



KESELAMATAN KERJA dan KESEHATAN LINGKUNGAN INDUSTRI

**Eni Mahawati • Qurnia Fitriyatunur • Cici Apriza Yanti
Puspita Puji Rahayu • Cici Aprilliani • Muhammad Chaerul
Eko Hartini • Mila Sari • Ismail Marzuki
Efbertias Sitorus • Jamaludin • Andi Susilawaty**



**KESELAMATAN
KERJA dan
KESEHATAN LINGKUNGAN
INDUSTRI**

UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Keselamatan Kerja dan Kesehatan Lingkungan Industri

Eni Mahawati, Qurnia Fitriyatinur, Cici Apriza Yanti
Puspita Puji Rahayu, Cici Aprilliani, Muhammad Chaerul, Eko Hartini
Mila Sari, Ismail Marzuki, Efbertias Sitorus, Jamaludin, Andi Susilawaty



Penerbit Yayasan Kita Menulis

Keselamatan Kerja dan Kesehatan Lingkungan Industri

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2021

Penulis:

Eni Mahawati, Qurnia Fitriyatnur, Cici Apriza Yanti
Puspita Puji Rahayu, Cici Aprilliani, Muhammad Chaerul
Eko Hartini, Mila Sari, Ismail Marzuki, Efbertias Sitorus
Jamaludin, Andi Susilawaty

Editor: Ronal Watrianthos & Janner Simarmata

Desain Sampul: Tim Kreatif Kita Menulis

Sampul: pexels.com

Penerbit

Yayasan Kita Menulis

Web: kitamenulis.id

e-mail: press@kitamenulis.id

WA: 0821-6453-7176

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa
izin tertulis dari penerbit maupun penulis

Kata Pengantar

Puji Syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala karunia, rahmat dan hidayahNya sehingga buku “Keselamatan Kerja dan Kesehatan Lingkungan Industri” ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja, utamanya di lingkungan industri, menjadi hal yang tidak bisa lagi diabaikan. Hal ini terkait langsung maupun tidak langsung dengan strategi peningkatan kinerja, minimalisasi risiko, serta pencegahan kecelakaan di tempat kerja. Pada akhirnya, diharapkan terwujud efektivitas dan efisiensi kerja yang berujung pada peningkatan keuntungan usaha dan menghindari kerugian materiel maupun imateriel.

Keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan industri meliputi berbagai aspek dengan memadukan beberapa unsur keilmuan, di antaranya kesehatan/ medis, teknik, psikologi, manajemen, statistik, dan hukum.

Buku ini disusun mencakup unsur-unsur keilmuan terkait keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan industri. Isi buku ini dibagi dalam dua belas bab, meliputi 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, penerangan dan iklim kerja, getaran dan radiasi, bahaya kimia dan biologi, ventilasi dan higiene sanitasi, serta pengendalian vektor penyakit di tempat kerja.

Pemaparan dalam buku ini dilengkapi dengan contoh-contoh implementasi dan didukung dengan referensi terkini mengikuti

perkembangan regulasi, kebijakan dan hasil-hasil penelitian terkait keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan industri. Cakupan materi dan metode pemaparan ini diharapkan dapat membantu pembaca agar lebih mudah memahami keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan industri secara utuh.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan buku ini, oleh karena itu kritik dan saran pembaca sangat kami harapkan agar dapat membantu penyempurnaan buku ini pada edisi berikutnya.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini hingga terselesaikan dengan baik.

Semarang, 10 Januari 2021

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel.....	xiii

BAB 1 PENGELOLAAN BAHAYA DI LINGKUNGAN KERJA

1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Identifikasi Bahaya di Lingkungan Kerja.....	2
1.3 Evaluasi/Penilaian Bahaya di Lingkungan Kerja	5
1.4 Pengendalian Bahaya di Lingkungan Kerja	7

BAB 2 KECELAKAAN KERJA DAN PRODUKTIVITAS KERJA

2.1 Pendahuluan.....	11
2.2 Kecelakaan Kerja.....	12
2.2.1 Klasifikasi Kecelakaan Kerja.....	13
2.2.2 Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja	14
2.2.3 Teori Penyebab Kecelakaan Kerja	15
2.3 Produktivitas Kerja	16
2.3.1 Faktor yang memengaruhi produktivitas	16
2.3.2 Manajemen Produktivitas dan Karakteristik Produktivitas	18

BAB 3 STATISTIK DAN INVESTIGASI KECELAKAAN KERJA

3.1 Pendahuluan.....	21
3.2 Pengertian Statistik Kecelakaan Kerja	23
3.2.1 Jenis Statistik	24
3.2.2 Penghitungan Statistik Kecelakaan	24
3.3 Tujuan Statistik Kecelakaan Kerja.....	27
3.4 Tujuan Investigasi Kecelakaan Kerja	27
3.5 Manfaat Statistik Kecelakaan Kerja	29
3.6 Azas - Azas Statistik Kecelakaan Kerja	30
3.7 Sistem Pelaporan dan Statistik Kecelakaan Kerja.....	31

