuk energi radiasi dari 0 hingga 19.990 mikroWatt/cm² melalui resolusi 0,1 mikroWatt/cm² (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

Berikut merupakan nilai ambang batas untuk radiasi sinar ultra ungu:

Tabel 9.4. Nilai Ambang Batas Radiasi Sinar Ultra Ungu

Masa pemaparan per hari	Iradiasi efektif (IEff) mW/sentimeter ²
8 jam	0,0001
4 jam	0,0002
2 jam	0,0004
1 jam	0,0008
30 menit	0,0017
15 menit	0,0033
10 menit	0,005
5 menit	0,01
1 menit	0,05
30 detik	0,1
10 detik	0,3
1 detik	3
0,5 detik	6
0,1 detik	30

Sumber: Permenaker No 5 Tahun 2018

Pekerja yang berada di lapangan dan terpapar sinar matahari secara langsung memiliki risiko terkena radiasi sinar ultra ungu. Risiko tersebut semakin tinggi jika pekerja mengenakan pakaian lengan pendek dan celana pendek ketika bekerja di bawah sinar matahari yang terik. Selain itu, pekerja yang bekerja di dalam ruangan yang menggunakan sinar ultra ungu untuk membunuh bakteri juga berisiko terpapar, seperti perawat, tukang daging, penjamah makanan, pekerja di pabrik obat dan tembakau, serta tukang las.

Pekerja pengelasan yang tidak menggunakan kaca mata khusus berisiko terpapar radiasi sinar ultra ungu selama melakukan kegiatan pengelasan. Radiasi sinar ultra ungu memiliki panjang gelombang di kisaran 200-400nm, sedangkan radiasi cahaya tampak memiliki panjang

gelombang antara 400-700nm dan radiasi inframerah memiliki panjang gelombang antara 700-1400nm. Oleh karena itu, pekerja pengelasan yang tidak menggunakan kaca mata khusus dapat terpapar oleh ketiga jenis radiasi tersebut. (Alfanan dalam Syahrizal, 2021).

c. Radiasi Sinar Infra Merah

Sinar inframerah adalah jenis radiasi elektromagnetik yang dipancarkan sebagai panas dari sumber yang memancarkannya. Ketika gelombang ini mengenai suatu objek, energinya akan dilepaskan dalam bentuk panas (Astna, Muliawati and Widjasena, 2018).

Radiasi sinar infra merah dapat berasal dari sumber panas seperti dapur atau oven, atau dari benda pijar lain yang dapat menyebabkan katarak pada lensa mata. Untuk mencegah risiko mata terpapar radiasi infra merah, kaca mata kobalt biru dapat digunakan oleh pekerja yang terpapar radiasi infra merah seperti pekerja yang berurusan dengan cairan logam panas atau mesin lokomotif berbahan bakar batu bara. Pemeriksaan kesehatan sebelum dan selama bekerja juga sangat penting untuk pekerja yang berhubungan langsung dengan benda pijar (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

Sinar infra merah adalah jenis radiasi yang tidak dapat langsung dirasakan oleh mata ketika seseorang terpapar, karena sifatnya yang tidak terlihat, tidak terasa, dan tidak diketahui. Namun, sinar infra merah dapat memberikan dampak yang buruk bagi organ mata, seperti pembengkakan pada kelopak mata, penyakit pada kornea, presbyopia yang terlalu dini, dan gangguan penglihatan (Hapsoro dalam Astna, Muliawati and Widjasena, 2018).

d. Radiasi Sinar Laser

Sinar laser berasal dari berbagai sumber seperti gas laser Helium, Neon, Argon, CO₂, N₂, laser kristal padat, dan laser semi konduktor. Sinar laser digunakan dalam berbagai

aplikasi, seperti pengelasan, pemotongan, dan pelapisan logam, serta holografi, optik interferometri dan spektroskopi. Selain itu, sinar laser juga digunakan dalam pembuatan mesin ukuran mikro dan bahkan dalam operasi bedah di bidang kedokteran (Dr. Suma'mur P.K., 2014). Dalam hal jarak aman untuk radiasi sinar laser, ada batasan yang perlu diperhatikan agar tidak berbahaya bagi kulit dan mata. Jarak aman untuk radiasi sinar laser yang diperbolehkan pada kulit adalah sekitar $1,0 \text{ W/cm}^2$, sedangkan untuk paparan sinar laser pada mata, jarak amannya adalah sekitar $0,001 \text{ W/cm}^2$ untuk diameter pupil sekitar 3 mm dan $0,0002 \text{ W/cm}^2$ untuk diameter pupil sekitar 7 mm.

Ada beragam efek buruk terhadap kesehatan yang dapat ditimbulkan oleh radiasi non pengion (Setyaningsih, 2018) yakni:

- Gangguan neurovaskuler, gangguan kadar albumin dan histamin dalam darah, serta karsinoma.
- Kanker kulit, iritasi mata, kulit merah terbakar.
- Katarak masalah pada jaringan retina, hilangnya kemampuan melihat, dan masalah pada kulit.

Adapun batas aman dari sinar laser untuk organ mata adalah sebagai berikut:

Tabel 9.5. Batas Aman Radiasi Laser

Diameter pupil (mm)	Denyutan Q (J/cm^2)	Bukan denyutan Q (J/cm^2)	Gelombang kontinyu (W/cm^2)
3	4×10^{-6}	2×10^{-4}	1×10^{-2}
7	8×10^{-7}	4×10^{-5}	2×10^{-3}

Sumber : Konferensi Internasional I Keselematan Laser di Cincinnatti, Ohio Januari, 1968.

e. Radiasi Sinar Rontgen dan Sinar Gamma

Sinar Rontgen atau sinar-X adalah suatu jenis radiasi elektromagnetik yang terdiri dari gelombang pendek, dengan sifat serupa seperti gelombang radio, cahaya, panas, dan sinar ultraviolet (Akhdi dalam Zasneda and Taslima, 2019). Radiasi sinar gamma termasuk dalam jenis radiasi pengion yang memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan atom atau molekul yang dapat menghasilkan radikal bebas dalam sel. (Alfariatna, Kusmiyati and Anwar, 2018). Sinar rontgen dan sinar gamma seringkali dipakai dalam beberapa aktivitas baik di perusahaan atau industri semisal pada kegiatan pengecekan mesin, peralatan kerja atau kualitas logam. Sinar rontgen juga dipakai di bidang kedokteran untuk keperluan foto organ tubuh manusia yang nantinya digunakan sebagai bahan pertimbangan diagnosis penyakit (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

Radiasi sinar rontgen dan sinar gamma dapat mengakibatkan kelainan pada tubuh dan kulit pada dosis tertentu semisal luka bakar. Bahkan sinar rontgen dan sinar gamma berpotensi menyebabkan impotensi dan kerusakan pada sistem hemopolitik termasuk leukimia (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

f. Radiasi Sinar Radioaktif

Istilah radioaktif berasal dari kata "radio" atau "radiare" yang berarti memancar atau bersinar dan "aktif". Istilah "aktif" merujuk pada sifat zat radioaktif yang dapat memancarkan sinar dengan sendirinya secara spontan. Oleh karena itu, zat radioaktif diartikan sebagai bahan yang dapat memancarkan sinar dengan sendirinya secara spontan (Fayanto *et al.*, 2016). Radiasi sinar radioaktif memiliki efek berbahaya yang bisa mengakibatkan penyakit akut dan kronis berdasarkan dosis yang diterima oleh pekerja. Bahkan tidak jarang pada dosis besar dari sinar radioaktif dapat

mengakibatkan kelainan akut sampai kepada kematian orang yang bersangkutan. Namun, pada sinar radioaktif dalam dosis kecil dapat menimbulkan kerusakan kronis terutama pada sistem hemopoetik dan jaringan yang sensitif terhadap radiasi, seperti organ reproduksi (Dr. Suma'mur P.K., 2014).

9.2.1 Radiasi Alam

Radiasi alam adalah radiasi yang berasal dari sumber alamiah seperti sinar kosmik, sinar gamma yang berasal dari kulit bumi, peluruhan radon dan thorium yang ada di udara, serta radionuklida yang terkandung dalam bahan makanan. Terdapat beragam jenis radiasi alam di antaranya (Keith L & Agur, 2019):

a. Radiasi benda langit

Radiasi dapat dipengaruhi oleh medan magnet bumi, di mana orang-orang yang tinggal di daerah kutub akan lebih terkena radiasi dibandingkan dengan mereka yang tinggal di khatulistiwa. Selain itu, orang yang tinggal di ketinggian juga berisiko lebih tinggi terkena radiasi karena lapisan udara yang semakin tipis tidak dapat menahan radiasi dengan baik. Contohnya adalah orang yang berada di puncak gunung akan terkena radiasi lebih banyak daripada mereka yang berada di permukaan laut (Setyaningsih, 2018).

b. Radiasi dari kerak bumi

Kerak bumi memiliki kandungan sejumlah bahan yang digunakan dalam pembentukan radioaktif seperti kalium, rubidium, uranium, dan thorium. Adapun radiasi yang terjadi di kerak bumi memiliki intensitas yang berbeda-beda. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa 95 persen populasi manusia tinggal di daerah dengan tingkat radiasi alami dari bumi sekitar 0,3 hingga 0,6 milisievert (mSv) per tahun. Dengan demikian, hanya ada tiga persen populasi dunia yang terpapar radiasi dengan dosis lebih tinggi dari 1 mSv per tahun (Setyaningsih, 2018).

9.2.2 Radiasi Buatan

Radiasi buatan berasal dari aktivitas manusia, termasuk dalam penggunaan sinar X dalam bidang medis, pembangkit tenaga nuklir, industri, dan lain-lain yang menghasilkan radiasi. Terdapat beragam jenis radiasi buatan di antaranya:

a. Radiasi tindakan medis

Radiasi buatan dapat kita lihat dari berbagai bidang termasuk lingkup kedokteran atau medis. Radiasi di lingkup medis digunakan sebagai alat bantu pemeriksaan atau diagnosis sampai kepada tindakan penyembuhan. Radiasi buatan manusia yang dihasilkan dari pemindai sinar X atau rontgen merupakan salah satu alat diagnostik yang menghasilkan paparan radiasi tertinggi pada manusia (Setyaningsih, 2018).

b. Radiasi reaktor nuklir

Radiasi yang berasal dari reaktor nuklir pada umumnya hanya dapat mempengaruhi orang yang tinggal dalam radius 1-6 km dari reaktor, dengan paparan radiasi maksimal sebesar 0,005 mSv per tahun. Jumlah radiasi ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan jumlah radiasi yang diterima dari sumber alam (Setyaningsih, 2018).

9.2.3 Alat Ukur Radiasi

Sinar radiasi dapat diukur menggunakan Dosimeter Thermoluminisensi (TLD) dengan langkah-langkah sebagai berikut (Alawiyah, 2021) :

- Langkah pertama, kristal TLD dipanaskan terlebih dahulu sampai mencapai suhu yang tertentu.
- Langkah kedua, kristal TLD diletakkan pada bagian organ yang akan diukur dosis radiasinya.
- Langkah ketiga, TLD akan melakukan deteksi melalui percikan-percikan cahaya yang dimunculkannya.

- Langkah keempat, proses ini kemudian akan dibaca melalui *TLD reader*.
- Langkah kelima, cahaya yang dihasilkan akan difokuskan dan dideteksi melalui *photomultiplier*.

9.2.4 Pengendalian Radiasi

Terdapat beberapa tahapan pengendalian risiko terhadap radiasi yang dapat dilakukan sebagai berikut (Hadi, Maisarah and Mualifatul, 2017) :

- a. Teknik
Pengendalian secara teknik dapat dilakukan semisal dengan mengatur arus listrik yang akan digunakan sesuai ukuran tipe elektrodanya.
- b. Administratif
 - Mengatur shift kerja para pekerja sesuai dengan aturan yang berlaku dan mengurangi paparan dengan menetapkan dua orang per shift yang bekerja secara bergantian.
 - Melakukan pemeriksaan kesehatan mata para pekerja minimal dua kali dalam setahun yang ditanggung oleh perusahaan.
- c. Alat Pelindung Diri
Menggunakan *welding shield* saat melakukan pekerjaan pengelasan dan memasang *shade of filterplate* (kaca penyaring) yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- Alawiyah, Z. 2021. *Analisis Pengukuran Dosis Serap Radiasi Menggunakan Thermoluminescence Dosimeter (TLD) Dengan Modalitas CT Scan*.
- Alfariatna, L., Kusmiyati, F. and Anwar, S. 2018. 'Karakter Fisiologi dan Pendugaan Heritabilitas Tanaman M1 Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Hasil Induksi Iradiasi Sinar Gamma', *Journal of Agro Complex*, 2(1), p. 19. doi: 10.14710/joac.2.1.19-28.
- Alifah Sifai, I., Lestantyo, D. and Jayanti, S. 2018. 'Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Keluhan Low Back Pain Pada Sopir Ika (Ikatan Angkutan Sekolah) Di Kabupaten Semarang', *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 6(5), pp. 555–562. Available at: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>.
- Astna, A., Muliawati, R. and Widjasena, B. 2018. 'Pemakaian Kacamata Las Menurunkan Visus Mata Pekerja Las', *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 13(2), pp. 13–16. Available at: <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jkmi/article>.
- Burström, L., Nilsson, T. and Wahlström, J. 2015. 'Whole-body vibration and the risk of low back pain and sciatica: a systematic review and meta-analysis', *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 88(4), pp. 403–418. doi: 10.1007/s00420-014-0971-4.
- Chani, F. Y. and Kurniawan, B. 2018. 'Hand Arm Vibration Syndrome: Ancaman Bagi Pekerja Sektor Industri Hand Arm Vibration Syndrome: A Threat to Industrial Sector workers', *Jurnal Agromedicine*, 5, pp. 483–488.

- Deri, Pradana, D. and Rossa, I. 2015. 'Analisis Gerakan Berulang (Repetitive) dan Getaran Lengan Tangan (Hand Arm Vibration) Terhadap Kejadian Epicondylitis Medial (Golfer Elbow) Pada Pekerja Meubel Pembuat Springbed Bigland PT. Dayak Lestari Ekaniaga', *Jurnal Kesehatan Masyarakat Khatulistiwa*.
- Deviyanti, Y. *et al.* 2022. 'The Effect Of Age , Working Period , Work Position And Whole- Body Vibration On Fatigue On The Impact Of Lower Back Pain On Heavy Equipment Operators In Makassar New Port Development', *Rahman*, 6(6), pp. 9472–9479.
- Dr. Suma'mur P.K., Ms. 2014. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. I. Jakarta: Sagung Seto.
- Dwinaffebri, T., Wahyuni, I. and Ekawati, E. 2021. 'Kajian Pustaka: Faktor Terjadinya Hand Arm Vibration Syndrome Pada Pekerja', *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 9(1), pp. 87–95.
- Fayanto, S. *et al.* 2016. 'PELURUHAN ZAT RADIOAKTIF', *Jurnal Praktikum Fisika Modern Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Halu Oleo Kendari*.
- Groothoff, B. 2012. *Physical Hazards: Noise & Vibration, Safety Institute of Australia Ltd, Tullamarine, Victoria, Australia*. Available at: <https://www.ohsbok.org.au/wp-content/uploads/2013/12/22-Hazard-Noise.pdf>.
- Hadi, F. E., Maisarah, D. A. and Mualifatul, B. 2017. 'Pengaruh Pemakaian Welding Shield dan Faktor Individu Terhadap Gangguan Refraksi Mata Pada Pekerja Pengelasan di PT.Pipa Baja', *Proceeding 1stConference on Safety Engineering and Its Application*, (2581), pp. 153–158.
- Hadyan, M. F. 2015. 'Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Low Back Pain pada Pengemudi', *Medical Journal of Lampung University*, 4(7), pp. 19–24.

- Haikal, M. and Wijaya, S. M. 2018. 'Risiko Low Back Pain (LBP) pada Pekerja dengan Paparan Whole Body Vibration (WBV)', *J Agromedicine*, 5(1), pp. 529–533. Available at: <https://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/agro/article/viewFile/1997/pdf>.
- Hidayat, M. S. 2012. 'Paparan Getaran Mesi Gerinda Dan Keluhan Subyektif (Hand Arm Vibration Syndrome) Pada Tenaga Kerja Di Abadi Dental Laboratorium Gigi Surabaya', *Journal of Public Health*.
- Husein, M. 2022. 'Hubungan Faktor Pekerja dan Intensitas Cahaya Las dengan Kelelahan Mata Pada Pekerja', *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(1), p. 339. doi: 10.33087/jiubj.v22i1.1796.
- Keith L & Agur, A. M. R. M. 2019. 'Proteksi Radiasi Pada Pasien, Pekerja, dan Lingkungan di Dalam Instalasi Radiologi', *Strada: Jurnal Ilmiah Kesehatan*, pp. 236–39.
- Kemnaker. 2018. *Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 5/2018 K3 Lingkungan Kerja, Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No. 5 Tahun 2018*.
- Kim, J. H. *et al.* 2016. 'Whole Body Vibration Exposures and Health Status among Professional Truck Drivers: A Cross-sectional Analysis', *Annals of Occupational Hygiene*, 60(8), pp. 936–948. doi: 10.1093/annhyg/mew040.
- Kurniati, H., Flora, R. and Sitorus, R. J. 2019. 'Analisis Pengaruh Whole Body Vibration (Wbv) Terhadap Keluhan Low Back Pain (Lbp) Pada Operator Alat Berat Di Pt. X', *JUMANTIK (Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan)*, 4(1), p. 29. doi: 10.30829/jumantik.v4i1.3121.
- Kurniawan, A. 2017. 'Gejala Fotokeratitis Akut Akibat Radiasi Sinar Ultraviolet (Uv) Pada Pekerja Las Di Pt. Pal Indonesia Surabaya', *Ikesma*, 13(1), pp. 22–31. doi: 10.19184/ikesma.v13i1.7021.

- Mansfield, N. J. 2005. *Human Response To Vibration, Human Response To Vibration*. doi: 10.1016/s0022-460x(82)80047-3.
- Mayerni, Ahmad, A., Abidin, Z. 2013. 'Dampak Radiasi Terhadap Kesehatan Pekerja Radiasi Di RSUD Arifin Achmad, RS Santa Maria Dan RS Awal Bros Pekanbaru', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 7(1), pp. 114–127. Available at: www.jurnal.com.
- Mcphee, B., Foster, G. and Long, A. 2009. *Essential guide to identify, assess and control vibration risks*.
- Munjal, M. L. 2013. *Noise and Vibration Control*. Bangalore. Available at: <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>.
- Neugebauer, G. *et al*. 2010. 'Hazards arising from whole-body and hand-arm vibrations', pp. 1–26. Available at: https://ww1.issa.int/sites/default/files/documents/prevention/2Vibrations_en-36313.pdf.
- Nul Hakim, B. 2021. 'Analisa Kelelahan Mata Disebabkan Radiasi Sinar Ultraviolet B (Uv-B) Pada Pekerja Las Di Pt. Tri Karya Alam, Batam', *Sigma Teknika*, 4(1), pp. 39–44. doi: 10.33373/sigmateknika.v4i1.2841.
- Prabawa, S. 2009. 'Analisis Kebisingan Dan Getaran Mekanis Pada Mesin Pertanian', *Agritech*, 29(2), pp. 103–107.
- Prawira, M. A. *et al*. 2017. 'Faktor Yang Berhubungan Dengan Keluhan Muskuloskeletal Pada Mahasiswa Universitas Udayana Tahun 2016', *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 1(2), p. 101. doi: 10.21111/jihoh.v1i2.888.
- Qoribullah, F. 2020. 'Hubungan Getaran Lengan-Tangan Dengan Keluhan Carpal Tunnel Syndrome Pada Pekerja Home Industry Pandai Besi Di Kecamatan Sokobanah Sampang', *Medical Technology and Public Health Journal*, 4(1), pp. 38–45. doi: 10.33086/mtphj.v4i1.1165.

- Rusdi, Y. and Koesyanto, H. 2010. 'Hubungan Antara Getaran Mesin Produksi Dengan Carpal Tunnel Syndrome', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(2), pp. 89–94.
- Ruswan. 2022. *Analisis Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Radiasi Di Instalasi Radiologi*.
- Setyaningsih, Y. 2018. *Buku Ajar Higiene Lingkungan Industri, Higiene Lingkungan Industri*.
- Shen, S. (Cindy) and House, R. A. 2017. 'Hand-arm vibration syndrome', *Canadian Family Physician*, 63. doi: 10.1503/cmaj.045314.
- Syadariah, P. et al. 2022. 'Analisis Getaran Whole Body pada Supir Angkutan Umum di Samarinda', *Progressive Physics Journal*, 3(2), p. 164. doi: 10.30872/ppj.v3i2.915.
- Syahrizal. 2021. 'Hubungan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Dengan Kesehatan Mata Pada Pekerja Pengelasan Studi Kasus Di PT X Aceh Besar', *Jurnal Sago Gizi dan Kesehatan*, 3(1), pp. 109–113.
- Widyaningsih, D. and Sutanto, H. 2013. 'Pekerja Radiasi Di Ruang Penyinaran Unit', *Berkala Fisika*, 16(2), pp. 57–62.
- Yantri, P. D. 2017. *Getaran Seluruh Tubuh (Whole Body Vibration) dan Keluhan Nyeri Punggung Bawah Pada Operator Alat Berat di Instansi Pemerintah Kabupaten Jember, Skripsi*.
- Yuliamdani, R. 2020. *Pengujian Paparan Radiasi Sinar-X Di Unit Radiologi RSUD Kota Makassar*. doi: 10.24252/jft.v7i1.13867.
- Zasneda, S. S. and Taslima, S. 2019. 'Radiografi Ossa Manus Dengan Sangkaan Dislokasi Metacarpophalangeal Joint Digi III Di Rumah Sakit Efarina Etaham Berastagi', *Morenal Unefa: Jurnal Radiologi*, 7(1), pp. 28–34.