BAB 4 BEHAVIOR BASED SAFETY

4.1 Pendahuluan.....	35
4.2 Determinasi Kecelakaan Kerja.....	36

4.2.1 Kecelakaan Kerja	36
4.2.2 Penyebab Kecelakaan Kerja.....	37
4.2.3 Mekanisme Kecelakaan Kerja	38
4.3 Risk Assessment Dalam Pencegahan Kecelakaan Kerja	39
4.4 Prinsip dan Metode Behavior Based Safety	41
4.4.1 Proses Behavior Based Safety	42
4.5 Penerapan dan Pengembangan Behavior Based Safety	43
4.5.1 Komponen Penerapan Behavior Based Safety	45

BAB 5 RISIKO KEBAKARAN DI TEMPAT KERJA

5.1 Pendahuluan.....	47
5.2 Apa Itu Kebakaran?.....	48
5.3 Penyebab Umum Kebakaran	50
5.3.1 Kondisi Bangunan Tidak Memenuhi Standar	50
5.3.2 Hambatan Penyelamatan Diri dari Kebakaran	51
5.3.3 Tidak Tersedianya Program Peringatan Awal dan Prosedur Sistem Darurat.....	51
5.4 Sistem Proteksi Kebakaran.....	51
5.5 Pengendalian Risiko Kebakaran.....	52
5.6 Manajemen Resiko Kebakaran	54

BAB 6 MANAJEMEN RISIKO DI TEMPAT KERJA

6.1 Pendahuluan.....	57
6.2 Pemahaman Risiko.....	58
6.3 Manajemen Risiko.....	60
6.4 Mitigasi Risiko.....	62
6.5 Manajemen Risiko Lingkungan Kerja.....	63

BAB 7 KEBISINGAN DI TEMPAT KERJA

7.1 Pendahuluan.....	67
7.2 Identifikasi Bahaya Kebisingan.....	68
7.3 Pengendalian Kebisingan	71
7.3.1 Gambaran Umum.....	72
7.3.2 Rekayasa Pengendalian Bising.....	72
7.3.3 Pengendalian Administratif	73
7.3.4 Alat Pelindung Telinga	74
7.3.5 Pemeriksaan Audiometri.....	75

BAB 8 PENERANGAN DAN IKLIM KERJA

8.1 Penerangan.....	77
8.1.1 Jenis Penerangan.....	77
8.1.2 Faktor yang Memengaruhi Intensitas Penerangan	79
8.1.3 Dampak Penerangan	80
8.1.4 Standar Penerangan	80
8.1.5 Pengukuran Penerangan	82
8.1.6 Pengendalian Penerangan	82
8.2 Iklim Kerja	83
8.2.1 Definisi Iklim Kerja	83
8.2.2 Macam Iklim Kerja	84
8.2.3 Pengukuran Iklim Kerja	88
8.2.4 Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Bangunan	88

BAB 9 GETARAN DAN RADIASI DI TEMPAT KERJA

9.1 Pendahuluan.....	91
9.2 Seputar tentang Getaran di Tempat Kerja.....	93
9.2.1 Jenis-jenis getaran	93
9.2.2 Efek getaran terhadap konsentrasi kerja.....	93
9.2.3 Hubungan Umur dan jenis kelamin terhadap Getaran	95
9.3 Efek Kesehatan akibat Getaran pada Alat dan Tempat Kerja.....	97
9.3.1 Risiko Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS).....	98
9.3.2 Gejala-gejala Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS)	99
9.3.3 Jenis Pekerjaan dan Risiko Menderita HAVS	101
9.3.4 Mekanisme terjadinya HAVS	101
9.4 Seputar Tentang Radiasi Di Tempat Kerja.....	103
9.4.1 Sumber dan jenis Radiasi	103
9.4.2 Jenis, Kegunaan dan manfaat Radiasi	105
9.4.3 Bahaya Radiasi di Tempat Kerja	108
9.5 Sistem dan Manajemen Keselamatan Radiasi.....	110
9.5.1 Sistem Proteksi Radiasi	110
9.5.2 Manajemen Pengelolaan Radiasi	111
9.5.3 Potensi paparan radiasi ada di sekitar kita.....	112

BAB 10 BAHAYA KIMIA DAN BIOLOGI DI TEMPAT KERJA

10.1 Pendahuluan.....	115
10.2 Bahaya Kimia di tempat kerja.....	116
10.2.1 Bahan Kimia Berbahaya	116
10.3 Bahaya Biologi di Tempat Kerja.....	121

10.3.1 Bakteri	122
10.3.2 Virus	123
10.3.3 Jamur / Fungi	124
10.3.4 Mikroorganisme / Protozoa.....	124
10.3.5 Cacing.....	125
10.3.6 Infeksi atau Bloodborne Pathogen.....	126

BAB 11 VENTILASI DAN HIGIENE SANITASI DI TEMPAT KERJA

11.1 Pendahuluan.....	129
11.2 Ventilasi di Tempat Kerja.....	130
11.2.1 Pengertian Ventilasi	130
11.2.2 Fungsi Ventilasi	131
11.2.3 Jenis Ventilasi	131
11.2.4 Membangun Ventilasi yang Baik.....	132
11.2.5 Faktor Pendukung Ventilasi yang Baik	134
11.3 Higiene Sanitasi di Tempat Kerja	135
11.3.1 Pengertian Higiene dan Sanitasi.....	135
11.3.2 Manfaat dan Tujuan Higiene Sanitasi.....	136
11.3.3 Implementasi Higiene dan Sanitasi di Tempat kerja	137

BAB 12 PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT DI TEMPAT KERJA

12.1 Pendahuluan.....	139
12.1.1 Pengawasan Vektor Penyakit di Tempat Kerja.....	140
12.1.2 Vektor Penyakit yang Sering Ditemukan di Tempat Kerja	141
12.2 Berbagai Upaya Pengendalian Vektor Penyakit di Tempat Kerja	143
12.2.1 Pengendalian Vektor Lalat	143
12.2.2 Pengendalian Vektor Kecoa	146
12.2.3 Pengendalian Vektor Tikus	150
12.2.4 Pengendalian Vektor Nyamuk	159

Daftar Pustaka	169
Biodata Penulis	181

Daftar Gambar

Gambar 1.1: Hirarki Pengendalian Bahaya di Lingkungan Kerja	7
Gambar 4.1: Contoh Kecelakaan Kerja	37
Gambar 4.2: Contoh Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, Skala Prioritas, Pengendalian Risiko K3 dan Penanggung Jawab	39
Gambar 4.3: Contoh Matrik Kriteria Penilaian Risiko	40
Gambar 4.4: Model Perilaku ABC	41
Gambar 4.5: Enam Pilar Behavior Based Safety	45
Gambar 4.6: Strandized Behavior Based Safety Benchmarking	46
Gambar 5.1: Sistem Proteksi Kebakaran	52
Gambar 5.2: Ilustrasi Kebakaran	53
Gambar 7.1: Check List Survei Awal Kebisingan	70
Gambar 7.2: (a) Penyumbat Telinga (b) Penutup Telinga dan Pita Bantu Dengar	74
Gambar 9.1: Gejala Klinis Yang Tampak Pada Penderita HAVS Akibat Getaran	100
Gambar 10.1: Pengaruh B3 dalam industry	117

Daftar Tabel

Table 3.1: Contoh Laporan Kecelakaan Kerj	32
Tabel 7.1: Nilai Ambang Batas Kebisingan	69
Tabel 8.1: Kekuatan Intensitas Penerangan Peraturan Menteri Perburuhan Nomor 7 Tahun 1964	80
Tabel 8.2: Standar intensitas penerangan menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor1405/MENKES/SK/XI/2002...	81
Tabel 8.3: Intensitas Penerangan yang Baik	82
Tabel 10.1: Penggolongan jenis bahaya bahan kimia	119
Tabel 10.2: Penggolongan Bahan beracun dalam industry	120

Bab 1

Pengelolaan Bahaya di Lingkungan Kerja

1.1 Pendahuluan

Berbagai macam bahaya di lingkungan kerja dapat terjadi sebagai akibat aktivitas manusia dalam proses produksi yang dapat memengaruhi kesehatan pekerja dan masyarakat sekitar industri. Untuk meminimalkan dampak negatif tersebut diperlukan pengelolaan lingkungan kerja yang diimplementasikan secara baik dan benar. Tujuan utama pengelolaan lingkungan kerja adalah agar kita mampu mengantisipasi, mengenal, mengevaluasi dan mengendalikan faktor bahaya yang timbul di lingkungan kerja yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan, keselamatan kerja dan ketidaknyamanan atau penurunan produktivitas kerja.

Hasil pengenalan dan penilaian potensi-potensi bahaya di lingkungan kerja tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk implementasi teknologi pengendalian agar tenaga kerja memperoleh kenyamanan serta kemudahan dalam pelaksanaan aktivitasnya, sehingga masyarakat tenaga kerja dan masyarakat umum terhindar dari faktor-faktor bahaya sebagai efek samping kemajuan teknologi. Tahap identifikasi bahaya ditujukan untuk mengetahui secara kualitatif dan kuantitatif bahaya yang sedang dihadapi atau yang dapat

terjadi sehingga dengan pengetahuan yang tepat tentang bahaya dan pencegahannya secara menyeluruh maka dapat diterapkan upaya pengendalian secara efektif dan efisien.