BAB 10

BAHAYA BAHAN KIMIA DI TEMPAT KERJA

Oleh Selfina Gala

10.1 Gambaran Umum

Bahan kimia adalah bagian dari kehidupan setiap orang. Ada lima hingga tujuh juta bahan kimia berbeda yang dikenal di dunia. Setidaknya 400 juta ton bahan kimia diproduksi di seluruh dunia setiap tahun termasuk bahan kimia pertanian, bahan tambahan makanan, obat-obatan, bahan bakar untuk produksi listrik, produk konsumen bahan kimia, dan lain lain.

Berapa banyak bahan kimia berbahaya yang anda temui di tempat kerja setiap hari? Angka tersebut hampir pasti lebih tinggi dari yang anda kira. Ketika bahan kimia di tempat anda dianggap bahan kimia berbahaya, tim keselamatan kerja memiliki kewajiban ketat melalui *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* untuk melindungi pekerja dari paparan bahan kimia.

Pada saat yang sama, aturan seputar bahan kimia berbahaya seringkali tidak jelas: batas paparan sudah sangat ketinggalan zaman dan lembar data keselamatan (*safety data sheet - SDS*) yang disediakan oleh produsen bahan kimia mungkin tidak selalu menjadi sumber informasi yang paling andal atau mudah dicerna. Untuk memahami bahaya bahan kimia di tempat kerja mengharuskan anda memahami dasar-dasar aturan OSHA dan kemudian mendalaminya melampaui yang seharusnya.

Beberapa peraturan OSHA Federal berlaku untuk penggunaan bahaya kimia di tempat kerja. Anda akan menemukan

sebagian besar peraturan di 29 CFR 1910 *Subpart H Hazardous Materials* (1910.101 hingga 1910.126) (Team Safesite, 2022).

10.1.1 Kebakaran dan ledakan

Menggunakan bahan kimia telah memungkinkan umat manusia untuk meningkatkan proses kerja dan memproduksi produk dan teknologi inovatif yang sulit dicapai tanpa bahan kimia. Tetapi bahan kimia seringkali mudah terbakar, beracun, korosif, dan mudah terbakar; menciptakan tempat kerja dan bahaya lingkungan yang harus dikelola dan dikendalikan.

Banyak bahan kimia berbahaya yang mudah terbakar dan dapat dengan cepat menyebabkan kebakaran atau ledakan yang serius. Bahaya kimia ada ketika bahan yang mudah terbakar digunakan dan disimpan di area di mana orang merokok atau operasi kerja menimbulkan percikan api dan panas yang cukup besar.

Kebakaran dan ledakan juga terjadi saat kontainer salah penanganan atau terjatuh. Karena bahan kimia yang mudah terbakar dan mudah meledak sering terkandung dalam silinder dan drum besar, staf gudang kereta api dan pengemudi *forklift* harus berhati-hati saat menerima dan memindahkan bahan kimia di sekitar tempat kerja.

INGAT: Bahan kimia seringkali memiliki bahaya kesehatan dan juga bahaya fisiokimia. Jadi jika silinder bahan kimia berbahaya secara tidak sengaja terputus (kemudian terbakar dan meledak), pekerja dan petugas tanggap darurat mungkin harus menghadapi bahaya kesehatan yang terkait dengan paparan bahan kimia serta api (Storemasta, 2023).

10.1.2 Reaksi kimia

Banyak bahan kimia bereaksi keras ketika bersentuhan dengan zat lain dan harus digunakan serta disimpan dengan sangat hati-hati. Reaksi dapat terjadi hanya dari paparan panas, sinar matahari, dan air. Bahaya kimia juga ada dalam cara bahan kimia

tertentu dicampur. Terkadang urutan zat dimasukkan ke dalam campuran atau bahkan kecepatan penambahannya dapat menimbulkan reaksi yang berbahaya.

Perpanjangan dari bahaya bahan kimia adalah ketika staf tidak memahami sifat bahan kimia yang mereka gunakan atau apa yang harus dilakukan dalam keadaan darurat. Contoh tragis dari hal ini terjadi di Irlandia beberapa tahun yang lalu ketika dua ahli kimia sedang mencampur bahan kimia dan salah satunya membuat kesalahan dalam prosesnya. Menyadari kesalahan tersebut, kedua ahli kimia tersebut berlari keluar dari ruang kontrol untuk menghentikan percobaan, dan benar-benar mengalami ledakan.

INGAT: mengendalikan bahaya bahan kimia melibatkan pembuatan prosedur pengoperasian yang aman. Dan juga memastikan staf memahami sifat semua bahan kimia yang mereka tangani, terlatih sepenuhnya cara menggunakannya, dan tahu apa yang harus dilakukan dalam keadaan darurat (Storemasta, 2023).

10.2 Definisi Bahan Kimia Berbahaya

Ketika orang berpikir tentang bahan kimia, sering kali terlintas dalam pikiran tentang ilmuwan berjas putih yang bekerja keras di laboratorium, tetapi kenyataannya, bahan kimia juga ditemukan di banyak produk yang kita gunakan di rumah dan di tempat kerja. Dan meskipun memiliki berbagai kegunaan yang bermanfaat, bahan kimia juga bisa sangat berbahaya jika disalahgunakan atau salah penanganan.

OSHA's Hazard Communication Standard (HCS) mendefinisikan bahan kimia berbahaya, bahan kimia berbahaya adalah bahan kimia yang dapat menyebabkan bahaya kesehatan, seperti iritasi kulit atau penyakit, atau bahaya fisik, seperti kebakaran, ledakan atau korosi.

Bahan kimia berbahaya adalah zat yang dapat menyebabkan efek kesehatan yang merugikan seperti keracunan,

masalah pernapasan, ruam kulit, reaksi alergi, sensitisasi alergi, kanker, dan masalah kesehatan lainnya akibat paparan.

Berbagai bahan kimia berbahaya banyak ditemukan di tempat kerja. Sangat penting untuk memahami zat yang termasuk dalam klasifikasi ini, karena dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia dan menyebabkan kerusakan pada properti dan lingkungan.

Bahaya kimia adalah zat apa pun bentuknya yang berpotensi menyebabkan bahaya fisik dan kesehatan bagi manusia, atau dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan. Ini juga dapat didefinisikan sebagai risiko aktual yang terkait dengan bahan kimia tertentu, seperti kulit terbakar, dampak negatif jangka panjang terhadap kesehatan, kerusakan lingkungan yang berkepanjangan, kebakaran, atau bahkan ledakan.

Menurut *Safe Work Australia dan Hazard Communication Standard (HCS)* dari Administrasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (OSHA), penting bagi karyawan untuk mengetahui risiko dan bahaya yang terkait dengan pekerjaan sehari-hari mereka. Pengenalan bahaya juga mengurangi kemungkinan paparan bahan kimia berbahaya dan cedera yang dapat ditimbulkannya. Meskipun ada beberapa jenis bahaya bahan kimia yang telah teridentifikasi secara umum, berikut ini adalah bahan kimia yang biasa ditemukan di tempat kerja:

Types of Chemical Hazards		
Health hazard  • Carcinogen • Mutagenicity • Reproductive toxicity • Respiratory sensitizer • Target organ toxicity • Aspiration toxicity	Flame  • Flammable • Pyrophorics • Self-heating • Emits flammable gas • Self-reactives • Organic peroxides	Exclamation mark  • Irritant (skin and eye) • Skin sensitizer • Acute toxicity (harmful) • Narcotic effects • Respiratory tract irritant • Hazardous to ozone layer (non-mandatory)
Gas cylinder  • Gases under pressure	Corrosion  • Skin corrosion / burns • Eye damage • Corrosive to metals	Exploding bomb  • Explosives • Self-reactives • Organic peroxides
Flame over circle  • Oxidizers	Environment (Non-Mandatory)  • Aquatic toxicity	Skull and crossbones  • Acute toxicity (fatal or toxic)

Gambar 10.1. Jenis bahaya kimia
(Jaydee Reyes, 2022)

Bahaya kesehatan – Simbol ini menunjukkan seseorang dengan kerusakan dan berkaitan dengan bahan kimia yang dapat menyebabkan dampak negatif serius dan jangka panjang pada kesehatan. Karsinogen juga merupakan zat yang diketahui sebagai bahan kimia penyebab kanker. Bahan kimia ini dikategorikan sebagai bahan alami atau buatan manusia, tetapi penting untuk dicatat bahwa sejumlah kecil bahan kimia jenis ini dapat merusak kesehatan manusia.

Mudah Terbakar – Simbol untuk ini adalah nyala api dan itu berkaitan dengan bahan kimia atau gas yang sangat mudah terbakar atau menyala setelah terpapar udara atau sumber atau elemen pengapian lainnya.

Mengiritasi/berbahaya/berbahaya bagi lapisan ozon – Dilambangkan dengan tanda seru besar dan mengacu pada bahan kimia yang biasanya menyebabkan kemerahan, ruam, atau peradangan pada area yang terkena. Meskipun munculnya gejala

biasanya bersifat jangka pendek, masih ada kejadian di mana gejala tersebut menimbulkan efek jangka panjang pada orang lain. Ia juga diketahui menyebabkan kerusakan pada individu atau menimbulkan ancaman bagi kesehatan masyarakat dengan merusak lapisan ozon.

Gas di bawah tekanan – Simbol untuk ini adalah tabung gas dan berhubungan dengan gas yang disimpan di bawah tekanan dan dapat meledak jika gas dipanaskan atau didinginkan yang dapat menyebabkan luka bakar atau cedera.

Korosi – Piktogram ini menunjukkan korosi material dan kulit. Ini mengacu pada bahan kimia yang dapat menyebabkan luka bakar kulit yang parah dan kerusakan jaringan setelah kontak.

Bahan Peledak – Ini dilambangkan dengan bom yang meledak dan berkaitan dengan bahan kimia yang dapat meledak atau dapat menyebabkan ledakan massal.

Oksidator – Piktogram ini menunjukkan nyala api di atas lingkaran dan melambangkan bahan kimia atau zat yang, dalam kondisi tertentu atau paparan bahan kimia atau elemen lain, dapat menyebabkan bahaya fisik yang parah seperti kebakaran atau ledakan.

Berbahaya bagi lingkungan – Simbol untuk ini adalah pohon mati dan ikan. Ini mengacu pada bahan kimia yang dapat menyebabkan kerusakan permanen pada lingkungan.

Beracun – Piktogram ini menggambarkan tengkorak dan tulang bersilang, dan melambangkan bahan kimia yang bahkan pada paparan yang sangat rendah—dapat menyebabkan perubahan permanen atau mutasi pada DNA seseorang, merusak kesehatan, atau bahkan kematian (Jaydee Reyes, 2022).

10.3 Mengontrol Bahaya di Tempat Kerja

Identitas bahan kimia di tempat kerja biasanya dapat diketahui dengan melihat label dan SDS serta membaca kandungan apa saja yang ada di setiap bahan kimia atau produk. Produsen dan

importir diwajibkan untuk memberikan label dan SDS, dan harus meninjau SDS setidaknya sekali dalam lima tahun.

Tempat kerja terutama manufaktur atau industri terkait lainnya, tidak dapat sepenuhnya menghilangkan atau menghindari penggunaan semua bahan kimia berbahaya. Namun, apa yang dapat dilakukan bisnis untuk melindungi pekerjanya adalah mengikuti dan mengamati langkah-langkah keselamatan yang bertujuan untuk mengendalikan bahaya bahan kimia di tempat kerja dan mengurangi potensi dampak negatifnya terhadap karyawan.

Cara terbaik untuk mengendalikan bahaya bahan kimia di tempat kerja adalah dengan mengembangkan prosedur pengelolaan bahan kimia yang konsisten. Ini mungkin terdengar luar biasa, tetapi jika anda memecahnya menjadi 4 (empat) langkah utama dan mengikuti langkah-langkah tersebut secara konsisten, anda akan dapat mengendalikan risiko dan bahaya yang terkait dengan semua bahan kimia yang digunakan di tempat kerja Anda. Empat langkah kunci untuk Prosedur Manajemen Bahan Kimia adalah:

Langkah 1: Identifikasi

Identifikasi dengan jelas setiap bahan kimia yang Anda gunakan di tempat kerja Anda, dan dapatkan pemahaman tentang bahaya kesehatan dan bahaya fisiokimianya. Beberapa terlihat jelas dan mudah dikenali, sementara yang lain tidak terlihat pada awalnya. Dengan proses ini, kita akan memiliki dasar yang kuat tentang cara terbaik menangani setiap bahan kimia sekaligus memungkinkan Pekerja untuk mempraktikkan tindakan keselamatan sendiri.

Langkah 2: Nilai

Lakukan penilaian risiko pada setiap bahan kimia berbahaya (pikirkan bagaimana bahan tersebut diterima, disalurkan, digunakan, dan disimpan). Mempertimbangkan

kecelakaan atau peristiwa berbahaya apa yang dapat terjadi dan konsekuensi yang mungkin terjadi.

Langkah 3: Kontrol

Ini adalah bagian di mana bisnis harus memutuskan bagaimana mengelola atau mengendalikan risiko yang teridentifikasi. Saat menangani bahaya bahan kimia di tempat kerja, kita harus mengikuti prinsip hierarki kontrol. Konsep ini memberikan urutan atau tingkatan bagaimana kita berpotensi mengendalikan setiap risiko tertentu. Menggunakan Hierarki Kontrol, perkenalkan perubahan di tempat kerja untuk menghilangkan atau meminimalkan paparan bahaya bahan kimia.

Langkah 4: Pertahankan

Miliki sistem untuk meninjau semua tindakan pengendalian serta mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan setiap bahan kimia baru yang diperkenalkan di tempat kerja.

Untuk memastikan keamanan bahan kimia di tempat kerja, informasi tentang identitas dan bahaya bahan kimia harus tersedia dan dapat dipahami oleh Pekerja. *OSHA's Hazard Communication Standard (HCS)* atau Standar Komunikasi Bahaya dari OSHA dirancang untuk memastikan bahwa informasi tentang bahaya bahan kimia dan zat beracun di tempat kerja dan tindakan perlindungan terkait disebarluaskan kepada pekerja.

Hal ini memungkinkan bagi karyawan yang secara teratur terpapar atau menggunakan zat berbahaya di tempat kerja, mengetahui cara mengidentifikasi bahaya kimia umum di tempat kerja – dan cara menghindarinya – menjadi hal yang terpenting.

Produsen bahan kimia memiliki kewajiban untuk tidak hanya mengidentifikasi apa pun yang dianggap berbahaya tetapi juga untuk mengikuti persyaratan standar komunikasi bahaya setelah mencantumkan salah satu bahan kimianya sebagai bahan berbahaya. Jadi Produsen akan mewajibkan untuk menyertakan label peringatan dan Lembar Data Keselamatan (*Safety Data Sheets-SDS*) pada produk mereka karena bahaya kimia dan zat

beracun dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan jangka pendek dan jangka panjang, termasuk keracunan, ruam kulit, dan gangguan kesehatan dari paru-paru, ginjal, dan hati.

Bahan kimia berupa padat, cair atau gas. masing-masing didefinisikan sebagai berikut: Padatan memiliki bentuk yang pasti, apakah itu partikel debu atau pipa baja. Cairan adalah cairan tak berbentuk yang mengambil bentuk wadahnya. Pelarut dan minyak adalah contoh bahan kimia cair. Gas, biasanya tidak terlihat tetapi terkadang dapat dideteksi dengan rasa atau bau. Gas adalah zat tak berbentuk yang mengembang untuk menempati semua ruang wadahnya. Oksigen dan karbon monoksida adalah contoh bahan kimia berbentuk gas.

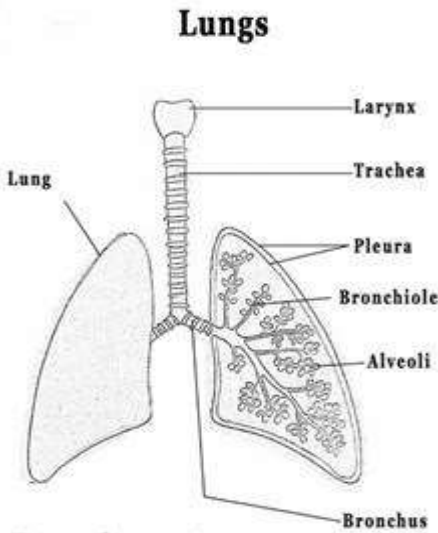
Mengetahui keadaan fisik bahan kimia berbahaya merupakan faktor penting dalam memahami efek kesehatannya karena keadaan fisiknya menentukan bagaimana zat tersebut dapat masuk ke dalam tubuh. Misalnya, gas dapat masuk ke dalam tubuh melalui penghirupan, sedangkan cairan dapat diserap oleh kulit. Beberapa bahaya kimia di tempat kerja yang umum digunakan meliputi: asam, zat kaustik, produk pembersih seperti (pembersih toilet, disinfektan, penghilang jamur dan pemutih klorin), lem, logam berat (termasuk merkuri, timbal, kadmium, dan aluminium), cat, pestisida, produk minyak bumi, pelarut, toner mesin fotokopi (Storemasta, 2023).

10.4 Rute Paparan Bahan Kimia

Ada banyak cara bahan kimia dapat masuk atau bersentuhan dengan tubuh manusia. Untuk memahami bagaimana bahan kimia dapat mempengaruhi tubuh manusia, seorang profesional K3 harus memahami mekanisme operasi normal berbagai organ dan proses pada individu yang sehat.

10.4.1 Melalui paru-paru

Sistem pernapasan terdiri dari jaringan dan organ yang memungkinkan seseorang untuk bernapas. Ini terdiri dari saluran udara (yang terdiri dari rongga hidung, mulut, laring atau kotak suara dan trakea atau batang tenggorokan), paru-paru (bronkiolus dan alveoli) dan pembuluh darah yang terhubung. Melalui pernapasan (menghirup dan menghembuskan napas), sistem pernapasan memfasilitasi pertukaran gas antara udara dan darah dan antara darah dan sel-sel tubuh.



Gambar 10.2. Diagram paru-paru
(Tim Iosh, 2023)

Keadaan fisik dan ukuran partikel akan menentukan seberapa jauh zat kimia dapat menembus sistem pernapasan dan seterusnya. Zat yang dapat dihirup hanya dapat menembus sejauh bronkiolus dan dapat mengendap di sepanjang sistem pernapasan sehingga dapat mempengaruhi mulut, hidung, laring, trakea, dan bronkiolus. Zat yang dapat terhirup dapat menembus hingga

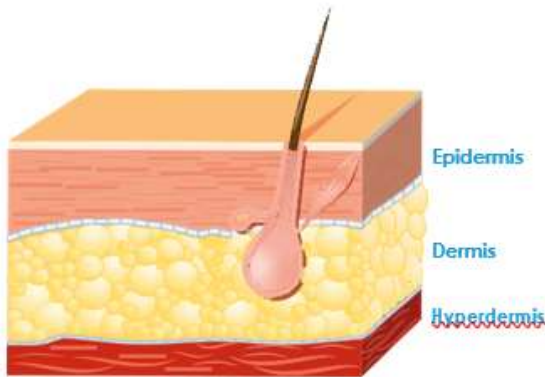
alveoli dan dapat mengganggu pertukaran gas. Beberapa zat yang dapat terhirup juga dapat terhirup sendiri dan dapat masuk ke aliran darah. Gas yang terhirup dapat menyebabkan efek akut (mendadak atau singkat) pada saluran udara dan paru-paru. Contohnya termasuk bahan kimia seperti klorin dan amonia. Gas-gas ini bereaksi dengan kandungan air di jaringan (terutama di mulut, hidung dan tenggorokan) menghasilkan asam klorida dan amonium hidroksida. Konsentrasi zat-zat yang bereaksi ini akan menentukan seberapa parah iritasi atau korosi yang akan terjadi pada organ-organ tersebut. Gas juga dapat menimbulkan efek kronis (jangka panjang atau berkepanjangan) saat dihirup. Efek ini dapat berupa efek toksik, sensitisasi, karsinogenik atau mutagenik.

10.4.2 Melalui kulit

Kulit terdiri dari tiga bagian utama yaitu lapisan luar (epidermis), lapisan tengah (dermis) dan lapisan dalam (hipodermis atau jaringan *subcutaneous*).

Bahan kimia dapat masuk ke dalam kulit melalui: penetrasi, perembesan, penyerapan. Selain diserap melalui kulit, bahan kimia dapat diangkut ke dalam tubuh melalui anggota lendir – telinga, mata, hidung dan mulut. Bahan kimia seperti korosif dapat segera mempengaruhi jaringan hidup melalui kerusakan atau penghancuran protein (disebut hidrolisis amida).

Ada tiga tingkat kategori luka bakar: 1) Cedera pada lapisan atas kulit atau epidermis, disebut luka bakar superfisial. Ini sebelumnya disebut luka bakar tingkat pertama. 2) Cedera pada lapisan kedua kulit atau dermis, disebut cedera ketebalan parsial atau cedera dermal. Ini sebelumnya disebut luka bakar tingkat dua. 3) Cedera pada lapisan ketiga kulit atau jaringan *subcutaneous*, disebut sebagai cedera ketebalan penuh. Ini sebelumnya disebut luka bakar tingkat tiga.



Gambar 10.3. Diagram kulit
(Tim Iosh, 2023)

Iritasi mempengaruhi kulit dan selaput lendir dengan menyebabkan peradangan. Iritasi bekerja dengan cara yang sama seperti korosif tetapi menghasilkan efek yang kurang akut. Iritasi umum pada kulit termasuk cairan seperti minyak, pelumas dan pelarut. Ini menyebabkan kemerahan, kekeringan dan pecah-pecah pada kulit saat bersentuhan.

Sensitisasi kulit biasanya memengaruhi tangan dan lengan bawah, karena ini adalah bagian tubuh yang paling mungkin terpapar zat ini. Sensitisasi juga dapat menyebar ke bagian lain dari tubuh. Bahan kimia pemeka kulit yang umum termasuk kromium dalam semen, beberapa pewarna tekstil dan pigmen serta isosianat dan resin epoksi dalam cat dan pernis.