Prinsip dasar pengelolaan lingkungan kerja meliputi 3 tahap utama berikut ini: (Suma'mur, 2013)

1. Pengenalan bahaya terhadap faktor-faktor lingkungan kerja.
2. Penilaian/evaluasi terhadap bahaya faktor-faktor lingkungan kerja.
3. Pengendalian bahaya terhadap faktor-faktor lingkungan kerja.

1.2 Identifikasi Bahaya di Lingkungan Kerja

Bahaya di lingkungan kerja adalah kondisi atau faktor-faktor lingkungan kerja yang berpotensi menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan akibat kerja serta kecelakaan kerja. Bahaya di tempat kerja timbul karena adanya interaksi antar unsur produksi, yaitu manusia, peralatan, material, proses dan metode kerja. Sumber bahaya dapat berasal dari manusia, peralatan, bahan dan proses produksi, serta prosedur atau sistem kerja. Identifikasi bahaya merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk mendeteksi adanya ancaman bahaya di tempat kerja. Identifikasi bahaya dilakukan untuk mengidentifikasi faktor risiko kesehatan dan keselamatan kerja antara lain faktor fisik, kimia, biologi, ergonomi, dan psikologi pada pekerja. Dalam hal ini dibutuhkan pengamatan terhadap proses dan simpul kegiatan produksi, bahan baku yang digunakan, bahan atau barang yang dihasilkan termasuk hasil samping proses produksi, serta limbah yang terbentuk dari proses produksi.

Tahap identifikasi bahaya diawali dengan kegiatan antisipasi dan pengenalan bahaya terhadap faktor-faktor lingkungan kerja. Tahap penting identifikasi bahaya adalah pengumpulan informasi, misalnya terkait proses kerja/alur produksi, mesin/peralatan kerja, bahan baku dan bahan pendukung produksi, serta pengelolaan sisa produksi dan kondisi ruang/bangunan tempat kerja. Metode kegiatan antara lain menggunakan survei, observasi dan telaah dokumen atau laporan terkait atau data sekunder di tempat kerja. Informasi yang diperoleh selanjutnya akan dianalisis serta didiskusikan dengan pihak terkait dan dari kegiatan tersebut. Tahap pertama identifikasi bahaya kerja

dapat dimulai dengan mengadakan pendekatan dan diskusi dengan para pekerja yang berhubungan langsung dengan mesin, peralatan, komponen fisik dan tata laksana pekerjaan di tempat kerja. Pendekatan dan diskusi ini dimaksudkan untuk menanyakan ancaman bahaya kerja yang sering atau mungkin terjadi. Wawancara juga dapat dilakukan sebagai pelengkap informasi kepada teman-teman kerja, supervisor, pimpinan perusahaan, serikat buruh di lingkungan kerja, dan perusahaan asuransi kesehatan kerja. Hasil antisipasi bahaya (anticipation) berupa daftar potensi bahaya dan risiko yang dapat dikelompokkan berdasarkan jenis potensi bahaya, lokasi atau unit, kelompok pekerja atau berdasarkan pada tahapan proses produksi. Hasil kegiatan antisipasi bahaya akan menjadi dasar tahap kegiatan berikutnya yaitu pengenalan bahaya (recognition) yang dilakukan untuk mengenali bahaya lebih detail dan komprehensif.

Pengenalan bahaya dilakukan melalui serangkaian kegiatan dengan metode sistematis dan dapat dipertanggungjawabkan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik suatu bahaya secara menyeluruh, mengetahui sumber bahaya dan area yang berisiko, mengetahui proses kerja yang berisiko, dan mengetahui lingkup pekerja yang terpapar risiko bahaya. Pengenalan bahaya dilakukan dengan mempelajari setiap proses yang meliputi bahan-bahan baku, bahan pembantu, produk antara, bahan buangan, hasil produksi, hasil samping, sisa-sisa produksi, dan keadaan produksi serta peralatan bantu. Pengenalan potensi bahaya di tempat kerja dapat dilihat dengan menggunakan flowchart diagram/diagram alir proses produksi. Flowchart diagram proses dan operasi produksi berisi bahan baku, bahan pembantu, hasil antara, sisa-sisa produksi, bahan buangan, hasil samping, dan hasil produk, kondisi operasi kerja, jumlah/data tenaga kerja, serta teknologi pengendalian yang diterapkan dan ketersediaan alat pelindung diri.

Bila semua informasi tersedia, selanjutnya menggunakan flowchart diagram dilakukan “walk through survey” atau “industrial hygiene survey” dengan cara berjalan melintasi tahap proses produksi, dimulai sejak bahan baku masuk sampai produk akhir dihasilkan, dikemas dan masuk gudang. Walk through survey merupakan dasar untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi paparan bahaya potensial yang ada di tempat kerja secara langsung, biasanya dilakukan minimal 6 bulan sekali oleh safety officer, perwakilan manajemen, perwakilan pekerja dan *security* (Ramli S, 2010) (Plog, Barbara A, Jill Niland, Patricia J. Quinlan., 2012).

Kategori potensi bahaya lingkungan kerja dapat diklasifikasikan berdasarkan faktor-faktor lingkungan kerja sebagai berikut (Suma'mur, 2013) (Tarwaka, Solichul HA Bakri, Lilik Sudjaeng, 2004):

1. Potensi bahaya berdasarkan faktor fisik lingkungan kerja yang terdiri dari pencahayaan, kebisingan, vibrasi, tekanan panas atau suhu lingkungan kerja yang ekstrim, radiasi, dan getaran.
2. Potensi bahaya berdasarkan faktor kimia lingkungan kerja meliputi konsentrasi uap, gas, atau aerosol dalam bentuk debu atau fume yang berlebihan di lingkungan kerja. Paparan oleh bahaya kimiawi dapat masuk ke dalam tubuh dengan cara terhirup, tertelan, absorpsi melalui kulit atau dengan mengiritasi kulit maupun injeksi.
3. Potensi bahaya berdasarkan faktor biologi lingkungan kerja dapat berupa virus, bakteri, cacing, serangga, jamur, riketsia, klamidia. Para pekerja yang dapat terpapar bahaya ini contohnya adalah para pekerja di rumah sakit, pekerja yang menangani atau memproses sediaan biologis tumbuhan atau hewan, pekerja laboratorium, pekerja industri pengolahan makanan, pengangkut sampah dan pengolah limbah, petani, pengrajin yang menggunakan bahan dasar tanah.
4. Potensi bahaya berdasarkan faktor ergonomi lingkungan kerja dapat berasal dari desain peralatan kerja, mesin, dan tempat kerja yang buruk, aktivitas mengangkat beban, jangkauan yang berlebihan, penerangan yang tidak memadai, gerakan yang berulang-ulang secara berlebihan yang dapat mengakibatkan timbulnya gangguan muskuloskeletal pada pekerja.
5. Potensi bahaya berdasarkan faktor psikologi lingkungan kerja dapat berupa kepemimpinan dan komunikasi yang buruk, konflik interpersonal, konflik peran, motivasi kerja, kurangnya sumber daya untuk menyelesaikan pekerjaan, beban tugas yang terlalu berat, dan lingkungan tempat kerja yang tidak mendukung produktivitas kerja.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk identifikasi bahaya lingkungan kerja di atas antara lain sebagai berikut (Yuliani Setyaningsih, 2018):

1. Metode Pasif, di mana bahaya diidentifikasi karena pekerja mengetahui bahaya setelah bahaya terjadi. Misalnya seorang pekerja

tahu adanya bahaya listrik setelah tersengat listrik. Metode ini tidak efektif karena tidak semua bahaya menunjukkan keberadaannya dan dapat dilihat. Mengingat dampak bahaya/kecelakaan baru dikenali setelah terjadi, maka akan terlambat untuk deteksi dini dan diambil langkah pencegahan kejadian selanjutnya.

2. Metode Semi Proaktif, di mana bahaya diidentifikasi berdasarkan pengalaman/kejadian yang menimpa pekerja lain tanpa harus mengalami sendiri. Teknik ini kurang efektif dan ketersediaan data terbatas pada kejadian yang dilaporkan/pernah terjadi.
3. Metode Proaktif, di mana upaya identifikasi bahaya dilakukan dengan mencari bahaya sebelum terjadi dampak yang merugikan. Metode ini merupakan pilihan terbaik untuk memperoleh hasil identifikasi yang lebih komprehensif dan efektif untuk deteksi dini.

Dalam mendukung keberhasilan identifikasi bahaya di lingkungan kerja di atas, perlu diperhatikan beberapa faktor sebagai berikut:

1. Identifikasi bahaya harus sejalan dan relevan dengan proses produksi perusahaan sehingga dapat berfungsi dengan baik.
2. Identifikasi bahaya harus dinamis dan selalu mempertimbangkan adanya teknologi baru.
3. Keterlibatan semua pihak terkait dalam proses identifikasi bahaya.
4. Ketersediaan metode, peralatan, referensi, data dan dokumen untuk mendukung aktivitas identifikasi bahaya.
5. Akses terhadap regulasi yang berkaitan dengan aktivitas perusahaan termasuk pedoman industri dan data terkait sesuai jenis industri dan lingkup kegiatannya.

1.3 Evaluasi/Penilaian Bahaya di Lingkungan Kerja

Evaluasi atau penilaian bahaya adalah pengukuran bahaya di lingkungan kerja dengan metode yang spesifik dan terukur di mana hasilnya akan dianalisis

berdasarkan kesesuaian standar baku mutu/nilai ambang batas (NAB) menurut aturan/regulasi yang dapat dipertanggungjawabkan. Metode pengukuran yang dapat diterapkan antara lain dengan pengambilan sampel atau contoh uji menggunakan metode, prosedur dan peralatan standar yang hasilnya dapat mencerminkan tingkat bahaya dan keterpaparan tenaga kerja di lingkungan kerja tersebut. Contoh: mengukur kebisingan dengan sound level meter, pengukuran pencahayaan dengan menggunakan Lux Meter dan sebagainya, di mana hasil dari pengukuran ini dibandingkan dengan peraturan-peraturan pemerintah yang berlaku untuk mengetahui kesesuaiannya dengan nilai ambang batas (NAB). Apabila hasil penilaian bahaya diperoleh kesimpulan melebihi NAB maka harus dilakukan Tindakan pengendalian bahaya di lingkungan kerja tersebut.