Dermatitis kontak iritan adalah bentuk paling umum dari dermatitis akibat kerja. Hal ini disebabkan ketika bahan iritan tertentu dalam konsentrasi yang cukup tinggi bersentuhan dengan kulit dalam waktu yang cukup lama hingga merusak sel kulit. Jika iritasi ringan bersentuhan dengan kulit, hal itu akan menghilangkan lipid stratum korneum dan mencegah penghalang alami kulit untuk melindungi dan beregenerasi. Jika paparan

berlangsung dari waktu ke waktu, lipid akan gagal beregenerasi dan akibatnya sering terjadi dermatitis pada area paparan pada kulit. Jenis dermatitis ini, yang terjadi seiring berjalannya waktu, terkadang disebut sebagai dermatitis kontak iritan kronis. akibatnya sering terjadi dermatitis pada area paparan pada kulit.

10.4.3 Melalui sistem pencernaan

Sistem pencernaan adalah sekelompok organ yang bekerja sama untuk mengubah makanan menjadi energi dan nutrisi dasar untuk memberi makan seluruh tubuh. Ini terutama terdiri dari mulut, kerongkongan, lambung, usus kecil dan usus besar.

Kerongkongan adalah tabung berotot yang menghubungkan mulut ke perut. Panjangnya sekitar 25 cm pada orang dewasa. Saat makanan ditelan, dinding kerongkongan berkontraksi untuk memindahkan makanan ke perut. Perut memecah sebagian besar makanan secara kimiawi dan mekanis, menggunakan asam lambung yang kuat dan gerakan otot lambung. Makanan kemudian ditransfer ke usus kecil.

Efek penyerapan bahan kimia melalui sistem pencernaan atau melalui kontak langsung. Bahan kimia yang tertelan sering mempengaruhi lapisan tenggorokan atau perut terlebih dahulu dan jika diserap akan mempengaruhi hati. Bahan kimia dapat dipecah atau diangkut ke bagian lain dari tubuh di mana mereka dapat menumpuk. Seperti halnya penghirupan, bahan kimia juga dapat bereaksi langsung dengan lapisan mulut, tenggorokan, lambung, atau usus. Korosif dan iritasi memiliki efek akut pada sistem pencernaan. Mereka bereaksi secara kimiawi dengan lapisan kerongkongan dan perut serta mengobarkan jaringan (dalam kasus iritasi) atau menghancurkannya (korosif). Korosif juga dapat menyebabkan ulserasi terjadi di perut.

Bahan kimia lain yang tertelan memiliki efek yang lebih kronis. Racun, karsinogen dan mutagen dapat diserap melalui usus dan diangkut ke organ lain melalui sistem peredaran darah.

Akumulasi bahan kimia ini dapat meracuni organ atau berpotensi menyebabkan pertumbuhan sel abnormal yang tidak terkendali atau perubahan sel normal.

10.5 Menyimpan Bahan Kimia Berbahaya dengan Aman

Bagian penting dari Rencana Manajemen Bahan Kimia adalah memastikan tempat kerja Anda memiliki area penyimpanan bahan kimia yang aman dan lemari pengaman yang sesuai untuk setiap bahan. Hal ini bisa termasuk:

- Lemari Penyimpanan yang mudah terbakar

Rangkaian Lemari Penyimpanan cairan mudah terbakar STOREMASTA dirancang dan diproduksi sesuai dengan persyaratan Standar Australia: AS1940-2017. Cocok untuk penyimpanan semua cairan mudah terbakar kelas 3, seperti: cat, bensin, bahan bakar, solar, pernis, pelarut, minyak tanah dan metanol.



Gambar 10.4. *Flammable Liquid Storage Cabinet-160L*
(Storemasta, 2023).

- Lemari penyimpanan asam

Storemasta memproduksi berbagai lemari penyimpanan bahan kimia korosif untuk penyimpanan Kelas 8 - bahan korosif. Semua lemari penyimpanan korosif Storemasta direkayasa dan diproduksi sepenuhnya sesuai dengan Standar Australia: AS3780-2008. Aman untuk penyimpanan zat korosif seperti asam sulfat, asam klorida, asam nitrat, natrium hidroksida, dan kalium hidroksida.

Ada dua jenis lemari pengaman korosif. Kedua jenis ini termasuk lemari penyimpanan polietilen dan lemari penyimpanan korosif logam. Lemari korosif asam polietilen dirancang khusus untuk penyimpanan bahan kimia korosif yang keras seperti asam sulfat.



Gambar 10.5. *Polyethylene Corrosive Substance Storage Cabinet-250 L (Storemasta, 2023).*

- Lemari korosif

Semua lemari penyimpanan korosif Storemasta direkayasa dan diproduksi sesuai sepenuhnya dengan Standar

Australia: AS3780-2008. Aman untuk penyimpanan zat korosif seperti asam sulfat, asam klorida, asam nitrat, natrium hidroksida, dan kalium hidroksida.



Gambar 10.6. *Polyethylene Corrosive Substance Storage Cabinet – 100L (Storemasta, 2023).*

- Kontainer barang berbahaya

Wadah penyimpanan barang berbahaya dirancang dan diproduksi untuk tahan terhadap lingkungan apa pun. Beberapa fitur canggih dari kontainer barang berbahaya termasuk konstruksi tahan siklon, sistem limpasan air hujan, detail pijakan yang direkayasa, dan lantai fiberglass. Semua kontainer penyimpanan barang berbahaya Storemasta dirancang sesuai sepenuhnya dengan Standar Barang Berbahaya Australia seperti AS1940 dan AS3780. Semua kontainer barang berbahaya Storemasta dapat dipindahkan sehingga menjadikannya solusi sempurna untuk penyimpanan barang berbahaya di luar ruangan di lokasi konstruksi dan pertambangan. Semua kontainer dilengkapi dengan pelat dasar dan lugs pengangkat yang membuatnya mudah diangkut.



Gambar 10.7. *Outdoor Miniseries*
(Storemasta, 2023).

- Kerangkeng botol gas

Kerangkeng botol gas Storemasta dirancang untuk penyimpanan dan penanganan gas dalam silinder. Aman untuk penyimpanan gas mudah terbakar kelas 2.1, gas tidak beracun yang tidak mudah terbakar kelas 2.2, Gas beracun kelas 2.3, dan gas pengoksidasi. Semua sangkar tabung gas dibuat dari baja, dan ditandai dengan tanda barang berbahaya yang sesuai.



Gambar 10.8. *Gas Cylinder Storage Cage*
(Storemasta, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Jaydee Reyes, 2022. Protect Your Workplace Against Chemical Hazards. SafetyCulture. <https://safetyculture.com/>.
- Team Safesite, 2022. Chemical Hazards in the Workplace: An Overview. Safesite. <https://safesitehq.com/>
- Team Storemasta, 2023. *Chemical hazards in the workplace*. Storemasta. <https://blog.storemasta.com.au/hs-fs/hubfs/STM18/storemasta-logo.png?width=225&height=17&name=storemasta-logo.png>.
- Tim Iosh, 2023. Chemical Hazards. Iosh. <https://iosh.com//media/1003/logo-alt.png>.

BAB 11

BAHAYA BIOLOGI DI TEMPAT KERJA

Oleh Indro Subagyo

11.1 Pendahuluan

Tempat kerja atau lingkungan kerja merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kesehatan, keselamatan dan produktivitas kerja. Tempat kerja yang aman akan menghindarkan pekerja dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Tempat kerja yang nyaman akan mencegah terjadinya stres kerja sehingga pekerja akan menjadi lebih produktif. Sebaliknya, tempat kerja yang tidak aman dan tidak nyaman, besar potensinya untuk membahayakan pekerja, baik bahaya fisik, kimia maupun biologi. Faktor bahaya biologi antara lain bahaya jamur, bahaya virus, bahaya bakteri, bahaya tanaman dan bahaya binatang.

11.2 Jamur

Penularan penyakit jamur (*Dermatofitosis*) pada manusia dapat melalui 3 cara yaitu Ago Harlim, (2017):

a. Antropofilik

Transmisi dari manusia ke manusia. Ditularkan secara langsung maupun tidak langsung melalui rantai kolam renang dan udara disekitar rumah sakit /klinik dengan atau tanpa reaksi peradangan (silent carrier)

b. Zoofilik

Transmisi dari hewan ke manusia. Ditularkan melalui kontak langsung maupun tidak langsung melalui bulu binatang yang terinfeksi dan melekat pada pakaian, atau sebagai kontaminan pada rumah/tempat tidur hewan, tempat makanan dan

minuman hewan. Sumber penularan utama adalah anjing,kucing,sapi,kuda dan mencit.

c. Geofilik

Transmisi dari tanah ke manusia. Secara sporadik menginfeksi manusia dan menimbulkan reaksi radang (Adiguna,2004). Penyebabnya bisa beragam, tergantung jenis jamur yang menginfeksi. Berikut jenis infeksi jamur berdasarkan penyebabnya:

1. Candidiasis

Penyakit ini disebabkan oleh infeksi jamur *candida albicans*. Jamur ini sebenarnya hidup secara alami di kulit kita. Namun, ketika jumlahnya terlalu banyak, jamur candida bisa menimbulkan infeksi. Jamur ini bisa menginfeksi kulit, kepala, mata, vagina dan mulut. Pemicunya beragam, mulai dari kurang menjaga kebersihan diri, mengenakan pakaian ketat, kondisi kulit yang terlalu lembab akibat (Nur'aeny,2017).

2. Candida auris

Salah satu jamur penyebab candidiasis adalah *Candida auris*, jamur yang resisten terhadap berbagai macam obat yang tersebar secara cepat di seluruh dunia. Semenjak dilaporkannya kasus pertama pada tahun 2009, jamur ini telah teridentifikasi sebagai agen infeksi terkait di rumah sakit (Cortegiani et al., 2018). Jenis infeksi jamur *candida auris* ini rentan menimpa individu yang bekerja menggunakan tabung pernapasan

3. Kurap

Kurap disebut juga sebagai *ringworm*. Infeksi jamur ini bisa menyerang berbagai bagian tubuh, mulai kepala, tangan wajah, kaki, bahkan hingga ke area selangkangan. Ada tiga jenis jamur yang bisa menyebabkan penyakit kurap, yaitu *Trichophyton*,

Epidermophyton, dan Microsporum. Jamur tersebut bisa ditularkan dari hewan atau individu yang sudah terinfeksi dan berkontak dengan benda atau tanah yang mengandung jamur, bekerja pada lingkungan yang lembap dan menggunakan pakaian atau kaos kaki yang lembap.

4. Infeksi jamur kuku

Tinea unguium atau infeksi jamur kuku umumnya berkembang secara perlahan. Jamur yang menyebabkan infeksi ini termasuk dermatofit, jenis yang sama menyebabkan kurap.

5. Aspergillosis

Aspergillosis adalah infeksi yang disebabkan oleh jamur aspergillus. Penyebab utama aspergillosis adalah menghirup spora aspergillus. Sporanya bisa ditemui di dataran tinggi maupun dataran rendah, umumnya terletak di wilayah yang subur. Jamur ini juga terdapat pada kompos, kotoran burung, tembakau, dan kentang yang disimpan lama.

6. *Pneumocystis pneumonia* (PCP)

Pneumocystis pneumonia adalah penyakit pernapasan akibat jamur *Pneumocystis jirovecii*. Jenis jamur tersebut mudah menyebar melalui udara

7. *Cryptococcus neoformans*

Mirip seperti jamur *pneumocystis*, jamur *Cryptococcus neoformans* juga mudah menyebar melalui udara. Spora jamur ini hanya bisa menginfeksi jika terhirup oleh seseorang yang memiliki imun lemah

8. Histoplasmosis

Histoplasmosis adalah penyakit akibat infeksi jamur *Histoplasma capsulatum*. Jamur ini hidup di lingkungan yang banyak mengandung kotoran burung atau kelelawar. Seseorang yang menghirup spora

jamur ini umumnya mengalami demam, batuk, dan kelelahan. Pada individu yang imunitasnya lemah, menghirup spora histoplasma bisa fatal.

9. Mucormycosis

Mucormycosis atau sering disebut juga sebagai infeksi jamur hitam termasuk penyakit langka dan berbahaya. Penyakit ini disebabkan oleh infeksi sekelompok jamur *mucormycetes* yang menyerang sinus, paru-paru, kulit, dan otak.

Jenis jamur tersebut banyak ditemukan di roti yang membusuk atau tumpukan kompos. Penularannya dari bersentuhan dengan tanah yang terkontaminasi atau menghirup sporanya.

10. Kaki atlet

Tinea pedis merupakan infeksi jamur di bagian kaki, tangan dan kuku. Infeksi ini disebabkan oleh dermatofita, sekelompok jamur yang tumbuh subur di area hangat dan lembap seperti sela-sela jari.

Kondisi ini umumnya menimpa atlet dan mudah menyebar dari satu orang ke orang lain. Penularannya juga bisa lewat permukaan yang terkontaminasi, seperti kamar mandi umum atau lantai ruang ganti. Karena alasan-alasan tersebut, tinea pedis sering disebut kaki atlet.

11. Infeksi jamur di selangkangan

Jock itch atau infeksi jamur di bagian selangkangan disebabkan oleh jamur tinea cruris. Selain selangkangan, jamur tersebut juga bisa menginfeksi paha bagian dalam dan pantat. Sama seperti kaki atlet, penyakit ini disebabkan oleh dermatofit, sekelompok jamur yang tumbuh subur di daerah yang hangat dan lembab.

11.3 Bakteri

Bakteri dikenal sebagai agen penyebab penyakit, bakteri juga mempunyai manfaat yang besar bagi kehidupan manusia seperti pemanfaatan bakteri dalam pembuatan yogurt dan antibiotik. Di dalam tubuh manusia bakteri memberikan manfaat yang banyak antara lain sebagai pertahanan melawan infeksi, berperan dalam sistem imun, sumber nutrient dan menstimulasi pergantian epitel. Selain itu bakteri juga menghasilkan metabolitmetabolit lainnya seperti enzim dan toksin. Faktor yang menyebabkan suatu bakteri menjadi patogen disebut faktor virulensi.

Jenis – jenis bakteri yang menyebabkan penyakit pada manusia :

a. *Salmonella sp*

Bakteri *Salmonella sp* merupakan salah satu bakteri penyebab utama food borne disease di Amerika Serikat. Bakteri ini sering ditemukan dalam bahan makanan atau minuman dan merupakan salah satu bakteri patogen yang sering menginfeksi manusia melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi. Adapun penyakit yang dapat ditimbulkan akibat bakteri ini adalah penyakit gastroenteritis, demam tifoid dan bakteremia

b. Masuknya *Escherichia coli*

Penyakit diare merupakan penyebab kesakitan dan kematian di negara Berkembang. *Escherichia coli* merupakan bakteri komensal, patogen intestinal dan pathogen ekstraintestinal yang dapat menyebabkan infeksi traktus urinarius, meningitis, dan septicemia. Infeksi ditandai dengan manifestasi klinis yang luas mulai dari tanpa menunjukkan gejala klinis atau asimtomatis sampai terlihat adanya diare berdarah atau tanpa berdarah.



Gambar 11.1. *escherichia coli*

(Sumber : litbangkespangandaran.litbang.kemkes.go.id)

c. *X Klebsiella ozaena*

Menyebabkan penyakit ozaena memberikan gejala pembentukan granul (bintik-bintik), gangguan hidung, benjolan-benjolan di rongga pernapasan (terutama hidung), sakit kepala, serta ingus hijau dan berbau. Penyebab penyakit ozaena masih belum diketahui, namun diduga diakibatkan oleh *Klebsiella ozaenae* dan *Bacillus foetidus*.



Gambar 11.2. *Klebsiella ozaenae*

(Sumber : simdos.unud.ac.id)

d. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa sering menyebabkan infeksi oportunistik dan infeksi nosokomial pada manusia. *Pseudomonas aeruginosa* dapat menyebabkan terjadinya infeksi primer pada kulit. Infeksi yang paling sering terjadi adalah ulkus diabetikum. Kolonisasi pada ulkus diabetikum diikuti dengan kerusakan pembuluh darah lokal, nekrosis jaringan, dan akhirnya terjadi bacteremia. Gejala dapat berupa iritasi, kemerahan, keluar cairan serta kaki tampak bengkak.

Sebagai pathogen oportunistik, *Pseudomonas* dapat bertahan hidup pada kondisi yang ketersediaan nutrisinya rendah (*minimal nutritional requirement*) dan mampu beradaptasi pada kisaran suhu 4°C sampai 42°C dan resisten terhadap berbagai jenis antibiotika, antiseptic dan disinfektan. *P.aeruginosa* diketahui dapat bertahan dan berkembang dalam lingkungan yang lembab dan peralatan meliputi bak pencucian, *drain*, vas bunga, kolam hidroterapi, kolam, sungai, *humidifier*, mesin cuci dan juga *distilled water*.



Gambar 11.3. *Pseudomonas aeruginosa*
(Sumber : fst.unair.ac.id)

e. *Klebsiella pneumonia*

Pneumonia adalah proses infeksi akut yang mengenai jaringan paru-paru (alveoli). Pneumonia yang disebabkan oleh *Klebsiella pneumonia* dapat berupa pneumonia komunitas (*community acquired pneumonia*). *Klebsiella pneumoniae* merupakan jenis bakteri golongan *Klebsiella* yang banyak menginfeksi manusia. Merupakan organisme oportunistik yang ditemukan pada lapisan mukosa mamalia, terutama paru-paru. Memiliki penyebaran yang sangat cepat, terutama di antara orang-orang yang sedang terinfeksi bakteri. Gejalanya dapat berupa pendarahan dan penebalan lapisan mukosa organ. Bakteri *Klebsiella pneumonia* selain penyebab penyakit pneumonia juga merupakan salah satu bakteri yang menyebabkan penyakit bronchitis. Sejauh ini, cara untuk mencegah penularan penyakit dengan cara menjaga sanitasi dan pola hidup yang baik, di samping mengonsumsi antibiotik.

f. *Neisser meningitidis*

Penyakit meningitis adalah penyakit yang menyerang saluran pernafasan dan mengakibatkan meningitis. Meningitis mengakibatkan peradangan selaput otak dan saraf punggung, dan atau septisemia (keracunan darah). Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Neisser meningitidis*. Meningitis umumnya ditularkan saat batuk, bersin, ciuman, dan berbagi makanan dengan sendok yang sama, pemakaian sikat gigi yang sama dan merokok bergantian dalam satu batang. Meningitis dapat disebabkan oleh mikroorganisme, kanker, luka fisik dan juga obat-obatan. Jika tertular penyakit ini maka akan beresiko menjadi carrier, dan infeksius. Masa inkubasi penyakit ini rata-rata 3-4 hari sampai gejalanya terlihat. Penyakit ini umumnya terjadi 1-14 hari setelah paparan dan muncul sebagai meningitis pada $\geq 50\%$ kasus. Gejala dari meningitis tidak spesifik tetapi mungkin termasuk demam, sakit kepala, kekejangan leher, sakit sendi, ruam dengan bintik atau lebam

ungu, kurang senang dengan cahaya cerah, dan muntah secara mendadak

g. *Haemophilus influenza*

Haemophilus influenzae merupakan bakteri patogen pada manusia yang dapat menyebabkan influenza, meningitis, pneumonia dan bakteremia. Infeksi influenza merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas. Penyebar dapat melalui udara berupa percik renik dari saluran respiratorik orang yang terinfeksi, yang batuk, bersin, atau melalui kontak langsung dari tangan yang terkontaminasi oleh sekret respiratorik. Gejala sistemik utama infeksi influenza adalah demam, sakit kepala, nyeri otot, lemas, batuk, dan nyeri menelan. Infeksi influenza berusia.

h. *Neisseria gonorrhoeae*

Gonore merupakan penyakit kelamin terbanyak dewasa ini. Tidak ada imunitas bawaan, walaupun bagi orang yang pernah menderita penyakit ini. Juga tidak ada perbedaan mengenai kekebalan antara berbagai suku bangsa, jenis kelamin atau umur. Penyakit Gonore disebabkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoeae*. Penularan terjadi melalui kontak seksual dengan penderita gonore. Masa inkubasi penyakit sangat singkat, pada pria umumnya bervariasi antara 2-8 hari, dengan kebanyakan infeksi menjadi simptomatik dalam 2 minggu. Masa inkubasi pada wanita sulit ditentukan karena pada umumnya asimtomatik, dan baru diketahui setelah terjadinya komplikasi. Gejala klinis untuk infeksi pertama yang paling sering dijumpai pada pria adalah uretritis anterior akuta dan dapat meluas ke proksimal, selanjutnya mengakibatkan komplikasi lokal, asendend dan diseminata.

Keluhan subyektif berupa rasa gatal dan panas di bagian distal uretra di sekitar orifisium uretra eksternum kemudian disusul disuria, polakisuria, keluar duh tubuh mukopurulen pada orifisium uretra eksternum yang kadang-kadang disertai

darah, dan disertai perasaan nyeri pada waktu ereksi. Gejala yang terjadi pada wanita dengan gonore sering mengenai serviks sehingga terjadi servisititis dengan gejala keputihan. Pada pemeriksaan, serviks yang terinfeksi tampak rapuh dan mengalami edema dengan keluarnya cairan mukopurulen pada ostium. Perempuan yang sedikit atau tidak memperlihatkan gejala menjadi sumber utama penyebaran infeksi dan beresiko mengalami komplikasi.

i. *Treponema pallidum*

Penyakit frambusia atau patek adalah penyakit infeksi kulit yang menular melalui kontak dengan penderita. Penyakit ini bersifat menahun dan dapat menyebabkan kecacatan. Yaws atau frambusia adalah penyakit infeksi *Treponema pallidum*. Penyakit ini dapat mengenai semua usia, namun terutama ditemukan pada usia dibawah 15 tahun. Gejala dapat berupa konstipasi malese, demam dan anoreksia. Sedangkan gejala klinis lain dapat berupa plak hiperkeratotik pada telapak tangan dan kaki, dapat terjadi fisura dan ulserasi (worm-eaten soles), dan infeksi sekunder yang nyeri sehingga penderita biasanya menunjukkan tanda khas yaitu “crab-like gait”

j. *Yersinia pestis*

Penyakit Pes disebabkan oleh bakteri *Yersinia pestis* yang endemik pada rodent yang hidup di alam liar yang disebarkan oleh gigitan pinjal. Pinjal tikus adalah vektor utama penyebab penyakit pes. Pes pada tikus serta rodent lain dapat menyebabkan penularan pada manusia. Pinjal sebagai vektor utama penyakit pes berperan menularkan bakteri *Yersinia pestis* yang terdapat di dalam darah tikus yang terjangkit kepada manusia melalui gigitannya.