Tujuan dari evaluasi/penilaian bahaya di lingkungan kerja antara lain untuk mendukung berbagai implementasi program Kesehatan dan keselamatan kerja berikut ini (Suma'mur, 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.

1.4 Pengendalian Bahaya di Lingkungan Kerja

Pengendalian faktor-faktor bahaya di lingkungan kerja bertujuan untuk menciptakan dan memelihara lingkungan kerja agar tetap sehat, aman serta memenuhi persyaratan kesehatan dan norma keselamatan kerja sehingga terbebas dari gangguan kesehatan dan keselamatan atau tenaga kerja tidak menderita penyakit akibat kerja dan tidak mengalami kecelakaan pada saat kerja.

Dalam pengendalian bahaya di lingkungan kerja dapat dilakukan berbagai program intervensi atau kegiatan yang bisa dipilih berdasarkan 5 tahapan pengendalian sebagai berikut (ILO, 2013):

1. Eliminasi
2. Substitusi
3. Pengendalian Teknik
4. Pengendalian Administratif
5. Penggunaan Alat Pelindung Diri

Eliminasi

Yaitu pengendalian bahaya dengan cara menghilangkan sumber bahaya yang berasal dari berbagai faktor lingkungan kerja sehingga jika sumber dihilangkan maka dapat ditiadakan potensi bahayanya. Contoh kegiatannya antara lain berupa penghentian proses kerja yang berbahaya, menghilangkan bahan kimia berbahaya atau penghentian penggunaan mesin sumber kebisingan.

Substitusi

Yaitu metode pengendalian bahaya melalui penggantian bahan, peralatan/mesin dan proses produksi. Metode ini merupakan salah satu cara terbaik untuk mengatasi paparan bahaya kerja yang ada, misalnya berupa penggantian bahan, alat atau cara kerja yang bahaya dengan kurang berbahaya. Misalnya mengganti bahan produksi bentuk serbuk dengan bentuk pasta, proses menyapu diganti vakum, atau pengecatan spray diganti dengan pencelupan.

Pengendalian Teknik

Yaitu modifikasi/rekayasa teknik yang diterapkan terhadap lingkungan kerja maupun sarana/peralatan/mesin di ruang kerja.

Beberapa contoh kegiatan tersebut antara lain:

1. Isolasi, yaitu sumber bahaya dan penerima diisolir menggunakan penghalang (barrier) sehingga bahaya dapat diisolasi di suatu titik saja.
2. Pengaturan ventilasi, misalnya dalam upaya pengendalian bahan pencemar udara ruang kerja yang berbentuk gas, uap atau debu dilakukan rekayasa ventilasi dengan pemasangan local exhaust ventilation di ruangan untuk menangkap uap kimia berbahaya dari sumbernya langsung sehingga menghindarkan paparan bahaya terhadap tenaga kerja.
3. Penggunaan metode basah untuk menghilangkan bahaya paparan debu terhadap tenaga kerja dengan cara menyiram sumber debu yang terdapat pada lantai dan dinding di lingkungan kerja. Teknik ini antara lain dapat diterapkan pada industri pengecoran logam di mana dapat disemprotkan air bertekanan tinggi pada tempat semburan debu logam untuk membersihkan cetakan.
4. Pemasangan alat pelindung mesin
5. Pemasangan alat sensor otomatis

Pengendalian Administratif

Yaitu pengaturan sistem kerja untuk meminimalkan interaksi pekerja dari paparan bahaya di tempat kerja.

Contoh kegiatannya antara lain:

1. Pengaturan jam kerja, shift kerja dan rotasi kerja
2. Pengembangan SOP/prosedur kerja
3. Penyusunan Contingency Plan sebagai dasar penanggulangan bahaya dan sistem tanggap darurat terhadap potensi bahaya dan risiko di lingkungan kerja
4. Edukasi, pelatihan dan sosialisasi cara kerja yang aman.

5. Pemeliharaan mesin dan peralatan kerja yang terencana dan diimplementasikan dalam program kerja secara rutin
6. Pengembangan program hygiene dan sanitasi lingkungan yang terintegrasi dengan baik
7. Pemisahan lokasi

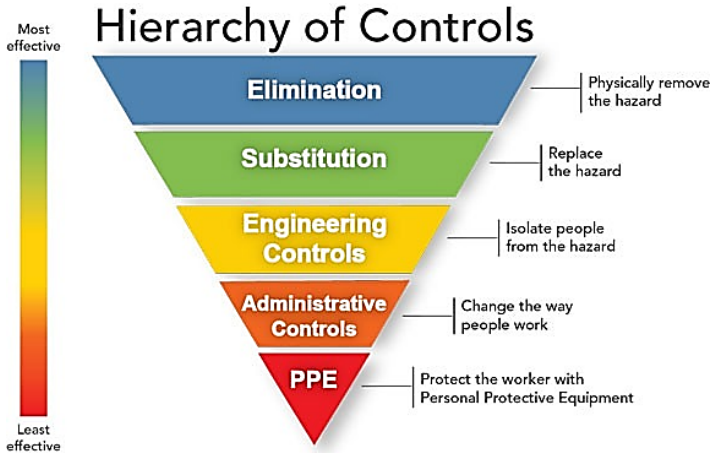
Penggunaan Alat Pelindung Diri

Yaitu penggunaan berbagai alat pelindung diri sesuai target organ tubuh tenaga kerja yang terpapar bahaya. Upaya ini merupakan alternatif terakhir dalam pengendalian bahaya apabila tidak dapat diterapkan metode pengendalian lainnya atau jika dibutuhkan tambahan perlindungan yang lebih ketat untuk menghindari bahaya di lingkungan kerja. Organ tubuh yang biasanya rentan memerlukan perlindungan antara lain mata, telinga, kulit dan saluran pernafasan. Jenis alat pelindung diri (APD) yang direkomendasikan disesuaikan potensi jenis bahaya di masing-masing tempat kerja. Penyediaan APD umumnya banyak dipilih karena dapat dengan segera dilaksanakan sedangkan eliminasi atau alternatif pengendalian bahaya lainnya akan memerlukan waktu yang lebih lama meskipun memiliki dampak pengendalian yang lebih besar.

Penggunaan APD lebih difokuskan untuk keselamatan pekerja secara individu sedangkan eliminasi dan substitusi akan menyangkut keselamatan dan kenyamanan tempat kerja secara menyeluruh dan komprehensif. APD merupakan kelengkapan wajib yang digunakan saat bekerja untuk melindungi pekerja dari bahaya/risiko di lingkungan kerja sesuai dengan Standard Operation Procedure (SOP) yang diterapkan oleh masing-masing tempat kerja. Syarat APD yang baik yaitu nyaman digunakan, memberikan perlindungan efektif terhadap bahaya dan tidak mengganggu pelaksanaan aktivitas kerja oleh pekerja.

Apabila alternatif penggunaan APD ini dipilih sebagai program pengendalian bahaya di lingkungan kerja oleh perusahaan/tempat kerja, maka perusahaan wajib menyediakan APD untuk seluruh pekerja yang menjadi sasaran program tersebut, serta mensosialisasikannya kepada semua pihak terkait didukung peraturan/kebijakan tertulis tentang kewajiban penggunaan APD di tempat kerja. Unsur-unsur terkait penggunaan APD meliputi pekerja, pengusaha dan tempat kerja harus dapat bersama-sama mendukung keberhasilan implementasi tersebut (Buntarto, 2015).

Hirarki pengendalian bahaya di tempat kerja sebagaimana dijelaskan di atas dapat diringkas dalam ilustrasi gambar 1.1 berikut ini:



Gambar 1.1: Hirarki Pengendalian Bahaya di Lingkungan Kerja (Yuliani Setyaningsih, 2018)

Berdasarkan hirarki pengendalian bahaya di atas dapat diketahui bahwa semakin kebawah urutan hirarki pengendaliannya, memiliki tingkat efektifitas yang semakin rendah dalam mengendalikan bahaya di lingkungan kerja. Upaya pengendalian paling efektif sebenarnya bukan penggunaan APD namun eliminasi bahaya, meskipun terdapat kendala/hambatan dalam implementasinya secara mudah dan segera.

Bab 2

Kecelakaan Kerja dan Produktivitas Kerja

2.1 Pendahuluan

Pada dasarnya manusia adalah makhluk yang produktif, karena mereka memiliki potensi masing-masing yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan sesuatu bagi orang lain. Produktivitas kerja akan terjaga apabila tidak ada kondisi-kondisi yang memengaruhi seperti kecelakaan kerja. Keselamatan kerja karyawan dari kecelakaan kerja merupakan sarana untuk pencegahan kecelakaan, cacat, dan kematian sebagai akibat kecelakaan kerja. Perusahaan yang menilai perlindungan kerja itu penting tentunya akan memperhatikan hal-hal tersebut untuk menghindari menurunnya produktivitas karyawan di perusahaan. Perusahaan perlu memelihara keselamatan para karyawan, ataupun buruh, ini menyangkut keselamatan fisik maupun mental.