Pinjal selain menjadi vektor utama pes juga bisa menjadi vektor penyakit serius lain pada manusia yaitu penyakit

murine typhus yang dapat ditularkan dari tikus ke manusia. Gigitan pinjal yang telah terinfeksi khususnya *Xenopsylla cheopis* merupakan sumber paparan yang paling sering terjadi yang menghasilkan penyakit pada manusia di seluruh dunia. Penyakit Pes memiliki gejala diantaranya yaitu penderita demam tinggi tanpa sebab yang jelas, batuk dan sesak yang diduga sebagai suspek Pes.

k. *Bordetella pertussis*

Bordetella pertussis adalah bakteri yang menyerang saluran pernapasan dan sangat mudah menular. Organisme ini menghasilkan toksin yang merusak epitel saluran pernapasan dan memberikan efek sistemik berupa sindrom yang terdiri dari batuk spasmodik dan paroksismal disertai mengi karena pasien berupaya keras untuk menarik napas, sehingga pada akhir batuk. Serangan batuk seringkali diikuti oleh muntah dan dapat berlangsung berbulan-bulan. *Bordetella pertussis* yang diambil setelah sebulan timbulnya gejala batuk disertai pengeluaran lendir, dan tarikan napas, muntah, badan panas, pusing, sakit tenggorokan.

l. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus adalah penyebab utama infeksi bernanah pada manusia yang terdapat di rongga hidung dan kulit sebagian besar populasi manusia. Jalur masuknya *Staphylococcus* ke tubuh melalui folikel rambut, tusukan jarum atau melalui saluran pernafasan. Prototipe lesi *Staphylococcus* adalah furunkel atau abses lokal lainnya yang dapat menyebabkan nekrosis jaringan (faktor dermatonekrotik). *Staphylococcus aureus* adalah bakteri aerob yang bersifat grampositif dan merupakan salah satu flora normal manusia pada kulit dan selaput mukosa.

Staphylococcus aureus merupakan patogen utama pada manusia dan hampir setiap orang pernah mengalami infeksi *Staphylococcus aureus* yang bervariasi dalam beratnya, mulai

dari keracunan makanan hingga infeksi kulit ringan sampai berat yang mengancam jiwa. Gejala yang dialami seperti muncul benjolan pada kulit yang penuh dengan nanah, peradangan, rasa sakit. Penderita penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus* umumnya diberi terapi berupa antibiotik seperti cloxacillin, dicloxacillin dan eritromycin.

m. *Staphylococcus epidermidis*

Staphylococcus epidermidis merupakan bakteri yang berkembang menjadi agen patogen utama pada infeksi nosokomial dan sepsis, terutama pada pasien yang menggunakan alat-alat implant di tubuhnya, seperti prostheses sendi, shunt serebrospina, kateter intravaskular, khususnya pada anak-anak, pasien usia lanjut dan pasien yang mengalami imunokompromise. Penyakit septicaemia dan endokarditis termasuk penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Gejala berupa demam, sakit kepala, dan kelelahan untuk anoreksia dan dyspnea

n. *Staphylococcus epidermidis*

Staphylococcus epidermidis merupakan bakteri yang berkembang menjadi agen patogen utama pada infeksi nosokomial dan sepsis, terutama pada pasien yang menggunakan alat-alat implant di tubuhnya, seperti prostheses sendi, shunt serebrospina, kateter intravaskular, khususnya pada anak-anak, pasien usia lanjut dan pasien yang mengalami imunokompromise. Penyakit septicaemia dan endokarditis termasuk penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Gejala berupa demam, sakit kepala, dan kelelahan untuk anoreksia dan dyspnea

o. *Mycobacterium tuberculosis*

Tuberkulosis (TB) adalah suatu penyakit infeksi paling sering menyerang jaringan paru, disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Penyakit tuberkulosis (TB) paru ini dapat

menyerang semua usia dengan kondisi klinis yang berbeda-beda atau tanpa dengan gejala sama sekali hingga manifestasi berat. Pencegahan dari penyakit ini adalah menyediakan air bersih, pengelolaan limbah dan tinja rumah tangga, bebas vektor pembawa bibit penyakit seperti (tikus, kecoa, dan lalat), kepadatan hunian yang tidak melebihi persyaratan, sinar matahari pagi cukup menyinari ruangan, makanan dan minuman terhindar dari pencemaran. Selain itu rumah yang sehat harus memenuhi syarat pencegahan terjadinya kecelakaan baik yang timbul karena keadaan luar maupun dalam rumah antara lain konstruksi yang tidak mudah rusak dan roboh, persyaratan garis sempadan jalan, tidak mudah terbakar, dan tidak membuat penghuninya jatuh tergelincir.

p. *Streptococcus pyogenes*

Radang tenggorokan atau amandel merupakan penyakit yang pernah dirasakan oleh hampir semua orang, yang disebabkan oleh bakteri *Streptococcus pyogenes*. Peradangan yang sangat hebat dapat menyebabkan angina ludwing (radang dasar mulut yang berat disertai penernanahan) sehingga akan menghambat aliran udara yang masuk melalui saluran pernafasan. Gejala dari penyakit ini antara lain radang tenggorokan dapat ditandai seperti flu, batuk, demam, mual dan kelelahan.

q. *Bacillus anthracis*

Penyakit antraks disebabkan oleh *Bacillus anthracis*. Manusia terjangkit antraks biasanya akibat kontak langsung atau tidak langsung dengan binatang atau bahan yang berasal dari binatang terinfeksi. Gejala dari penyakit ini:

1) Antraks Kulit

Sering disebut sebagai black eschar atau malignant pustule yang paling sering terjadi, yaitu lebih dari 90%. Penderita biasanya mempunyai riwayat kontak dengan

hewan atau produknya. Lesi pertama terjadi dalam waktu tiga sampai lima hari pasca inokulasi spora dan umumnya terdapat pada daerah ekstremitas, kepala dan leher (daerah terbuka). Lesi berwarna kemerahan, gatal dan tak sakit. Dalam kurun waktu 24-36 jam lesi berubah membentuk vesikel berisi cairan jernih.

2) Antraks Intestinal

Biasanya muncul 2-5 hari setelah tertelannya spora yang umumnya berasal dari santapan daging tercemar. Penderita biasanya berupa demam, nyeri perut difus dan disertai nyeri lepas. Feses bercampur darah atau berupa melena dengan konsistensi padat atau cair. Penderita kadang-kadang muntah berdarah atau berwarna seperti kopi. Asites muncul dua sampai empat hari sejak gejala pertama timbul. Kematian terjadi umumnya karena toksemia atau perforasi.

3) Antraks Orofaring

Gejalanya berupa edema leher dan pembesaran kelenjar limfe lokal dengan akibat kesulitan menelan dan kesulitan bernafas. Lesi di orofaring berupa ulkus dengan pseudomembran

11.4 Virus

Virus adalah parasit mikroskopik yang menginfeksi sel organisme biologis. Virus bervariasi dari segi ukuran, bentuk dan komposisi kimianya. Bentuk virus ada yang berbentuk bulat, oval, memanjang, silindris, dan ada juga yang berbentuk T. Ukuran Virus sangat kecil, hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron, ukuran virus lebih kecil daripada bakteri. Ukurannya berkisar dari 0,02 mikrometer sampai 0,3 mikrometer ($1\ \mu\text{m} = 1/1000\ \text{mm}$). X Didalam kehidupan, virus memiliki 2 peran, yaitu peran virus sebagai mikroorganisme yang menguntungkan, maupun yang merugikan.

Virus yang menguntungkan: Virus berperan penting dalam bidang rekayasa genetika karena dapat digunakan untuk cloning gen(reproduksi DNA yang secara genetis identik). Sebagai contoh adalah virus yang membawa gen untuk mengendalikan pertumbuhan serangga. Virus juga digunakan untuk terapi gen manusia sehingga diharapkan penyakit genetis, seperti diabetes dan kanker dapat disembuhkan. Virus yang merugikan :Virus yang dapat merugikan karena menyebabkan berbagai jenis penyakit pada manusia, hewan dan tumbuhan.

Proses infeksi virus dpt melalui berbagai jaringan. contoh : virus influenza penyebab influenza, virus◊ Melalui saluran pernafasan • rubeola penyebab campak, coronavirus penyebab SARS, virus variola penyebab penyakit cacar, virus varicella penyebab penyakit cacar air. contoh : virus hepatitis A,B, poliomyelitis◊ Melalui saluran pencernaan • penyebab polio, rotavirus penyebab diare Melalui kulit• & contoh : virus herpes simplex1 penyebab◊mukosa genitalia stomatitis, flavivirus penyebab DBD, rabies penyebab rabies, cytomegalovirus penyebab hepatitis contoh : virus rubella, cytomegalovirus◊ Melalui plasenta

Beberapa virus yang merugikan : Virus Hepatitis (A, B, C, D dan E), Human Immunodeficiency Virus (HIV).

11.5 Hewan

Hewan juga berpotensi untuk menularkan penyakit bahkan kematian pada manusia. Penyakit pada hewan yang dapat ditularkan ke manusia dikenal dengan zoonosis.

Berikut ini adalah beberapa jenis hewan dengan potensi yang dimilikinya untuk menjadi penular dan perantara bibit penyakit.

1. Monyet

Monyet bisa membawa virus Herpes B yang dapat ditularkan melalui air liur dan berpotensi mematikan. "Herpes B dapat

menyebabkan ensefalitis, pembengkakan otak. Virus ini terdapat dalam air liur dan dapat masuk ke otak.

2. Kelelawar

Meskipun kelelawar jarang ditemukan, binatang ini juga dapat menyebabkan penyakit serius. "Kelelawar dapat menyebabkan rabies pada manusia," ungkap Schaffner. Virus rabies lebih sering menyebar melalui kontak dengan binatang lain yang terinfeksi, seperti serigala, anjing hutan, rakun, selain juga anjing dan kucing. Rabies dapat memengaruhi sistem saraf pusat dan dapat menyebabkan kebingungan, halusinasi, kelumpuhan parsial, dan kesulitan menelan. Jika tidak diobati, maka rabies biasanya berakibat fatal dalam beberapa hari setelah gejala ini muncul.

3. Kelinci

Sebagai binatang peliharaan, kelinci memang terlihat begitu manis dan menggemaskan. Namun, kelinci juga bisa membahayakan karena dapat menularkan penyakit tularemia. Tularemia adalah penyakit yang dapat menyebabkan masalah pernapasan serius. Tularemia juga dikenal sebagai demam kelinci. Gejala yang ditimbulkan di antaranya demam mendadak, menggigil, nyeri sendi, dan lemah. Bahkan, orang yang terinfeksi dapat berisiko terkena pneumonia (radang pada organ paru) dan kesulitan bernapas. Ahli Penyakit Menular dari *University of Miami Miller School of Medicine, dr Gordon Dickinson*, mengatakan bahwa orang-orang yang berisiko tinggi terhadap penyakit ini adalah pemburu.

4. Burung

Burung dapat menularkan sejumlah penyakit. Di antaranya flu burung, penyakit yang cukup mendapat perhatian internasional pada tahun 1990-an. Flu burung disebabkan oleh virus, H5N1, yang dapat menular melalui penanganan unggas yang terinfeksi. Sejak tahun 1997, lebih dari 120 juta burung di seluruh dunia telah mati atau dimusnahkan untuk mencegah

penyebaran virus tersebut. H5N1 sangat mematikan pada manusia. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), lebih dari 300 orang telah meninggal dunia akibat flu burung sejak tahun 2003. Gejala umum yang dapat terjadi adalah demam tinggi, keluhan pernapasan dan (mungkin) perut. Replikasi virus dalam tubuh dapat berjalan cepat sehingga pasien perlu segera mendapatkan perhatian medis.

5. Tikus

Hantavirus adalah penyakit yang ditularkan oleh tikus. Hantavirus terdapat pada tinja, air liur, dan air kencing tikus. Gejala pada penderita antara lain demam dan nyeri otot, sakit perut, diare, dan muntah. Gejala berlanjut menjadi batuk dan sesak napas dalam 4-5 hari setelah terinfeksi. Jika tak segera ditangani, maka penyakit ini bisa berakibat fatal, yakni infeksi paru-paru. Bukan hanya itu, tikus juga dapat menularkan penyakit leptospirosis. Leptospirosis adalah penyakit akibat bakteri *Leptospira* sp yang dapat menyebabkan kerusakan ginjal dan meningitis. Bakteri tersebut juga dapat menularkan bakteri salmonela dan giardia, yang dapat menyebabkan penyakit pencernaan.

6. Reptil

Reptil adalah hewan yang sangat berbahaya karena secara alami membawa bakteri salmonela pada kulit mereka. "Sama halnya dengan manusia yang memiliki (bakteri Staph) pada kulit, reptil juga mempunyai bakteri, yakni salmonela, pada kulit mereka," kata Emilio DeBess, seorang dokter hewan. Menurut DeBess, anak-anak sangat rentan terhadap infeksi salmonela yang disebabkan oleh reptil. Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit (CDC) AS memperkirakan bahwa sekitar 74.000 orang terpapar bakteri salmonela yang berasal dari reptil.

7. Sapi

Menurut Emilio DeBess, sapi mempunyai keterkaitan dengan penyebaran tiga penyakit utama, seperti infeksi salmonela, infeksi E coli, dan ensefalitis. Strain bakteri E coli yang dikenal sebagai O157: H7 tidak berbahaya untuk hewan ternak, tetapi dapat menyebabkan penyakit serius dan bahkan kematian pada manusia. Ensefalitis sapi, atau Mad Cow Disease, adalah penyakit peradangan otak akut yang disebabkan oleh infeksi bakteri. Jika menyebar ke manusia, maka penyakit ini dapat menyebabkan Creutzfeld-Jakob Disease, suatu penyakit degeneratif otak dan bisa mematikan pada manusia. DeBess mengatakan, sulit untuk mengetahui berapa banyak jumlah kasus Creutzfeld-Jakob karena masa inkubasinya cukup panjang.

8. Anjing

Anjing merupakan teman terbaik manusia yang juga bisa menjadi musuh terburuk manusia ketika menularkan penyakit. Selain menyebabkan rabies, anjing dapat menularkan parasit seperti cacing tambang dan cacing gelang. Bahkan DeBess menambahkan, kutu pada anjing dapat membawa bakteri yang menyebabkan penyakit Rocky Mountain Spotted Fever, yang berakibat fatal jika tidak diobati.

9. Kucing

Selain menyebabkan rabies, kucing juga dapat menularkan penyakit tularemia dan toksoplasmosis. Menurut DeBess, bakteri dan parasit yang menyebabkan tularemia dan toksoplasmosis biasanya dibawa oleh hewan lain. Toksoplasma dapat terpapar apabila manusia melakukan kontak dengan kotoran kucing yang terkontaminasi atau mengonsumsi makanan dan minuman yang terkontaminasi. "Kami selalu khawatir hal akan terjadi pada wanita hamil karena dapat menyebar dari ibu ke janin," katanya. Toksoplasma sangat potensial menyebabkan infeksi bayi

dalam kandungan yang dapat menyebabkan keguguran, kematian bayi dalam kandungan, dan kecacatan pada bayi. Toksoplasmosis berat dapat menyebabkan kerusakan pada otak, mata, atau organ lainnya.

11.6 Tumbuhan

Bahaya kerja yang bersumber dari biologi dapat juga disebabkan dari tumbuhan. Bahan-bahan dari tumbuhan seperti produk serat alam yang terdegradasi. Beberapa contoh produk serat yang bisa menyebabkan masalah pada pekerja:

1. Debu Kayu dengan Alergi dan asma

Telah banyak bukti yang menggambarkan dampak buruk dari debu kayu terhadap kesehatan. Hasil penelitian Wenang dkk (2006), menunjukkan adanya hubungan debu kayu dengan gangguan fungsi paru. Samahalnya dengan hasil penelitian Nafisa dkk (2016) yang menemukan adanya hubungan yang signifikan antara kadar debu total dengan kapasitas fungsi paru pada pekerja di PT. Arumbai Kasembadan

2. Debu Kapas Dengan Alergi Saluran Nafas

Paparan debu kapas yang terus-menerus di tempat kerja dapat menimbulkan gangguan kesehatan pernapasan seorang pekerja. Hal ini terjadi karena debu kapas merupakan campuran kompleks dari beberapa komponen yang dapat memicu reaksi dalam tubuh manusia, seperti respons alergi atau proses lain yang tidak dapat dipahami sepenuhnya. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ioannis dkk, (2017) didapatkan bahwa paparan debu kapas dapat menurunkan nilai Volume Ekspirasi Paksa detik pertama (VEP1) dan rasio Volume Ekspirasi Paksa detik pertama per Kapasitas Vital Paksa (VEP1/KVP). Ekstrak debu kapas dapat mengandung agen biologi berupa endotoksin yang dapat menginisiasi respon inflamasi atau peradangan. Endotoksin

berasal dari komponen lipopolisakarida (LPS) pada membran luar bakteri gram-negatif yang terdapat di dalam debu kapas (J Baster, 2010).

DAFTAR PUSTAKA

- Adiguna MS. 2004. Epidemiologi Dermatormikosis di Indoneisa. Dalam: Budimulya U, Kuswadi, Bramono K, Menaldi SL, Dwihastuti P, Widati S, editor, Dermatormikosis Superfisialis. Edisi ketiga Jakarta: Balai Penerbit FKUI; h. 1-6
- Ago, Harlim, 2017. Penyakit Jamur Kulit. Pertemuan Ilmiah Tahunan PDUI Jaya, Jakarta, diakses 6 Maret 2003
- Anyfantis ID, Rachiotis G, Hadjichristodoulou C, Gourgoulisanis KI. Respiratory symptoms and lung function among greek cotton industry workers: a cross-sectional study. *Int J Occup Environ Med.* 2017;8(1):32-8
- Arief, Muhammad, 2011. Faktor Lingkungan Kerja Kimia Biologi. Prodi Kesehatan Masyarakat Peminatan K3 Universitas Esa Unggul.
- Awinarti P Rahayu, Siti Nurjannah, Ela Komalasari. 2018. *Escherichia coli*, Patogenesis, Analisis dan Kajian Risiko, IPO Press
- Cortegiani, A. et al. (2018) 'Epidemiology, clinical characteristics, resistance, and treatment of infections by *Candida auris*', *Journal of Intensive Care*, 6(1), pp. 1-13. doi: 10.1186/s40560-018-0342-4
- J Baxter P, Aw T-C, Cockcroft A, Durrington P, Harrington JM. *Hunter's diseases of occupations*. 10 ed. Naish F, penyunting. Vol. 10. London: Hodder Education; 2010. hlm. 959.
- Nafisa, Rr Sara H, f. et al. 2016. Hubungan Paparan Debu Kayu Di Lingkungan Kerja Terhadap Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Di Pt. Arumbai Kasembadan, Banyumas. *JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT*. Volume 4, Nomor 5, Oktober 2016 (ISSN: 2356-3346) <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>

- Nur'aeny, Nanan et al. 2017. "Profil oral candidiasis di bagian ilmu penyakit mulut RSHS Bandung periode 2010-2014" dalam Majalah Kedokteran Gigi Indonesia Volume 3 No. 1. Bandung: Departemen Ilmu Penyakit Mulut, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran
- <https://health.kompas.com/read/2012/10/03/11544113/9.Hewan.Ini.Berisiko.Tularkan.Penyakit.?page=all>
- Rini, Chylen Setiyo, Jamilatur Rochmah, 2020, Buku Ajar Bakteriologi Dasar, Sidoarjo, UMSIDA Press
- Sumanto, Didik. H Hadi Wartono, 2016, Parasitologi Kesehatan Masyarakat, Semarang, Yoga Pratama <https://dinus.ac.id>
- Virus. Diakses 7 Maret 2023
- Wenang T, Adi MS, Hanani YD. Paparan debu kayu dan gangguan fungsi paru pada pekerja mebel (studi di PT. Alis Jaya Ciptatama). J. Kesehat Lingkung. Indones.2006;5(2)

BAB 12

VENTILASI DI TEMPAT KERJA

Oleh Hasanudin

12.1 Pendahuluan

Di tempat kerja, ventilasi digunakan untuk mengendalikan pajanan kontaminan di udara (*airborne contaminant*). Ventilasi biasanya digunakan untuk menghilangkan kontaminan seperti asap, debu, dan uap, serta untuk menyediakan lingkungan kerja yang sehat dan aman. Ventilasi bisa dilakukan secara alami seperti membuka jendela atau secara mekanis misalnya kipas dan blower.

Sistem industri dirancang untuk memindahkan sejumlah udara tertentu pada kecepatan (*velocity*) tertentu, yang menghasilkan penghilangan (atau pembuangan/*exhaust*) kontaminan yang tidak diinginkan. Sementara semua sistem ventilasi mengikuti prinsip dasar yang sama, masing-masing sistem dirancang khusus agar sesuai dengan jenis pekerjaan dan tingkat pelepasan kontaminan di tempat kerja tersebut.

WHO berkontribusi dalam hal penyusunan panduan sistem ventilasi dan pengaturan suhu udara yaitu bekerja sama dengan *World Meteorological Organization Joint Office for Climate and Health* dan *United States National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) melalui *Global Heat Health Information Network* untuk mengembangkan dan memperbarui panduan tersebut.

Ventilasi merupakan suatu sistem yang integral dalam pengendalian bahaya Keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Pengecekan sistem ventilasi ini dapat kita lakukan melalui rangkaian aktivitas rekognisi, pengukuran, pengendalian dan control dengan desain engineering. Pada prinsipnya sistem

ventilasi dibagi menjadi dua yaitu sistem suplai udara yang bertujuan untuk mensuplai udara segar untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman serta mengganti udara bekas. Yang kedua adalah sistem exhaust untuk menangkap dan memindahkan emisi agar tidak mencemari lingkungan kerja.

Sistem ventilasi yang baik adalah sistem yang dapat mengendalikan bahaya kesehatan yang ada di tempat kerja seperti pertikel debu, gas, bakteri, mikroorganisme kelembaban, bau, dll. Selain itu sistem ini juga dapat mengendalikan Panas. dan dapat juga digunakan sebagai pengendali kebakaran atau ledakan. Pengecekan terhadap sistem ventilasi penting sekali untuk dilakukan, bilamana kondisi tempat kerja yang jarang bahkan sampai 3 bulan tidak terpakai. Jika sistem ventilasi buruk, tidak hanya akan mengganggu aktivitas pekerja saat bekerja namun risiko juga dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan lainnya di masa depan.

12.2 Ventilasi

Berikut adalah langkah-langkah yang perlu dipertimbangkan yang dapat meningkatkan ventilasi dalam ruangan. Langkah-langkah ini harus dipertimbangkan melalui konsultasi dengan tim ahli sistem pemanas, ventilasi, dan pendingin udara (HVAC), yaitu :

- a. Pertimbangkan untuk menggunakan ventilasi alami, buka jendela jika memungkinkan dan aman
- b. Untuk ventilasi mekanis, tingkatkan persentase udara luar menggunakan mode ekonomis dalam mengoperasikan HVAC hingga 100%. Sebelum meningkatkan persentase udara luar, pastikan kesesuaian kemampuan sistem HVAC dengan pengaturan suhu dan kelembapan serta dengan pertimbangan kualitas udara luar/dalam ruangan.
- c. Tingkatkan pasokan aliran udara total ke ruangan-ruangan yang ditempati, jika memungkinkan.

- d. Nonaktifkan pengaturan ventilasi yang dapat mengurangi pasokan udara berdasarkan suhu atau jumlah orang di dalam ruangan.
- e. Tingkatkan filtrasi udara sentral:
- f. Tingkatkan filtrasi udara setinggi mungkin tanpa banyak mengurangi aliran udara yang sudah dirancang.
- g. Periksa unit dan rak filtrasi untuk memastikan filter pas dan periksa cara untuk meminimalisasi kebocoran filter.
- h. Pertimbangkan untuk menjalankan sistem HVAC pada aliran udara luar maksimum selama 2 jam sebelum dan sesudah ruangan ditempati, sesuai dengan rekomendasi pabrik.
- i. Gerakkan udara dari area bersih ke area kurang bersih dengan cara mengevaluasi kembali posisi sumber aliran udara dan persebaran pembuangan udara dan/atau peredam dan menyesuaikan pasokan area dan laju aliran pembuangan untuk menciptakan perbedaan tekanan yang dapat diukur. Tempatkan staf di area ventilasi "bersih" yang tidak berhubungan dengan area berisiko tinggi seperti penerimaan pengunjung atau fasilitas olahraga (jika buka).
- j. Pastikan kipas angin penyedot untuk pembuangan udara di fasilitas toilet berfungsi dan beroperasi dengan kapasitas penuh saat gedung ditempati.
- k. Penggunaan AC yang mekanismenya tidak menggunakan/memasukkan udara luar (*AC split wall, AC floor standing*) harus diupayakan terjadi pertukaran dengan udara luar untuk mengurangi sirkulasi ulang udara di dalam ruangan, misalnya dengan membuka jendela.

Ventilasi adalah proses pertukaran udara dengan cara mengatur agar terjadi pemasukan udara segar ke dalam ruangan

dan pembuangan udara yang pengap. Hal ini dilakukan untuk menjaga kualitas udara di ruang tersebut.

Ventilasi adalah proses penyediaan udara segar ke dalam dan pengeluaran udara kotor dari suatu ruangan tertutup secara alamiah maupun mekanis. Tersedianya udara segar dalam rumah atau ruangan amat dibutuhkan manusia, sehingga apabila suatu ruangan tidak mempunyai sistem ventilasi yang baik dan *over crowded* maka akan menimbulkan keadaan yang dapat merugikan kesehatan

Di semua tempat kerja, sekolah, dan akomodasi wisatawan harus tersedia udara yang bersih dan segar. WHO merekomendasikan peningkatan ventilation rate (laju ventilasi) melalui cara alami atau mekanis, yang sebaiknya bukan udara yang disirkulasi ulang. Jika terjadi sirkulasi ulang udara, filter harus dibersihkan secara teratur, terutama untuk pekerjaan yang menempatkan seseorang pada risiko paparan yang sedang atau tinggi.

Fungsi ventilasi dan jendela antara lain : Sebagai lubang masuk dan keluar angin sekaligus sebagai lubang pertukaran udara atau lubang ventilasi yang tidak tetap (sering berupa jendela atau pintu); Sebagai lubang masuknya cahaya dari luar (sinar matahari).

12.3 Persyaratan teknis ventilasi dan jendela sebagai berikut :

1. Luas lubang ventilasi tetap, minimum 5% dari luas lantai ruangan dan luas lubang ventilasi insidentil (dapat dibuka dan ditutup) minimum 5% luas lantai, dengan tinggi lubang ventilasi minimal 80 cm dari langit-langit.
2. Tinggi jendela yang dapat dibuka dan ditutup minimal 80 cm dari lantai dan jarak dari langit-langit sampai jendela minimal 30 cm.

3. Udara yang masuk harus udara yang bersih, tidak dicemari oleh asap pembakaran sampah, knalpot kendaraan, debu dan lain-lain.
4. Aliran udara diusahakan cross ventilation dengan menempatkan lubang hawa berhadapan antara dua dinding ruangan. Aliran udara ini diusahakan tidak terhalang oleh barang-barang seperti almari, dinding, sekat-sekat, dan lain-lain.
5. Kelembaban udara dijaga antara 40% s/d 70%.

Prinsip utama dari ventilasi adalah menggerakkan udara kotor dalam rumah atau di tempat kerja, kemudian menggantikannya dengan udara bersih. Sistem ventilasi menjadi fasilitas penting dalam upaya penyehatan udara pada suatu lingkungan kerja. Menurut ILO (1991), ventilasi digunakan untuk memberikan kondisi dingin atau panas serta kelembaban di tempat Kerja. Fungsi lain adalah untuk mengurangi konsentrasi debu dan gas-gas yang dapat menyebabkan keracunan, kebakaran dan peledakan.

12.4 Secara umum kita mengenal beberapa bentuk ventilasi :

- a. **Ventilasi alami (*Natural Ventilation*):** Merupakan suatu bentuk pertukaran udara secara alamiah tanpa bantuan alat-alat mekanik seperti kipas. Ventilasi alami masih dapat dimungkinkan membersihkan udara selama pada saat ventilasi terbuka terjadi pergantian dengan udara yang segar dan bercampur dengan udara yang kotor yang ada dalam ruangan.

Standar luas ventilasi alami (Suma'mur, 1987) lebih dari 20 % luas lantai tempat kerja. Penggunaan ventilasi alami tidak efektif jika digunakan dengan tujuan untuk mengurangi emisi gas, debu dan vapours ditempat kerja. Hal ini disebabkan tingkat kesulitan yang tinggi pada ventilasi alami terkait

penentuan parameter yang harus kita ketahui menyangkut kecepatan angin, tekanan angin dari luar, arah angin, radiasi panas dan berapa besar pengaruh lubang-lubang yang ada pada dinding dan atap, Ventilasi alami biasanya digunakan dengan tujuan untuk memberikan kesegaran dan kenyamanan pada tempat Kerja yang tidak memiliki sumber bahaya yang tinggi.

b. Ventilasi Umum (General Ventilation):

General ventilation atau ventilasi umum biasanya digunakan pada tempat kerja dengan emisi gas yang sedang dan derajat panas yang tidak begitu tinggi. Jenis ventilasi ini biasanya dilengkapi dengan alat mekanik berupa kipas penghisap. Sistem kerja yang dibangun udara luar tempat kerja di hisap dan di hembuskan oleh kipas kedalam ruangan bercampur dengan bahan pencemar sehingga terjadi pengenceran. Kemudian udara kotor yang telah diencerkan tersebut dihisap dan di buang keluar.

c. Ventilasi pengeluaran setempat (Local Exhaust Ventilation):

Jenis ventilasi ini dipakai dengan pertimbangan teknis, bahwa bahan pencemar berupa gas, debu dan vapours yang ada pada tempat kerja dalam konsentrasi tinggi tidak dapat dibuang atau diencerkan hanya dengan menggunakan ventilasi umum apalagi ventilasi alami, namun harus dengan ventilasi pengeluaran setempat yang diletakan tepat pada sumber pencemar. Bahan pencemar yang keluar dari proses kerja akan langsung di hisap oleh ventilasi, sebelum sampai pada tenaga kerja.

d. Comfort Ventilation ventilasi kenyamanan, Contoh ventilasi ini dengan digunakannya *Air Conditioner* (AC) pada suatu ruangan. Jenis ventilasi ini berfungsi menciptakan kondisi tempat kerja agar menjadi nyaman,

hangat bagi tempat kerja yang dingin, atau menjadi sejuk pada tempat kerja yang panas.

12.5 Untuk memperoleh ventilasi yang baik dapat dilaksanakan dengan cara :

- a. Ventilasi alamiah, merupakan ventilasi yang terjadi secara alamiah, dimana udara masuk kedalam ruangan melalui jendela, pintu, atau lubang angin yang sengaja dibuat.
- b. Ventilasi Mekanik, merupakan ventilasi buatan dengan menggunakan:
 1. AC (*Air Conditioner*), yang berfungsi untuk menyedot udara dalam ruang kemudian disaring dan dialirkan kembali dalam ruangan;
 2. Fan (*Baling-baling*) yang menghasilkan udara yang *dialirkan ke depan*;
 3. *Exhauser*, merupakan baling-baling penyedot udara dari dalam dan luar ruangan untuk proses pergantian udara yang sudah dipakai..

Faktor-faktor bahaya dan dampak bagi pekerja di tempat kerja :

a. Sumber daya

Faktor yang harus diperhatikan dalam membangun sistem, selain bentuk juga yang sangat diperhatikan adalah kekuatan aliran dan tata letak ventilasi. Letak ventilasi sesuai dengan *principle of dilution ventilation* terutama untuk tempat kerja dengan resiko paparan bahan-bahan kimia. Berdasarkan standar *industrial ventilation, a manual of recommended practice* (acgih, 1984) kecepatan aliran udara secara umum untuk tempat dimaksud lebih dari 75 fpm.

• Dampak terhadap pekerja

Dalam tahap ini produksi mempunyai tanggung jawab untuk mengawasi terjadi pencemaran. Dengan

bantuan ahli toksikologi yang bertugas mengawasi sumber dan dampak dari pencemaran udara dalam ruang pabrik.

12.6 Tujuan penggunaan ventilasi

- a. Menyediakan pasokan udara segar di luar secara kontinu.
- b. Mempertahankan suhu dan kelembaban di tingkat yang nyaman.
- c. Mengurangi potensi bahaya kebakaran atau ledakan.
- d. Mencairkan konsentrasi kontaminan dalam udara di lingkungan tempat kerja
- e. Mengontrol kontaminan meliputi:
 - f. Menghilangkan penggunaan bahan kimia berbahaya atau material,
 - g. Pengganti dengan bahan kimia yang kurang beracun, atau perubahan proses
 - h. Menghilangkan gas-gas yang tidak menyenangkan yang ditimbulkan oleh keringat dan sebagainya dan gas-gas pembakaran (CO_2) yang ditimbulkan oleh pernafasan dan proses-proses pembakaran.
 - i. Menghilangkan uap air yang timbul sewaktu memasak, mandi dan sebagainya.
 - j. Menghilangkan kalor yang berlebihan.
 - k. Membantu mendapatkan kenyamanan termal.

12.7 Cara untuk mengendalikan kontaminan meliputi:

- a. Menghilangkan penggunaan bahan kimia atau bahan berbahaya,
- b. Menggantikan dengan bahan kimia yang kurang beracun,
- c. Perubahan proses, atau
- d. Perubahan praktik kerja.

12.8 Sistem ventilasi industri terdiri dari banyak bagian yaitu :

- a. Area asupan udara (*air intake*) seperti tudung (*hood*) atau penutup (*enclosure*),
- b. Saluran (*ducts*) untuk memindahkan udara dari satu area ke area lain,
- c. Perangkat pembersih udara (*air cleaning device*), dan
- d. Kipas (*fan*) untuk membawa udara luar dan mengeluarkan udara yang terkontaminasi dalam ruangan (*fan*) untuk membawa udara luar dan mengeluarkan udara yang terkontaminasi dalam ruangan.

12.9 Sistem Ventilasi Umum atau Pengenceran

Salah satu jenis sistem ventilasi mekanis yang digunakan dalam pengaturan industri adalah jenis ventilasi umum (*general ventilation*) atau disebut *dilution ventilation* (ventilasi pengenceran). Sistem ventilasi jenis ini gunanya untuk mengurangi konsentrasi kontaminan dengan cara mencampurkan udara yang terkontaminasi dengan udara bersih dan tidak tercemar.

12.10 Fitur Utama dari Ventilasi Umum

'Pengenceran' atau 'umum', ventilasi memasok dan mengalirkan sejumlah besar udara ke dan dari suatu daerah atau bangunan. Biasanya melibatkan kipas (*exhaust fan*) besar yang ditempatkan di dinding atau atap ruangan atau bangunan.

Ventilasi pengenceran mengendalikan polutan yang dihasilkan di lokasi kerja dengan memberikan ventilasi di seluruh tempat kerja. Penggunaan ventilasi umum mendistribusikan polutan, pada tingkat tertentu, di seluruh lokasi kerja dan karenanya dapat memengaruhi orang yang jauh dari sumber kontaminasi.

Ventilasi pengenceran dapat dibuat lebih efektif jika kipas buang terletak dekat dengan pekerja yang terpapar dan udara makeup terletak di belakang pekerja sehingga udara yang terkontaminasi diambil dari zona pernapasan pekerja. Pada saat digunakan untuk mengendalikan polutan kimia, pengenceran harus dibatasi hanya pada situasi di mana:

- a. jumlah polutan yang dihasilkan tidak terlalu tinggi,
- b. toksisitasnya relatif sedang, dan
- c. pekerja tidak melakukan tugasnya di sekitar sumber kontaminasi.

Oleh karena itu tidak lazim untuk merekomendasikan penggunaan ventilasi umum untuk mengendalikan zat kimia kecuali dalam kasus pelarut yang memiliki konsentrasi yang dapat diterima lebih dari 100 bagian pe/juta.

12.11 Perbandingan Sistem Ventilasi

Sistem ventilasi pengenceran udara		Sistem ventilasi lokal	
Keuntungan	Kekurangan	Keuntungan	kekurangan
Biasanya biaya peralatan dan instalasi lebih rendah	Tdk sepenuhnya menghilangkan udara berkontaminan	Dapat menghilangkan kontaminant pada sumber dan memindahkannya	Siaya lebih tinggi untuk desain instalasi dan peralatan
Tidak membutuhkan perawatan yang spesiik /rutin			
Tidak membutuhkan perawatan yang spesiik /rutin	Tidak bisa digunakan untuk bahan kimia yang sangat beracun	Dapat menangani segala macam kontaminan termasuk debu dan asap logam	Memerlukan pembersihan inspeksi dan pemeliharaan secara reguler

Sistem ventilasi pengenceran udara		Sistem ventilasi lokal	
Keuntungan	Kekurangan	Keuntungan	kekurangan
efekti untuk mengontrol jumlah kciil bahan kimia toksisitas rendah.	Tidak efektif untuk debu atau uap logam atau sejumlah besar gas atau uap	Dapat menangani segala macam kontaminan termasuk debu dan asap logam.	
Efektif mengontrol gas dan uap yg mudah terbakar	Mebutuhkan sejumlah besar makeup udara panas atau dingin	Mebutuhkan upaya yg lebih kecil untuk makeup udara	
untuk sumber kontaminan yang tersebar atau mobile	Tidak efekti untuk menangani gas atau uap atau emisi tidak teratur	rendahnya biaya energi karena kurannya makeup udara panas atau dingin	

12.12 AIOH (2007) memiliki pendekatan dan rekomendasinya untuk penggunaan sistem ventilasi umum yang efektif digunakan adalah ketika:

- Kontaminan udara memiliki toksisitas rendah.
- Ada banyak sumber.
- Emisinya kontinu.
- Konsentrasinya mendekati atau lebih rendah dari batas paparan kerja.
- Volume udara yang dibutuhkan dapat dikelola.
- Kontaminan dapat diencerkan sebelum dihirup.
- Kenyamanan (bau) adalah masalah (tanpa adanya kontaminan lain)

- h. Tumpahan telah terjadi dan penayangan ruang kerja yang luas diperlukan

12.13 Keterbatasan Sistem Ventilasi Umum.

Sementara ventilasi umum secara rutin dipraktikkan sebagai alat kontrol kontaminan, ada sejumlah batasan yang harus dipertimbangkan ketika memilih sistem ventilasi untuk tempat kerja. Ini termasuk:

- a. Membuang volume udara yang sama dengan kapasitas area tempat kerja tidak memastikan bahwa semua udara di area tersebut telah diubah satu kali, karena udara di tengah jalur antara saluran masuk dan saluran pembuangan bergerak dengan baik dan diubah lebih dari satu kali , sedangkan udara di sudut dan ke samping mungkin relatif stagnan. Sumber kontaminan berbahaya mungkin jauh dari jalur aliran udara langsung dan optimal melalui fasilitas dan dengan demikian tingkat kontaminan dapat tetap tinggi.
- b. Udara yang membawa zat berbahaya dapat dipindahkan ke arah pekerja atau melewati beberapa stasiun kerja lain dalam perjalanan untuk kelelahan,meningkatkan paparan umum terhadap kontaminan.
- c. Proses yang melepaskan bahan dalam jumlah yang lebih besar untuk waktu yang singkat, dan sangat sedikit di antara waktu-waktu tersebut menuntut pergerakan udara tingkat tinggi selama waktu rilis yang singkat.
- d. Sayangnya, waktu kontaminan dilepaskan biasanya bertepatan dengan seorang pekerja berada di lokasi dan sistem pembuangan umum tidak dapat beradaptasi dengan situasi konsentrasi tinggi seperti itu.
- e. Pengurangan musim pada tingkat ventilasi dapat mengurangi aliran udara di area berbahaya di bawah tingkat yang diinginkan.

- f. Kehilangan efisiensi dapat terjadi karena sistem menua atau antara waktu pemeliharaan rutin karena saluran atau filter tersumbat oleh debu atau sabuk kipas tergelincir.
- g. Perhitungan aliran udara mengasumsikan udara yang masuk bersih, udara berkualitas tinggi dan karenanya tidak berkontribusi terhadap kontaminasi udara ruangan.

12.14 Ventilasi dan Tingkat Perubahan Udara

Ventilasi pengenceran melibatkan pengurangan kontaminan yang dihasilkan dalam ruang melalui pengenalan udara luar yang bersih. Biasanya, udara disuplai dan dihilangkan dari ruang angkasa. Terkadang, ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan pasokan dan knalpot yang secara positif atau negatif memberi tekanan pada ruang. Tekanan negatif menghasilkan pencegahan udara yang terkontaminasi keluar dari proses, sementara tekanan positif melindungi produk dari kontaminan di luar proses. Terlepas dari manfaatnya, ventilasi pengenceran sering dianggap tidak efisien. Misalnya, jika kontaminan udara memiliki batas paparan rendah (atau toksisitas tinggi) banyak udara diperlukan untuk mengurangi kontaminan.

Secara historis diperkenalkannya jumlah besar 'pasokan bersih' udara telah digunakan untuk melarutkan kontaminan yang ada sementara juga membuang udara untuk menghilangkan kontaminan dari luar angkasa. Standar dan pedoman desain telah menetapkan tingkat ventilasi atau perubahan udara sebagai volume udara yang dibutuhkan untuk ventilasi yang baik berdasarkan ukuran dan penggunaan ruang. Jenis kontrol ini sering digambarkan sebagai jumlah minimum perubahan udara per/jam (air changes per hour/ ACH). ACH minimum yang ditentukan adalah tingkat ventilasi desain yang harus dipenuhi, dan sering menjadi fokus kegiatan desain dan kepatuhan. Dalam praktiknya, wilayah udara yang stagnan, karena desain yang buruk, berdampak buruk pada kinerja sistem.

Penentuan ACH yang tepat untuk tangki yang mengandung bahan bakar, minyak mentah, slops, limbah atau bahan kimia curah pada kapal seringkali sulit karena dari sifat produk dan tingkat penguapan atau off-gas yang bervariasi. Ukuran, jumlah manway, palka, tata letak dan struktur, serta residu produk yang tersisa, skala atau lumpur yang tersisa di setiap tangki berkontribusi secara signifikan untuk kesulitan ini. Bahkan dengan pencampuran yang sangat baik, ventilasi pengenceran terbatas. Ini karena untuk mencapai efisiensi penghilangan yang sangat tinggi, sejumlah besar ACH diperlukan. Selain itu, dengan meningkatnya efisiensi penghapusan yang diinginkan, penambahan kecil tambahan dalam efisiensi membutuhkan peningkatan yang lebih besar dalam tingkat ventilasi.

Pada kenyataannya, sebagian besar ruang dan sistem ventilasi tidak memiliki pencampuran yang sempurna. Untuk mengimbangnya, waktu yang diperlukan yang diidentifikasi dalam tabel dikalikan dengan faktor pencampuran mulai dari satu (ideal) hingga sepuluh (buruk). Sebagai patokan, faktor pencampuran tiga dapat diasumsikan untuk ruang khas dengan 12 ACH dan gerakan "udara baik".

Misalnya, untuk ruangan dengan 12 ACH yang dirancang dengan gerakan udara yang baik ($K = 3$), dibutuhkan waktu 36 (3×12) menit untuk menghilangkan 90% kontaminan dan lebih dari satu jam untuk menghilangkan 99%.

Empat faktor harus dipertimbangkan ketika menggunakan ventilasi pengenceran untuk melindungi kesehatan pekerja:

- a. Jumlah kontaminan yang dikeluarkan harus relatif rendah dan beragam;
- b. Pekerja harus berada jauh dari sumber kontaminan;
- c. Toksisitas kontaminan harus rendah; dan
- d. Tidak perlu mengumpulkan kontaminan udara.

Sayangnya, kontaminan dalam industri maritim seringkali sangat beracun, tidak seragam, dan tidak homogen, dan banyak yang tidak terdeteksi atau sulit dideteksi atau diukur.

Di dalam lingkup Industri, ventilasi memegang peranan penting dengan fungsi engineering control / teknik kontrol untuk membuang kontaminan yang ada pada suatu ruangan. Nah apa saja sih jenis dari ventilasi industri itu? Ventilasi Industri dibagi menjadi 2, yaitu Ventilasi Dilusi dan Ventilasi Lokal.

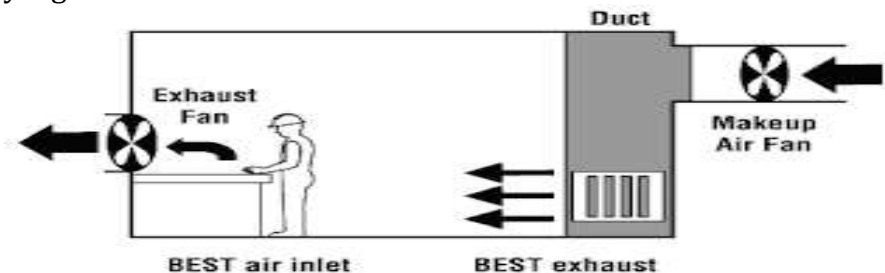
12.15 Ventilasi Dilusi

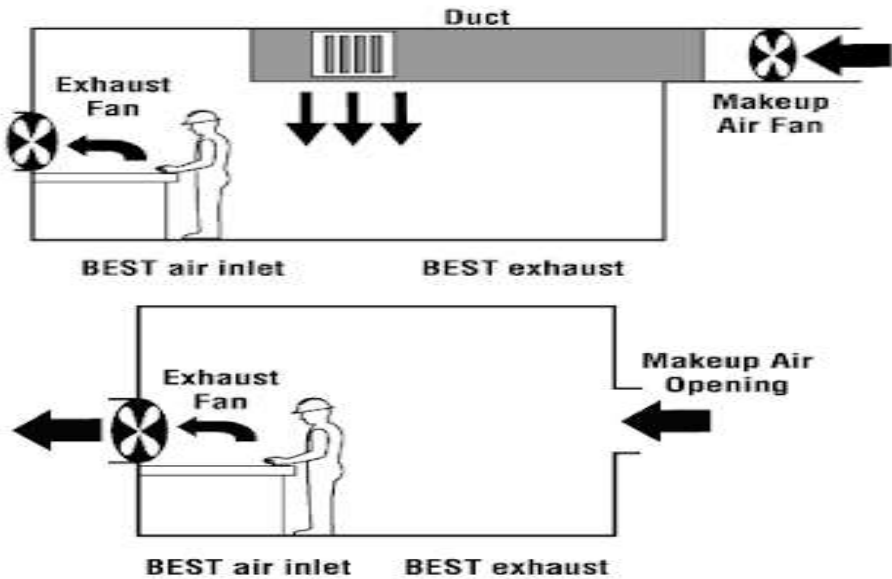
Ventilasi dilusi biasanya dengan cara mengencerkan udara yang terkontaminasi atau mengandung gas yang mudah terbakar dengan meniupkan udara yang segar ke tempat kerja dan mengeluarkan kontaminan dari dalam ruang kerja sehingga udara di dalam ruangan kerja menjadi bersih, segar dan sehat.

Adapun persyaratan bagi ruangan yang akan menggunakan sistem ventilasi dilusi :

- a. Kuantitas kontaminan harus kecil
- b. Daya racun kontaminan rendah

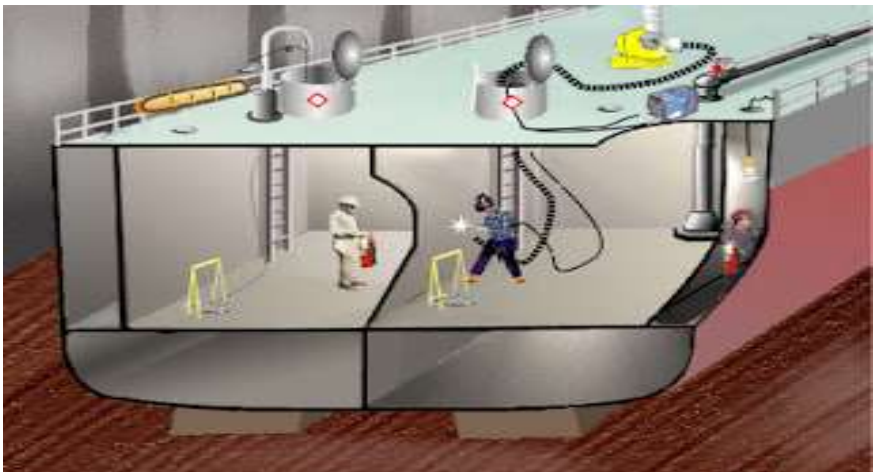
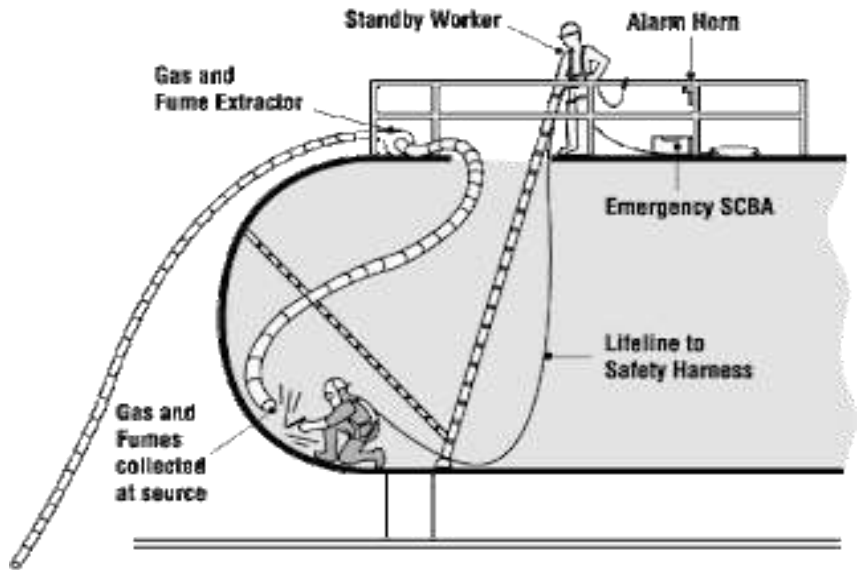
ACGIH (*American Conference of Governmental of Industrial Hygienist*) merekomendasikan contoh penerapan ventilasi dilusi yang baik dan benar.





12.16 Ventilasi Lokal

Ventilasi lokal adalah bertujuan untuk mengeluarkan kontaminan langsung dari sumbernya tanpa memberikan kesempatan kontaminan untuk berada di area pernapasan (*breathing zone*). Biasanya penggunaan ventilasi lokal adalah pada saat *welding*, *cutting* dan lain-lain yang memiliki debu dan uap logam yang berpotensi mengganggu kesehatan dari pekerja.



Proses diatas akan menghasilkan debu dan atau uap logam, bila tidak ada sistem ventilasi maka debu atau uap logam akan terakumulasi di dalam ruangan dan pekerja akan menghirupnya. Maka dari itu diperlukan ventilasi lokal yang akan mengeluarkan

dengan cara menyedot dan membuang keluar debu atau uap logam tersebut

12.17 Exhaust Ventilation/Ventilasi Pengeluaran Setempat

Local exhaust Ventilation (LEV) merupakan alat kontrol *engineering* (kerekayasaan) yang utama dan harus tersedia untuk mengurangi konsentrasi dari gas, debu, uap dan kotoran udara.

Salah satu jenis ventilasi adalah *Local Exhaust Ventilation* (LEV). *Local Exhaust Ventilation* merupakan sistem yang menggunakan ventilasi khusus untuk mencegah atau mengurangi tingginya tingkat zat-zat berbahaya di lingkungan tempat kerja. Secara ideal, sistem LEV seharusnya terdiri dari 4 bagian: *hood, duct work, air cleaning device, dan fan*.

Faktor yang mempengaruhi rancangannya berdasarkan pada bentuk, kecepatan serta arah di mana partikel kontaminan yang besar dan berat dilepaskan maka :

- a. *Hood* harus diletakkan pada posisi tepat di atasnya.
- b. *Duct work* menyediakan jalan untuk membawa kontaminan ke bagian pembersih udara. Kecepatan dari udara pada saluran ini harus cukup tinggi untuk mencegah partikel-partikel besar dari pengendapan di dalam duct. Makin besar partikel, maka makin tinggi kecepatannya.
- c. *Air cleaning Air cleaning device* memisahkan kontaminan dari aliran udara sebelum melanjutkan ke fan dan dilepaskan ke atmosfer atau di daur ulang ke area kerja. Terdapat dua bagian, yaitu: *air filters* dan *dust collectors*. *Air filters* dirancang untuk memisahkan konsentrasi partikel yang berukuran kecil dari udara. *Dust collectors* dirancang untuk memisahkan konsentrasi partikel yang berukuran lebih besar, yang biasanya terdapat di udara pada proses industri.

- d. *Fan* merupakan alat yang berfungsi untuk menyalurkan udara ke semua bagian alat LEV. Fan harus memiliki tekanan yang cukup untuk memindahkan volume udara melalui hood, ducts, dan alat pengumpul pada kecepatan yang tepat. Setiap bagian dari elemen LEV harus dirancang secara khusus untuk berbagai tipe kontaminan yang dipisahkan. Selain itu setiap elemen juga harus dilakukan perawatan pada kondisi optimum melalui inspeksi dan perawatan regular.

12.18 Karakteritik Kontaminan

Kontaminan bersifat toksik atau korosif (seperti asap timah, kabut asam, uap pelarut). Konsentrasi kontaminan tinggi. Lokasi pekerja di sekitar emisi. Emisi kontaminan setiap waktu atau kecepatan emisi berubah-ubah dalam selang waktu tertentu. Durasi pekerja terekspos kontaminan Selain itu setiap elemen juga harus dilakukan perawatan pada kondisi optimum melalui inspeksi dan perawatan regular.

Agar LEV dapat bekerja dengan baik, maka :

- a. Tidak boleh menghalangi atau merintangi masukan udara atau sumber udara pengganti.
- b. Operasi dijalankan di sekitar fume hood atau area masukan udara.
- c. Jangan memosisikan diri di antara sumber kontaminan dan masukan udara, karena dapat menjadikan diri terpapar kontaminan konsentrasi tinggi, pastikan sistem ventilasi bekerja dengan baik dan tidak rusak.
- d. Pastikan sistem ventilasi sesuai dengan material yang digunakan, sebagai contoh, fume hoods tertentu harus digunakan untuk perchloric acid untuk mencegah terbentuknya ledakan berbahaya di duct work

12.19 LEV dibutuhkan saat:

- a. Kontaminan bersifat toksik atau korosif (seperti asap timah, kabut asam, uap pelarut).
- b. Konsentrasi kontaminan tinggi.
- c. Lokasi pekerja di sekitar emisi.
- d. Emisi kontaminan setiap waktu atau kecepatan emisi berubah-ubah terhadap waktu.
- e. Durasi pekerja terekspos kontaminan panjang.
- f. Kontaminan harus disaring keluar sebelum dilepaskan ke udara.
- g. Proses mengeluarkan panas.
- h. Perundang-undangan mengharuskan adanya ventilasi pembuangan gas.

12.20 Sistem LEV sangat efektif, karena:

- a. Meminimasi pekerja yang terpengaruh kontaminan.
- b. Volume alat pembuangan gas lebih sedikit dari ventilasi biasa.
- c. Kontaminan dapat dikumpulkan untuk pembuangan atau recovery.
- d. Peralatan di lingkungan kerja terlindungi dari panas dan zat-zat kimia yang korosif.

12.21 Ventilasi dilingkungan pabrik dan gedung

Beberapa alternatif yang biasa diaplikasikan di pabrik dan gedung adalah :

- a. Sistem ventilasi cooling pad
Metode pendinginan dilakukan dengan pemasangan sistem karton basah, melalui pendinginan menggunakan hasil penguapan. Gsi wind chill efek dan ventilasi tekanan negatif untuk memudahkan membersihkan gedung dari bau dan udara yang stagnan serta menjagasu suhu gedung agar konsisten.

b. Sistem ventilasi dingin

Teori pertukaran udara dan distribusi udara membuang udara yang bau dan stagnan keluar gedung dan pekerja.

Pemasangan ventilasi yang baik akan menghasilkan jumlah dan kualitas udara yang segar keseluruh ruangan yang dapat berfungsi mengurangi yang dapat membebaskan udara dari bau maupun beracun, oleh karena itu pengaturan ventilasi udara dalam ruangan hendaknya di rencanakan dengan sebaik-baiknya agar sirkulasi udara dappat berjalan dengan lancar, sehingga kondisi udara dalam ruangan tidak menjadi lembab, yang kemudian hal tersebut akan mengganggu tingkat kenyamanan, kesehatan dan produktifitas pekerja atau seseorang yang berada di dalam ruangan.

Aspek-aspek tersebut perlu diperhatikan agar didapatkan sistem ventilasi yang terbaik, sehingga akan diperoleh suatu rancang bangun sistem ventilassi yang efektif dalam peningkatan kenyamanan dan penjagaan kesehatan bagi penghuni ruangan.

DAFTAR PESTAKA

- Industrial Ventilation, A Manual Of Recommended Praticce (ACGIH).
1984. Industrial Ventilation, Edwards Brothers. Michigan
USA
- Suma'mur, P.K. 1987. Hygiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja.
OH Learning. Control of Hazardous Substance: Student Manual.
2009
<http://ohlearning.com> diakses 19-Maret-2020
- Kementerian Ketenagakerjaan RI. Modul Pembinaan Ahli K3 Muda
Lingkungan Kerja. 2019
- EHS Database. Industrial Ventilation. <http://www.ehsdb.com>
diakses 18-
Maret-202
- ILO. Encyclopaedia of Occupational Health & Safety: Aims and
Principles
of General and Dilution Ventilation. 2011
<http://www.iloencyclopaedia.org>
diakses 19-Maret-2020
- US Department of Labor, OSHA. Ventilation Investigation.
<http://osha.gov>
diakses 19-Maret-2020

BAB 13

PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT DI TEMPAT KERJA

Oleh Dedi mahyudin Syam

13.1 Pendahuluan

Pada prinsipnya melaksanakan kegiatan pengawasan vektor penyakit seperti lalat, kecoa, dan nyamuk baik di pemukiman masyarakat maupun di industri adalah sama, yang berbeda adalah dari segi tempat. Pengawasan vektor di industri dapat dilakukan baik secara fisik, kimia, biologis dan perbaikan sanitasi lingkungan di industri. Upaya untuk pengawasan vektor penyakit di industri dengan tujuan untuk membasmi vektor sampai tuntas, namun hal tersebut tidak mungkin dan yang dapat dilakukan adalah usaha mengurangi dan menurunkan populasi kesatu tingkat yang tidak membahayakan kehidupan manusia. Selain itu, hendaknya dalam pengawasan dapat diusahakan agar segala kegiatan dalam rangka menurunkan populasi vektor dapat mencapai hasil yang baik. Untuk itu perlu diterapkan teknologi yang sesuai, bahkan teknologi sederhana pun, yang penting didasarkan prinsip dan konsep yang benar (Soehatman Ramli, 2010).

Keberadaan vektor dan tikus di lingkungan manusia dimulai saat manusia pertama kali menciptakan habitat. Bangunan yang dihuni manusia juga menyediakan ruang bagi berbagai vektor dan tikus untuk bersembunyi, mencari makan, dan berkembang biak. Di bawah kondisi lingkungan yang relatif tidak ekstrem, tanpa musuh alami dan dengan kebutuhan nutrisi yang wajar, populasi vektor dan tikus dapat terus tumbuh dengan cara yang

menimbulkan masalah kesehatan manusia. Sebelum membahas lebih jauh tentang metode-metode pengendalian vektor dan binatang pengganggu, terlebih dahulu perlu dipahami prinsip-prinsip dasar atau konsep dasar dalam pengendalian vektor dan binatang pengganggu. Konsep dasar dalam pengendalian vektor dan binatang pengganggu yang harus kita jadikan pegangan, adalah :

1. Untuk mengendalikan vektor dan hama, metode pengendalian yang berbeda harus digunakan untuk menjaga agar vektor dan hama di bawah tingkat berbahaya dan/atau berbahaya.
2. Pengendalian agen penyebar dan hama tidak menyebabkan kerusakan ekologi atau gangguan habitat.
3. Pengendalian vektor dan hewan berbahaya dapat mencegah perkembangbiakan vektor dan hewan berbahaya.

Karena prinsip dasar pengendalian vektor dan hama, kita memerlukan keterampilan unik untuk mengendalikan vektor dan hama dengan cara yang tepat, aman dan terkendali. Selain itu, kita harus memiliki pengetahuan yang baik tentang metode pengendalian vektor dan hama (*PerMenKes R.I No.50 Tahun 2017 Tentang Standart Baku Mutu Kesehatan lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Untuk Vektor Dan Binatang Pembawa Penyakit Serta Pengendaliannya*, 2017).

13.1.1 Pengendalian Cara Kimiawi

Pengendalian kimia disebut juga pengendalian pestisida. Pestisida adalah zat kimia yang dapat membunuh vektor dan hewan berbahaya. Selain pengendalian vektor secara langsung, pengendalian secara kimiawi juga dapat diterapkan pada tanaman yang menunjang kehidupan vektor dan hama dengan herbisida. Penggunaan pestisida untuk mengendalikan vektor dan hewan berbahaya memang sangat efektif, namun dapat menimbulkan

masalah serius karena dapat merugikan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, insektisida harus digunakan dengan hati-hati dan prosedur yang direkomendasikan oleh Komisi Pengendalian Pestisida (Subiyakto Sudarmo, 1991).

13.1.2 Pengendalian Cara Fisika-Mekanik

Pengendalian dengan cara fisika-mekanik ini menitik beratkan pada penggunaan dan pemanfaatan faktor-faktor iklim, kelembaban, suhu dan caraa-cara mekanis.

Pengendalian dengan cara ini misalnya :

- 1) Membunuh vektor dan binatang pengganggu dengan Pemanfaatan kondisi panas atau dingin.
- 2) Menangkal nyamuk dengan menggunakan kelambu dan kasa nyamuk.
- 3) Pemasangan perangkat tikus.
- 4) Rekayasa konstruksi bangunan yang rat proofing dan fly proofing.
- 5) Menarik atau menolak vektor dan binatang pengganggu dengan Pemanfaatan cahaya.
- 6) Membunuh vektor dan binatang pengganggu dengan cara memukul, memijat atau menginjaknya.
- 7) Membunuh vektor dan binatang pengganggu dikawasan perumahan dengan. Pemanfaatan arus listrik.

13.1.3 Pengendalian Cara Fisiologi

Pengendalian fisiologi adalah suatu cara pengendalian vektor dan binatang pengganggu dengan memanipulasi bahan-bahan penarik atau penolak vektor dan binatang pengganggu. Disamping itu juga dipergunakan hormon dengan tujuan yang sama dalam pengendalian secara fisiologi ini.

13.1.4 Pengendalian Cara Biologi

Memanfaatkan tumbuh-tumbuhan atau hewan, parasit, predator, maupun kuman pathogen terhadap vektor dan binatang pengganggu yang menjadi sasaran merupakan Pengendalian vektor dan binatang pengganggu secara biologi.

13.1.5 Pengendalian Cara Pengelolaan Lingkungan

Dalam pengendalian dengan cara pengelolaan lingkungan dikenal dua cara yaitu :

- 1) Modifikasi lingkungan (*Environmental modivication*), sehingga vektor dan binatang pengganggu tidak mungkin hidup. Kegiatan ini antara lain dapat berupa penimbunan (*filling*) dan pengeringan (*draining*)
- 2) Manipulasi lingkungan (*Environment Manipulation*) sehingga tidak memungkinkan vektor dan binatang pengganggu berkembang dengan baik. Kegiatan ini misalnya dengan merubah kadar garam (*solinity*), pembersihan tanaman air atau lumut dan penanaman pohon bakau pada pantai tempat perindukan nyamuk sehingga tempat itu tidak dapat sinar matahari.

Kalau ditinjau dari usaha-usaha pengendaliannya, maka usaha-usaha pengendalian vektor dan binatang pengganggu, secara garis besar dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Usaha pencegahan (*Prevention*)
Upaya pencegahan ini bertujuan untuk menjaga populasi vektor dan binatang pengganggu tetap pada suatu tingkat tertentu yang tidak menyebabkan masalah.
- b. Penekanan (*Suppression*)
Upaya pengendalian vektor dan hama dengan maksud menekan populasinya atau menurunkannya sampai batas aman.

c. Pembasmian (*Eredication*)

Pengendalian vektor dan hama dengan tujuan untuk membasmi atau memusnahkan vektor dan hama yang menyerang suatu wilayah tertentu atau suatu wilayah secara keseluruhan. Namun, tujuan pengendalian ini sangat sulit dicapai. (Iskandar, Adang, H, 1985)

13.2 Pengendalian Vektor Nyamuk.

Mengendalikan vektor dengan cara : menurunkan populasi, mencegah gigitan, mencegah nyamuk menjadi infeksi (terbentuk sporozoit dalam kelenjar ludah), atau mengubah lingkungan sehingga tidak cocok untuk tempat berkembang biak atau tempat istirahat vektor, sehingga mampu menurunkan tingkat penularan malaria , hal tersebut diatas merupakan tujuan pengendalian vektor. Pengendalian vektor malaria dilakukan dengan strategi RESSAA sebagai berikut :

1. Rational : pelaksanaan pemberantasan vektor pada daerah memiliki kasus malaria yang tinggi, daerah berpotensi terjadi KLB atau lokasi tertentu yang menjadi prioritas.
2. Efektif : Perpaduan menggunakan dua atau lebih metoda dapat dilaksanakan apabila dgn cara tersebut mampu menurunkan penularan.
3. Efisien : Menggunakan dana operasional yang paling murah.
4. Sustainable : Bisa dilaksanakan secara berkesinambungan sampai mencapai tingkat penularan yang rendah.
5. Acceptable : Upaya pemberantasan vektor dapat diterima masyarakat agar masarakat setempat mendukung dan ikut berpartisipasi dalam upaya tersebut.
6. Affordable : mampu melaksanakan upaya pemberantasan vektor pada lokasi yang mudah terjangkau, alat transportasi lebih baik agar bahan dan alat serta keperluan logistik lainnya dapat dibawa ke lokasi tersebut.

Pengendalian vektor malaria dilakukan mulai dari survei geografis yang meliputi survei langsung penduduk dan survei tambahan untuk mengetahui kondisi kehidupan penduduk di daerah pengendalian malaria, pemetaan tempat perkembangbiakan dan penerapan/penerapan metode intervensi. Menyemprot rumah dengan insektisida, menggunakan kelambu, membunuh jentik, menyebarkan jentik nyamuk pemakan ikan, pengelolaan lingkungan, pelatihan staf.

Data yang dikumpulkan dari daerah tersebut adalah Letak objek (bangunan) dan aksesnya, kondisi jalan (kendaraan roda empat diperbolehkan atau tidak), pengukuran jarak dari objek (bangunan) ke objek lain, fitur topografi (dataran datar, medan pegunungan), area, sumber air seperti sungai, danau, rawa, sumur, gudang vektor). Padahal informasi yang perlu diketahui tentang rumah tersebut adalah: Letak dan nomor urut rumah, jumlah rumah, jenis rumah, bahan bangunan dinding, atap dan atap, rumah permanen, rumah sementara, rumah panggung, luas rumah yang disemprot, jumlah kandang dan ternak, masjid, , gereja, pos keamanan, Pondok dan bangunan yang digunakan untuk kegiatan malam hari.

Dengan mempelajari karakteristik, biologi dan perilaku nyamuk di alam yang kompleks, dapat disusun strategi pengendalian yang tentunya membutuhkan perhatian yang besar. Setiap individu dapat menerapkan tindakan perlindungannya masing-masing, seperti , penggunaan obat nyamuk bakar atau semprotan untuk membunuh atau mengusir nyamuk, namun yang terpenting sebenarnya adalah upaya yang menyebabkan hilangnya tempat berkembang biak atau tempat berkembang biak jentik nyamuk. Umumnya pengendalian nyamuk dapat dilakukan dengan dua cara yaitu non kimiawi dan kimiawi. (Sang Gede Purnama, 2017)

13.2.1 Pengendalian Non Kimiawi

Pada dasarnya metode ini adalah berbagai upaya untuk membuat keadaan lingkungan menjadi tidak sesuai lagi bagi perkembangan serangga khususnya nyamuk tanpa menggunakan bahan kimiawi. Penegelolaan longkungan menurut WHO (1983) adalah suatu perencanaan, pelaksanaan dan pengamatan kegiatan perubahan atau manipulasi faktor- faktor lingkungan atau interaksinya dengan manusia untuk mencegah atau membatasi perkembangan serangga vektor dan mengurangi kontak dengan manusia. kelebihan dari metode pengelolaan lingkungan adalah dampaknya paling aman terhadap lingkungan karrena tidak merusak keseimbangannya, bermanfaat dalam waktu yang panjang, dan tidak perlu dilakukan secara berulang-ulang sehingga biaya yang diperlukanpun menjadi lebih ekonomis. Berbagai upaya untuk mengurangi, menekan dan mengendalikan nyamuk melalui pengelolaan lingkungan adalah perubahan lingkungan, yaitu. setiap tindakan yang secara permanen mengubah lingkungan fisik sedemikian rupa sehingga tempat perkembangbiakan nyamuk hilang. Kegiatan tersebut meliputi penyimpanan, drainase, pembangunan gedung (kunci pintu air, tanggul dan sejenisnya) dan pemasangan sistem irigasi (irigasi). Operasi ini biasa dikenal dengan operasi anti nyamuk “3M” di Indonesia yaitu mengosongkan, menutup, mengubur berbagai tempat yang dapat menjadi sarang nyamuk.

Manipulasi lingkungan yaitu pembuatan habitat sementara yang tidak menguntungkan bagi nyamuk, seperti menghilangkan lumut dari laguna, mengubah salinitas dan juga sistem pengairan yang teratur dalam pertanian. Modifikasi atau manipulasi habitat dan perilaku manusia, yaitu Tindakan yang ditujukan untuk mencegah atau membatasi perkembangan vektor dan mengurangi kontak manusia. Pendekatan ini dilaksanakan dengan merelokasi warga dari sumber nyamuk pembawa penyakit (serangga) dengan pelindung diri, penghalang kontak dengan sumber vektor serangga,

penyediaan layanan pengelolaan air, pengelolaan air, limbah dan pembuangan sampah . Adapun perlindungan perseorangan dapat dilakukan dengan penggunaan kelambu pada saat tidur, tirai penolak serangga yang dipasang pada pintu-pintu masuk ruangan umum dan berbagai kegiatan serupa yang dapat mengurangi kontak manusia dengan nyamuk.

Pengendalian nyamuk secara non kimiawi juga dilakukan dengan musuh alami nyamuk atau pengendalian hayati. Pelaksanaan pengendalian hayati memerlukan pengetahuan dasar yang cukup tentang bioekologi, dinamika populasi nyamuk yang akan dikendalikan dan bioekologi musuh alami yang digunakan. Dalam prakteknya, cara ini lebih rumit dan hasilnya lebih lambat dibandingkan dengan menggunakan pestisida. Suatu pengendalian hayati baru dapat memberikan hasil yang optimal bila merupakan bagian dari suatu pengendalian terpadu(Sang Gede Purnama, 2017).

13.2.2 Pengendalian Kimiawi

Pengendalian secara kimiawi merupakan upaya pengendalian nyamuk dengan insektisida. Insektisida adalah senyawa kimia yang digunakan untuk mengendalikan populasi serangga yang berbahaya bagi manusia, ternak, tanaman, dll. Pengendalian secara kimiawi sangat efektif pada saat populasi nyamuk sangat tinggi atau pada kasus yang penyebarannya sangat memprihatinkan.

Menggunakan insektisida untuk menyemprotkan residu malaria/ IRS (Injeksi Residu Dalam Ruangan): Metode pemusnahan vektor dengan cara mengoleskan insektisida spesifik pada permukaan dinding yang disemprotkan secara merata dengan takaran (dosis) tertentu. Cara ini masih digunakan karena paling cepat dan paling berguna untuk memutus mata rantai penularan.

Target semprot adalah target lokal dan target lokasi gedung bangunan. Daerah sasaran adalah daerah desa dengan prevalensi malaria tinggi, desa dengan prevalensi malaria lebih dari 5.000 jiwa, bayi positif malaria, daerah kemungkinan epidemi, epidemi dalam 2 tahun terakhir, perubahan lingkungan yang memungkinkan tempat berkembang biak, daerah bencana, campuran penduduk dari daerah non endemik ke daerah endemik, pengendalian penyakit, daerah yang kasusnya meningkat, kematian akibat malaria. Bangunan sasaran adalah semua bangunan yang digunakan untuk tidur atau kegiatan malam lainnya (masjid, gardu jaga), halaman luas di sekitar bangunan tempat tinggal.

Penyemprotan rumah efektif ketika infeksi terjadi di dalam ruangan (di dalam gigitan, kejadian positif anak-anak), vektor menempel di dinding, penghuni menerima semprotan dan tidak berada di luar rumah pada malam hari, penyebaran rumah tidak mempersulit penyemprotan. Waktu penyuntikan harus berdasarkan data kasus malaria, yaitu: 2 bulan sebelum puncak kejadian dan data pendeteksian vektor, 1 bulan sebelum kepadatan vektor tertinggi.

Meskipun vektor DBD, pengasapan dengan insektisida untuk membasmi nyamuk *Aedes aegypti* dewasa sebagai vektor virus dengue penyebab DBD dilakukan dengan mesin asap yang dapat dipasang di pesawat, kapal atau kendaraan bermotor lainnya, dan ada juga jenisnya. Mesin asap portabel vektor DBD (kabut termal). Mesin kabut otomatis (dikenal sebagai mesin ULV) dan mesin kabut portabel digunakan di Indonesia.

Pengasapan pestisida dengan mesin ULV dilakukan dengan cara menyemprotkan pestisida pada area tanah atau bangunan yang terbentang di sepanjang jalan yang dapat dilalui kendaraan roda empat. Karena daya semburnya yang kuat, nyamuk di kebun atau di dalam rumah kemungkinan besar akan terpapar insektisida dan dapat diberantas ("knock effect"). Untuk hasil terbaik, pastikan

tidak ada penghalang di sepanjang jalur antara mesin dan tanah atau bangunan yang akan difumigasi. Studi tentang keberhasilan pemberantasan nyamuk *Aedes aegypti* dewasa menggunakan perangkat ULV tidak tersedia sampai diperkenalkan pada tahun 1970-an. Sebuah studi oleh Kilpatrick dan rekannya di Thailand menunjukkan bahwa pengasapan ULV dua kali setiap 4 hari dapat mengurangi gigitan nyamuk hingga 90% dan jumlah telur nyamuk yang terperangkap (Ovitrap) dari 50% menjadi 0%. Meski uji efikasi insektisida yang dilakukan pada nyamuk yang dikurung sampai saat ini terus menunjukkan kematian nyamuk secara tuntas, namun keberhasilan penelitian ini dalam pemberantasan nyamuk *Aedes aegypti* belum pernah lagi bisa dicapai.

Peneliti berkesimpulan bahwa kegagalan program pengasapan disebabkan oleh teknik penyampaian dan kondisi lapangan yang kurang baik, seperti Arah angin yang menghambat penyebaran asap, struktur pintu atau jendela yang menghalangi masuknya pestisida, struktur bangunan yang terdiri dari banyak sekat. yang menghentikan penyebaran asap, mesin ULV yang tidak canggih, operator yang tidak terampil, bahkan nyamuk yang diyakini kebal terhadap insektisida.

Pengasapan dengan mesin asap portabel dilakukan oleh petugas dari pintu ke pintu dalam radius 100 meter dari rumah pasien ("fog focus"), karena nyamuk betina diperkirakan hanya terbang dalam radius 50-100 meter selama Seumur Hidupnya. Tidak seperti pengasapan dengan mesin ULV, pengasapan dengan pengasapan portabel mengharuskan semua pintu atau jendela rumah ditutup. Pengasapan dilakukan oleh polisi di dalam rumah untuk membunuh nyamuk dewasa di dalam rumah, sama seperti kita menyemprotkan obat nyamuk. (Sibanda *et al.*, 2011)

Cara ini mungkin lebih efektif untuk membunuh nyamuk betina yang cenderung hidup di area dalam ruangan yang gelap. Padahal, sifat nyamuk tersebut yang bersembunyi dengan baik di kegelapan, dan kemampuannya terbang secara horizontal dan

vertikal, serta kemungkinan nyamuk dapat berpindah ke tempat lain dengan transportasi, menjadikan merokok sebagai metode di dalam ruangan. mereka memainkan peran kecil dalam pemberantasan DBD.

Penggunaan Larvasida . Larvasida adalah aplikasi larvasida pada tempat perkembangbiakan vektor potensial untuk membunuh/membasmi jentik nyamuk dengan bahan kimia seperti diflubenzuron (Andalin/Dimilin) atau agen perang biologis *Bacillus thuringiensis* H-14 (Bti H-14). . Diflubenzuron adalah zat yang mencegah pembentukan kitin. Jika jentik nyamuk terpapar dengan dosis yang cukup, jentik tersebut mati saat menjadi kepompong, atau bisa menetas menjadi nyamuk abnormal yang tidak bisa terbang. Sedangkan Bti H-14 merupakan spesies bakteri yang sporanya bersifat toksik/beracun bagi jentik nyamuk. Larva nyamuk mati saat memakan/menelan racun ini. Jadi racunnya adalah racun perut. Karena tidak berpengaruh pada larva dan pupa instar akhir IV yang beristirahat pada makanan.

Waktu penerapan larvasida ditentukan sebagai berikut:

1. Laguna muncul dari muara yang tertutup pasir, waktu pengaplikasiannya adalah: Dari awal musim kemarau hingga awal musim hujan atau dari penutupan hingga pembukaan kembali karena banjir di musim hujan
2. Genangan air asin di pantai yang terbentuk akibat pasang surut air laut, waktu aplikasinya adalah :Dari awal hingga akhir musim hujan atau dari saat air mulai pecah.
3. Tergantung pada jenis larvasida yang digunakan, interval aplikasi dihitung dalam minggu atau bulan, sedangkan jumlah aplikasi tergantung pada berapa lama genangan air dapat menjadi media pertumbuhan

Penggunaan Repelen, repelen adalah insektisida yang dapat mencegah gigitan nyamuk. Berbagai produk repelan yang ada di pasaran saat ini adalah beragam termasuk bentuk aerosol, lotion,

krem yang dapat melindungi nyamuk secara perorangan atau pribadi secara temporer. Repelen dapat bekerja beberapa jam. Repelen nyamuk pada umumnya mengandung dietil toluamid dan dimetil flatat. Insektisida semprot (misalnya aerosol) dan anti nyamuk bakar umumnya mengandung piretrin dan atau piretroid sintetik dapat mengusir nyamuk di suatu tempat yang disemprot dalam waktu sementara. (Kuat Prabowo, 2019)

13.3 Pengendalian Vektor Lalat

Di perkotaan, pembuangan sampah secara cepat dan efisien merupakan upaya mendasar untuk mengendalikan populasi lalat. Peningkatan jumlah lalat di kawasan tersebut dapat dilihat sebagai indikatornya Efisiensi pengelolaan sampah dan standar kebersihan di wilayah tersebut. Penggunaan insektisida untuk mengendalikan lalat sebaiknya dipertimbangkan bila digunakan untuk mendukung upaya sanitasi.

Pendekatan berbasis masalah untuk pengendalian lalat harus didasarkan pada pengamatan menyeluruh terhadap perkembangbiakan dan habitat untuk menentukan tempat perkembangbiakan lalat. Dengan kata lain, ketika Anda mengendalikan serangga, pertama-tama Anda harus menganalisis hal-hal seperti sumber serangga, bagaimana populasi serangga dapat tumbuh, tingkat gangguan dan peran serangga dalam menyebarkan penyakit.

Dalam hal pengendalian, pertimbangan yang cermat terhadap analisis gangguan diperlukan sebelum memutuskan metode mana yang akan digunakan. Pertama-tama kita harus mengambil langkah-langkah sederhana dan praktis untuk menyelamatkan lingkungan kita yang terbatas. Beberapa pemeriksaan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

13.3.1 Pengendalian Non Kimiawi

Metode ini dikenal sebagai metode ekologis dan jika analisisnya benar, lebih dari tujuan dan memiliki berbagai efek

positif seperti: mengurangi populasi lalat dan meningkatkan kualitas lingkungan. Metode non-kimia untuk mengendalikan lalat dewasa berkisar dari penolak dan perangkap lalat yang sangat sederhana, seperti pita lalat, hingga yang canggih, seperti perangkap cahaya yang dapat membunuh lalat dewasa dengan arus listrik.

Lalat harus dijauhkan dari daerah pemukiman jika memungkinkan. Tirai udara adalah alat yang sangat efektif dalam industri makanan. Memasang kasa serangga di jendela, pintu, dan pintu masuk adalah metode yang umum. Menghilangkan bau yang menarik lalat melalui ventilasi yang memadai, membersihkan peralatan penanganan makanan segera setelah digunakan, dan menjaga praktik kebersihan yang baik adalah cara paling efektif untuk mencegah populasi lalat berkembang biak.

Hingga saat ini, hanya lalat dewasa yang dapat dikendalikan dengan cara-cara di atas, sehingga lalat yang belum dewasa juga harus diikutsertakan dalam upaya tersebut. Ini termasuk berbagai cara untuk menghilangkan area perkembangbiakan lalat seperti: pembuangan sampah dan limbah lainnya dengan benar. Di sebagian besar daerah perkotaan, berbagai spesies lalat berkembang biak dengan sangat sukses di tempat pembuangan sampah dan tempat pembuangan sampah. Menegakkan peraturan pemerintah daerah untuk pengelolaan sampah yang tepat sangat membantu dalam mengendalikan lalat di daerah tersebut.

Tempat sampah juga harus tetap bersih dan sekering mungkin saat membuang sampah. Membungkus serasah dalam kantong khusus sebelum membuangnya ke tempat sampah dan membersihkannya secara teratur dapat mencegah reproduksi dan membuat serasah menjadi tidak menarik bagi lalat. Karena tempat sampah menarik lalat, tempat sampah harus ditempatkan lebih jauh dari pintu masuk rumah atau bangunan. Di tempat-tempat yang banyak menghasilkan sampah, seperti restoran atau pabrik makanan, pengelolaan sampah sebaiknya dilakukan lebih sering

setiap hari jika diperlukan. Tempat sampah juga harus sering dicuci dan dibersihkan. Selain mengolah sampah dengan baik, upaya juga harus dilakukan untuk menghilangkan kotoran yang memungkinkan lalat berkembang biak.

13.3.2 Pengendalian Kimiawi

Dalam prakteknya, insektisida seperti organofosfor, karbamat dan berbagai perthroid sintetik biasa digunakan untuk mengendalikan lalat dewasa. Penggunaan insektisida untuk mengendalikan lalat dapat berupa membunuh larva (larvisida), mengusir lalat dewasa (*repellent*), atau membunuh lalat dewasa dengan cara menyemprot permukaan sisa, menyemprot fasilitas atau pakan. Seringkali juga dalam kombinasi dari metode ini.

larvasida Penggunaan insektisida untuk membunuh larva lalat kurang populer karena beberapa alasan. Pertama, metode higienis yang terkait dengan upaya eliminasi tempat perkembangbiakan lalat lebih disukai, kedua, aplikasi yang efektif untuk mencapai target larva yang akan dikendalikan di tempat perkembangbiakan sulit dicapai. Ketiga, tingkat aplikasi biasanya digunakan untuk alasan yang dapat dikontrol, dan keempat, aplikasi yang tidak tepat tidak mungkin menyebabkan masalah lain, seperti: efek resistensi yang tidak diinginkan. Meskipun larvasida digunakan dalam bentuk umpan dan bubuk, pendekatan umum adalah menyemprot permukaan dengan bahan berbasis air yang akan membasahi larva dan tempat makan lalat. Cakupan semprotan penuh dari larva sangat penting dan ini dapat mendorong larva untuk berpindah ke area yang lebih terlindungi.

Di beberapa negara, seperti Australia, penjualan penolak serangga meningkat, terutama di bulan-bulan hangat. Formulasi untuk penolak ini tersedia dalam bentuk cair dan aerosol. Sebagian besar formulasi ini mengandung piretrin alami dengan konsentrasi rendah yang dikombinasikan dengan bahan kimia tertentu untuk meningkatkan daya tolaknya, seperti: dietiltoluamida dan N-

oktilbiskloheptenadikarboksamida. Komposisi ini dapat melindungi dari lalat selama beberapa jam.

Insektisida juga dapat digunakan di area tertentu untuk mengusir lalat. Dengan bantuan sistem penyemprot ruangan otomatis, insektisida dapat diatur untuk menyemprot setiap 30 menit dalam waktu singkat. semprotan yang dihasilkan tidak cukup kuat untuk membunuh lalat tetapi menyebabkan efek tolak yang signifikan.

penyemprotan permukaan. Keefektifan penyemprotan ini untuk melawan lalat sangat tergantung pada permukaan yang akan disemprot, misalnya penyemprotan harus dilakukan pada tempat-tempat yang disukai lalat. Sehubungan dengan inspeksi, sebaiknya diskusikan dengan klien, khususnya jenis dan keberadaan lalat serta kebiasaan istirahat lalat di dalam gedung. Beberapa jenis lalat, seperti lalat rumah, cenderung menetap pada malam hari di luar area yang mereka kunjungi pada siang hari. Kehadiran lalat di permukaan dapat menunjukkan tempat istirahat bagi lalat, dan daerah yang hangat, dekat dengan sinar matahari, dekat tong sampah juga disukai oleh lalat.

Insektisida yang digunakan untuk penyemprotan residu ini meliputi organofosfor, karbamat, dan berbagai piretroid sintetis. Insektisida ini disemprotkan dalam waktu singkat, biasanya efek setelahnya dapat bertahan 2-6 minggu atau bahkan beberapa bulan. Efektif melawan lalat dewasa jika lokasi tidak dibersihkan atau diganggu. Dalam aplikasi ini, pestisida yang mengandung formulasi bubuk yang dapat dibasahi dan konsentrasi suspensi lebih efektif daripada konsentrasi yang dapat diemulsikan pada permukaan berpori.

Ruang semprot (Space Spray). Biasanya masalah lalat di pemukiman diselesaikan dengan menggunakan formulasi aerosol bertekanan rendah. Umumnya formulasi ini terbuat dari piretroid sintetis karena relatif aman dan menawarkan knockdown yang cepat dan mematikan.

Saat menyemprot ruangan, perhatian harus diberikan pada tetesan atau tetesan insektisida yang mungkin bersentuhan dengan lalat saat terbang atau beristirahat. Biasanya disarankan untuk menutupi area yang disemprot selama beberapa jam dan kemudian membukanya kembali sebelum digunakan. Di daerah dengan keberadaan lalat yang sangat tinggi, hal ini harus dilakukan dengan sistem perangkat otomatis pada waktu yang tepat. Sistem seperti itu dapat memiliki implikasi yang luas karena secara teratur memantau area yang luas.

Umpan . Menggunakan umpan untuk melawan lalat itu mungkin, tetapi untuk waktu yang singkat. Bentuk umpan yang ada dipasaran biasanya digunakan dengan menyiram tempat lalat berkumpul dan hasilnya cukup manjur. Namun, ada persaingan bau yang perlu dipertimbangkan, yang dapat menarik lalat ke tempat makan lain, yang dapat mengurangi keefektifan penolak lalat.

Kelemahan penting termasuk; 1) Munculnya resistensi serangga terhadap insektisida tertentu, jika terlambat ditemukan, seringkali menimbulkan masalah yang lebih serius daripada masalah aslinya. Sebaiknya tidak menggunakan satu jenis pestisida dalam waktu yang lama, 2) pemilihan pestisida harus wajar, serta cara aplikasi yang benar, 3) masyarakat bergantung pada pestisida terlepas dari kualitas perbaikan lingkungan.(Kuat Prabowo, 2019)

13.4 Pengendalian Tikus di Pelabuhan

13.4.1 Pengertian Fumigasi

Pengasapan (asap bahasa Inggris, berarti asap) adalah metode pengendalian hama menggunakan pestisida. Proses ini benar-benar mengisi area dengan gas atau asap, membunuh semua hama di dalamnya.

Fumigasi adalah peracunan tikus dan pembuangannya dengan gas beracun (*fumigator*). Pengasapan adalah salah satu cara pengendalian tikus secara kimiawi, yaitu penggunaan bahan

kimia yang dapat membunuh tikus atau mempengaruhi kemampuannya untuk makan, minum, mencari pasangan atau bereproduksi. Pengasapan biasanya dilakukan di rumah, di gudang, di kapal atau di sarang tikus di tanah. Pengasapan ini tidak hanya berbahaya bagi tikus dan ektoparasitnya, tetapi juga bagi manusia yang menggunakannya, serta manusia dan hewan lain di sekitar proses pengasapan. Berikut adalah beberapa hal yang perlu diingat ketika gasing:

- Berat molekul fumigan yang digunakan harus lebih besar dari 28, yaitu berat molekul nitrogen dominan di udara (hingga 78%). Jika tidak, gas yang dihasilkan akan mengapung dan menghilang.
- Perhatikan kelembaban relatif tanah dan ukuran partikel tanah pada filter tikus

Di lantai Kelembaban relatif udara tanah harus sedemikian tinggi sehingga fumigan (phostoxin) yang diaplikasikan dalam bentuk padat dapat segera bereaksi dengan uap air (gas H₂O) membentuk gas beracun. Jika ukuran partikel tanah cukup besar, maka banyak gas beracun yang akan terbuang melalui celah-celah pori-pori tanah.

Ruang yang akan diasapi harus tertutup rapat, dan tidak ada ventilasi terbuka di dalam yang menghubungkan udara dalam dengan udara luar, dan tidak boleh ada orang yang tinggal di dalam ruangan. Ini disengaja karena fumigan sangat berbahaya bagi tikus dan manusia.

13.4.2 Fumigasi Kapal

Infestasi hama tidak jarang terjadi di kapal, sangat penting untuk mengendalikan situasi untuk menghilangkan hama, terutama tikus, sesuai persyaratan hukum. Tikus khususnya sangat memprihatinkan, karena keberadaannya akan berkembang pesat jika dibiarkan terus berkembang biak. Di pertengahan abad ke-14,

hampir setengah dari populasi Eropa meninggal karena wabah wabah yang disebut Black Death. Wabah pneumonia yang disebabkan oleh *Yersinia pestis*. Umumnya, pneumonia terjadi akibat penyebaran sekunder dari infeksi lanjutan pada populasi tikus. Kutu bertindak sebagai vektor bakteri ini dan menginfeksi populasi tikus saat mereka mengonsumsi darah.

Upaya program pemusnahan yang dilaksanakan oleh pihak KKP meliputi pemusnahan tikus di kapal dengan cara pengasapan, dan pemusnahan tikus di pelabuhan dengan cara mekanis (menjebak), kimiawi (racun tikus, pengasapan), dan meningkatkan kebersihan lingkungan. Indonesia diharapkan bebas penyakit. Ketika kapal difumigasi, perlu untuk mengevakuasi semua area pengasapan dan area berisiko dan memastikan bahwa semua retakan dan retakan ditutup untuk mencegah fumigan keluar setelah pengasapan. Pengembalian ke area fumigasi hanya diperbolehkan jika petugas fumigasi setelah memproses area tersebut telah menyatakan aman untuk dilakukan.

13.4.3 Pelaksanaan Pemberantasan Tikus Di Kapal

Pemusnahan tikus di kapal dilakukan dengan meracuni, menjebak atau mengasapi dengan fumigan HCN atau CH₃Br. Untuk HCN digunakan dosis 2 g/m³ headspace dengan waktu kontak 2 jam, sedangkan untuk CH₃Br digunakan dosis kamar gas 4 g/m³, waktu kontak 4 jam (HAU, 1974). Pada pelaksanaan di lapangan digunakan dosis ruang 10 gram/m³ dengan waktu kontak 10 jam. Prinsip pelaksanaan gasifikasi gr per m³ ruang dengan waktu kontak 10 jam. Prinsip pemberian gas pada bejana tergantung pada jenis fumigan yang digunakan selama periode kontak. Selain itu, bejana didegas dengan ventilasi selama kurang lebih 1-2 jam, setelah itu bejana dinyatakan aman menggunakan detektor gas (Lamoureux, 1967). Gas HCN CH₃Br Dosis 2 gram/m³ 4 gram/m³ Waktu kontak 2 jam 8 jam Sifat Sangat berbahaya, tidak korosif, lebih ringan dari udara, berupa gas yang distabilkan oleh bahan

berpori (kartun) Sangat berbahaya, korosif, lebih berat dari Bentuk udara : cair dan gas. Dapat mengemas 0,5; SAYA; Tabung 1,5 dan 2 kg 25 dan 50 kg antidot amil nitrit dan natrium tiosulfat Tidak ada (WHO, 1984).

a) Fumigasi dengan HCN.

1. Kemasan

Aero HCN Discoids mengandung asam sianat murni, rata-rata 96-98%, terserap pada bahan berpori dan penyerap seperti pulp atau karton dalam bentuk cakram tipis. Daun ini mudah menyebar di lantai ruangan dan di tempat-tempat terpencil yang biasanya banyak terdapat serangga. Paket produk dirancang untuk menghangatkan ruangan kecil. Papan ini tidak akan hancur atau terbelah meskipun dilempar atau ditangani dengan kasar, menjaga papan tetap bersih dan tidak meninggalkan kotoran atau debu pada titik pengasapan. Air HCN Discoids yang mengandung asam sianidat murni dijual dengan dosis khusus 0,5 kg, 1 kg, 1,5 kg, 2 kg (WHO, 1972). Bahaya yang ditimbulkan oleh HCN adalah gas yang sangat beracun. Daunnya harus dioleskan langsung dari toples, berhati-hatilah agar tidak menyentuhnya dengan tangan kosong. HCN dapat diserap melalui kulit atau paru-paru.

Kaleng HCN harus disimpan di tempat yang sejuk, kering, dan berventilasi baik. Kaleng HCN tidak boleh dibuka oleh siapapun kecuali yang berpengalaman menangani asam hidrosianat, yang harus menggunakan masker gas dengan filter khusus. Gravitasi spesifik HCN lebih ringan dari udara, oleh karena itu, ketika beroperasi, difusi gas dimulai dari tingkat atas dan kemudian turun dan berakhir di geladak tempat keluar. Tidak dibenarkan menyimpannya satu per satu saat mendistribusikan serpihan HCN, karena cara ini memakan banyak waktu dan memungkinkan paparan gas berbahaya, meskipun

dilengkapi dengan masker dan kapsul HCN khusus. Area kulit yang terkena asam prussic harus dicuci dengan air sesegera mungkin untuk menghindari keracunan.

2. Dosis

Dosis HCN yang digunakan untuk pengasapan tikus adalah 2 ons/kaki kubik ruang dan pemaparan selama 2-3 jam. Jika ada area di mana sarang tikus dapat terbentuk karena konstruksi atau pemuatan kapal, gunakan konsentrasi yang lebih tinggi, seperti 3 hingga 4 ons per 1000 kaki kubik. (1 ons = 28,31 g; 1000 cf = 28,3 m³) (WHO, 1972; WHO, 1971; WHO, 1999).

b) Fumigasi dengan CH₃Br.

CH₃Br merupakan gas cair, yang disimpan dalam tabung bertekanan. Untuk mengeluarkan gas dari tabung tinggal membuka kran tabung tersebut. Di pasaran dijual CH₃Br dalam kemasan 25 kgs., 50 kgs., dan 100 kgs. Berat jenis gas ini lebih besar dari udara, sehingga dalam pelaksanaannya ruang yang digas adalah mulai dari dek terbawah berturut-turut kemudian kedek diatasnya dan berakhir di dek paling atas. Mengingat gas ini tidak mempunyai antidote, maka cara pelaksanaan harus sangat hati-hati. Biasanya gas ini karena tidak berbau, sengaja ditambahkan 2% chloropicrine sebagai warning agent.

Usaha pengendalian tikus secara keseluruhan tidak ditunjukkan kepada jenis tikus tertentu, merupakan kunci keberhasilan usaha pengendalian tikus didalam masyarakat. Secara garis besar usaha pengendalian tikus dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu:

- Perbaikan sanitasi lingkungan dengan maksud menghilangkan sumber makanan dan tempat persembunyian.
- Merencanakan pembunuhan tikus secara berhasil guna.
- Mengusahakan tindakan rapat tikus pada suatu bangunan secara berdaya guna.

Ketiga usaha pengendalian tikus ini hendaknya selalu diusahakan berkesinambungan untuk tetap mempertahankan populasi tikus pada tingkat yang serendah-rendahnya(Kementerian Kesehatan.R.I, 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Iskandar, Adang, H. S. dkk. 1985. *Pedoman Bidang Studi Pemberantasan Serangga dan Binatang Pengganggu Jakarta*. Jakarta: Depkes R.I.
- Kementerian Kesehatan.R.I. 2020. *Pelatihan pengawasan fumigasi kapal*. Jakarta: KKP Kelas I Tanjung Priok Dirjen Pencegahan Dan Pengendalian Penyakit Kemenkes R.I.
- Kuat Prabowo, S. 2019. *Pengendalian Vektor Dan Tikus*. Jakarta: PUSAT PENDIDIKAN SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN BADAN PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN.
- PerMenKes R.I No.50 Tahun 2017 Tentang Standart Baku Mutu Kesehatan lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Untuk Vektor Dan Binatang Pembawa Penyakit Serta Pengendaliannya* (2017).
- Sang Gede Purnama. 2017. *Diklat Pengendalian Vektor*. Denpasar: PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS UDAYANA. Available at: https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_dir.
- Sibanda, M. M. *et al.* 2011. 'Degradation of insecticides used for indoor spraying in malaria control and possible solutions', *Malaria Journal*. BioMed Central Ltd, 10(1), p. 307. doi: 10.1186/1475-2875-10-307.
- Soehatman Ramli. 2010. *Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Perspektif K3 OSH Risk Management*. Jakarta: Dian Rakyat. Available at: https://opac.perpusnas.go.id/uploaded_files/sampul_koleksi/original/Monograf.
- Subiyakto Sudarmo. 1991. *Pestisida*. Yogyakarta: Kanisius. Available at: https://opac.perpusnas.go.id/uploaded_files/sampul_koleksi/original/Monograf/ali664.jpg.

BIODATA PENULIS



Mustafa,SKM.,M.Kes

Dosen Program Studi D-III Sanitasi
Jurusan Kesehatan Lingkungan
Poltekkes Kemenkes Palu

Lahir di Tansie,Kab. Pinrang, 22 Agustus 1988. Penulis memiliki ketertarikan menulis buku tentang Kesehatan lingkungan terutama masalah pencemaran lingkungan karena sejak menempuh Pendidikan S1 di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin, penulis tertarik mengambil jurusan Kesehatan Lingkungan pada tahun 2009-2013, kemudian untuk memahami lebih jauh lagi tentang Kesehatan lingkungan, penulis melanjutkan Pendidikan Magister (S2) Program Pascasarjana di Fakultas Kesehatan Masyarakat Jurusan Kesehatan Lingkungan pada tahun 2014-2016.

Penulis mulai berkarir sebagai dosen sejak tahun 2016 dan terangkat menjadi dosen PNS pada tahun 2022.Saat ini aktif sebagai tenaga pengajar di Program Studi D-III Sanitasi Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Palu. Penulis pakar dibidang pengendalian vector, pencemaran lingkungan, Sanitasi tempat-tempat umum dan Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun

aktif sebagai peneliti dibidang kepakarannya tersebut. Penulis juga aktif melakukan pengabdian masyarkat. Selain meneliti dan pengabdian masyarakat, penulis juga aktif menulis artikel ilmiah yang telah dimuat pada jurnal Nasional terakreditasi dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi dunia Pendidikan, bangsa dan negara. Penulis sukses menulis buku chapter perdana ber-ISBN yang berjudul “Kesehatan Lingkungan dan Lingkungan Hidup” dan telah memperoleh HKI.

Email Penulis:

Mustafa@poltekkespalu.ac.id , mtata48@gmail.com

BIODATA PENULIS



Fathan Mubina Dewadi

Dosen Universitas Buana Perjuangan Karawang

Fathan Mubina Dewadi merupakan pria yang berusia 30 tahun sudah tertarik dengan bidang Pendidikan tinggi sejak tahun 2015. Sejak lulus jurusan Teknik mesin program pascasarjana Universitas Pancasila. Kini penulis sedang bekerja sebagai dosen tetap program studi Teknik mesin di Universitas Buana Perjuangan Karawang. Kini kesibukan penulis ialah lebih menghabiskan waktu untuk mengajar dan menulis. Karya-karya yang telah dibuat dimuat di media *online*, jurnal nasional, jurnal internasional dan jurnal nasional bereputasi. Sudah lebih dari 50 karya yang telah dibuat dan sedang proses untuk pembuatan buku dan bab buku.

BIODATA PENULIS



Dimas Akmarul Putera, M.T.

Dosen Program Studi Manajemen Rekayasa
Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Batam

Penulis lahir di Medan pada tanggal 15 Agustus 1992 di Kota Medan, Sumatera Utara. Penulis menyelesaikan SD di SD 060884 Medan, SMP di SMP Negeri 1 Medan, dan SMA di SMA Negeri 1 Medan. Penulis yang anak ke dua dari dua bersaudara dari pasangan Khairul Susilo dan Zul Akmalia ini mengambil jurusan S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara pada Tahun 2010-2015 dengan konsentrasi desain produk dengan prinsip Ergonomi.

Kemudian penulis bekerja disalah satu perusahaan yang bergerak dibidang konstruksi di Kota Medan pada Tahun 2016 sebagai bagian pengadaan, dan pada tahun 2017 penulis dipindahkan kebagian Logistik dikarenakan ekspansi perusahaan bergerak dibidang distribusi produk makanan. Pada Februari 2019 penulis melanjutkan program S2 di Magister Teknik Industri dan menyelesaikan program studi S2 pada Desember 2021 dengan konsentrasi penelitian ke Modelling System. Penulis sekarang bekerja sebagai dosen di Institut Teknologi Batam program studi

Manajemen Rekayasa dengan konsentrasi pendidikan ke
Modelling System dan Operation Research.

BIODATA PENULIS



Aulia Agung Dermawan., S.T., M.T

Dosen Program Studi Manajemen Rekayasa
Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Batam

Penulis lahir di Medan pada tanggal 29 Juni 1994 di Kota Medan, Sumatera Utara. Penulis menyelesaikan SD di SD Swasta Amanah Lubuk Pakam, SMP di SMP Negeri 1 Bandar, dan SMA di SMA Swasta UISU Medan. Penulis yang anak ke tiga dari empat bersaudara dari ir Usman dan Delianti ini, mengambil jurusan S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh pada Tahun 2012-2016 dengan konsenterasi penelitian sektor Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Pada September 2017 penulis melanjutkan program S2 di Magister Teknik Industri dan menyelesaikan program studi S2 pada September 2020 dengan konsenterasi penelitian sektor Riset Pemasaran. Penulis sekarang bekerja sebagai dosen di Institut Teknologi Batam.

BIODATA PENULIS



Rizky Maharja, S.KM., M.KKK.

Dosen Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Sulawesi Barat

Penulis lahir di Sengkang (Wajo) pada tanggal 24 November 1992. Penulis telah menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Ilmu Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga peminatan K3 dan pendidikan S2 di Magister Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di Universitas Airlangga, Surabaya.

Penulis adalah dosen Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Sulawesi Barat sejak tahun 2022. Sebelumnya, dosen di Prodi Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Makassar tahun 2018-2022. Penulis adalah pemerhati di bidang K3 sejak tahun 2014. Selain mengajar, penulis aktif melakukan penelitian dan publikasi karya ilmiah di bidang K3, khususnya K3 sektor informal. Saat ini, penulis tergabung dalam Asosiasi Perguruan Tinggi Vokasi K3 Indonesia (APTVK3), Asosiasi Hiperkes dan Keselamatan Kerja Indonesia (AHKKI), dan *Indonesian Industrial Hygiene Association* (IIHA). Penulis dapat dihubungi melalui: rizkymaharja@unsulbar.ac.id

BIODATA PENULIS



Herlina Susanto Sunuh, SKM,M.Sc

Dosen Program Studi Sanitasi
Jurusan Kesehatan Lingkjungan
Poltekkes Kemenkes Palu

Herlina Susanto Sunuh, SKM.,M.Sc, Lahir di Sidoan, tanggal 14 Mei 1967. Telah menyelesaikan studi Diplona 1 (SPPH Palu) tahun 1988, Telah bekerja sebagai ASN dilingkungan Depkes Palu sejak tahun 1989, lalu melanjutkan studi Diploma 3(AKL Surabaya) lulus tahun 1994, kemudian S1 Administrasi Kebijakan Kesehatan UNHAS lulus tahun 2002, Tahun 2006 telah mengikuti pelatihan pekerti. Diangkat menjadi dosen pada Poltekkes Depkes Palu sejak 1 Desember 2008, kemudian lanjut Master of Science Ilmu Kesehatan Kerja UGM lulus tahun 2011. Kemudian mengikuti pelatihan AA tahun 2020. menjadi dosen dilingkungan Kementrian Kesehatan Poltekkes kemenkes palu sampai sekarang. Sejak menjadi dosen telah megajar matakuliah Penyediaan Air bersih, Penyehatan Udara, Sanitasi Rumahsakit, Teknik pengambilan Sampel Lingkungan, dan Kimia Lingkungan.

BIODATA PENULIS



Andi Mifta Farid Panggeleng, S.K.M., M.K.M

Dosen Program Studi Administrasi Kesehatan
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Sulawesi Barat

Penulis lahir di Ujung Pandang tanggal 04 Desember 1996. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Administrasi Kesehatan Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Sulawesi Barat. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Kesehatan Masyarakat di Universitas Hasanuddin dan melanjutkan S2 pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat di Universitas Hasanuddin.

BIODATA PENULIS



Dr. Selfina Gala, ST., MT.

Dosen Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Fajar

Penulis lahir di Pomalaa, Sulawesi Tenggara pada tanggal 25 Januari 1971. Penulis adalah Dosen Tetap pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Fajar di Makassar. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Kimia Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar. Jenjang Pendidikan S2 dan S3 pada Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Surabaya. Alamat koresponden by selfinagala7@gmail.com

BIODATA PENULIS



Indro Subagyo

Dosen tetap pada Program Studi Sanitasi Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Palu

Penulis lahir di Sleman, tanggal 23 Maret 1965. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Sanitasi Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Palu. Riwayat Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana Muda pada Akademi Penilik Kesehatan Teknologi Sanitasi Ujungpandang, Strata I Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanudin Makassar dan Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjahmada Yogyakarta pada Program Studi Hiperkes. Pengalaman mengajar penulis sejak 1988.

BIODATA PENULIS



Dedi Mahyudin Syam, S.KM., M.Kes.

Dosen Program Studi D3 Sanitasi Jurusan Kesehatan Lingkungan
Politeknik Kesehatan Kemenkes Palu

Penulis lahir di Enrekang tanggal 31 Januari 1971. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Sanitasi Jurusan Kesehatan lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Palu. Menyelesaikan pendidikan D3 pada Jurusan Kesehatan Lingkungan PAM-SKL Ujung Pandang, S1 Fakultas Kesehatan Masyarakat UNIVERSITAS AIRLANGGA Surabaya dan melanjutkan S2 pada Fakultas Kesehatan Masyarakat (Kesehatan Lingkungan) UNHAS. Penulis aktif melakukan penelitian dibidang kesehatan lingkungan dan telah melakukan beberapa publikasi baik pada jurnal internasional maupun Nasional (indeks SINTA).