Penurunan kesehatan para karyawan akan mengakibatkan kecenderungan tingkat ketidakhadiran yang tinggi sehingga mengakibatkan produksi yang menurun dan perusahaan mengalami kerugian. Keselamatan kerja merupakan keselamatan yang bertalian dengan mesin, pesawat, alat kerja, bahan dan proses pengolahannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaan. Produktivitas pada instansi adalah salah satu upaya

yang harus ditingkatkan kepada seluruh elemen yang ada didalamnya dengan salah satu cara yaitu meminimalisir kecelakaan kerja.

2.2 Kecelakaan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan hal yang penting dan harus mendapatkan perhatian serius. Perhatian dunia internasional terhadap keselamatan dan kesehatan kerja semakin tinggi sejak lahirnya Occupational and Safety Management Systems atau sering disingkat dengan OHSAS 18001: 1999 diterbitkan oleh British Standard International (BSI) dan badan-badan sertifikasi dunia yang berisi standar manajemen K3. Kecelakaan kerja merupakan bagian yang menjadi perhatian penting pula di industri organisasi terkait dengan keselamatan kerja karyawan. Apa itu kecelakaan kerja?

Kecelakaan kerja menurut beberapa sumber, di antaranya:

1. Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 03/Men/98 adalah suatu kejadian yang tidak dikehendaki dan tidak diduga semula yang dapat menimbulkan korban manusia dan atau harta benda.
2. OHSAS 18001:2007 menyatakan bahwa kecelakaan kerja didefinisikan sebagai kejadian yang berhubungan dengan pekerjaan yang dapat menyebabkan cedera atau kesakitan (tergantung dari keparahannya), kejadian kematian, atau kejadian yang dapat menyebabkan kematian.
3. Kejadian yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan atau yang berpotensi menyebabkan merusak lingkungan. Selain itu, kecelakaan kerja atau kecelakaan akibat kerja adalah suatu kejadian yang tidak terencana dan tidak terkendali akibat dari suatu tindakan atau reaksi suatu objek, bahan, orang, atau radiasi yang mengakibatkan cedera atau kemungkinan akibat lainnya (Heinrich et al., 1980).
4. Menurut AS/NZS 4801: 2001, kecelakaan adalah semua kejadian yang tidak direncanakan yang menyebabkan atau berpotensi menyebabkan cedera, kesakitan, kerusakan atau kerugian lainnya
5. Kecelakaan yang terjadi di tempat kerja atau dikenal dengan kecelakaan industri kerja. Kecelakaan industri ini dapat diartikan

suatu kejadian yang tidak diduga semula dan tidak dikehendaki yang mengacaukan proses yang diatur dari suatu aktivitas (Husni, 2003).

6. Menurut Pemerintah cq Departemen Tenaga Kerja RI, arti kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tiba-tiba atau yang tidak disangka-sangka dan tidak terjadi dengan sendirinya tetapi ada penyebabnya.

2.2.1 Klasifikasi Kecelakaan Kerja

Pengertian kejadian menurut standar (Australian AS 1885, 1990) adalah suatu proses atau keadaan yang mengakibatkan kejadian cedera atau penyakit akibat kerja. Ada banyak tujuan untuk mengetahui klasifikasi kejadian kecelakaan kerja, salah satunya adalah dasar untuk mengidentifikasi proses alami suatu kejadian seperti di mana kecelakaan terjadi, aktivitas apa yang karyawan lakukan, dan apa peralatan atau material yang digunakan oleh karyawan. Penerapan kode-kode kecelakaan kerja sangat membantu proses investigasi dalam menginterpretasikan informasi-informasi yang tersebut diatas.

Ada banyak standar yang menjelaskan referensi tentang kode-kode kecelakaan kerja, salah satunya adalah standar Australia AS 1885-1 tahun 1990. Berdasarkan standar tersebut, kode yang digunakan untuk mekanisme terjadinya cedera/sakit akibat kerja dibagi sebagai berikut:

1. Jatuh dari atas ketinggian
2. Jatuh dari ketinggian yang sama
3. Menabrak objek dengan bagian tubuh
4. Kecelakaan kendaraan/Mobil
5. Lain-lain dan mekanisme cedera berganda atau banyak
6. Mekanisme cedera yang tidak spesifik
7. Terpajan oleh getaran mekanik
8. Tertabrak oleh objek yang bergerak
9. Terpajan oleh suara keras tiba-tiba
10. Kontak dengan listrik dan lain sebagainya

2.2.2 Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja

Faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja ada beberapa pendapat. Faktor yang merupakan penyebab terjadinya kecelakaan pada umumnya dapat diakibatkan oleh 4 faktor penyebab utama (Husni:2003) yaitu:

1. Faktor manusia yang dipengaruhi oleh pengetahuan, keterampilan, dan sikap.
2. Faktor sumber bahaya yaitu:
 - a. Perbuatan berbahaya, hal ini terjadi misalnya karena metode kerja yang salah, kelelahan/kecapekan, sikap kerja yang tidak sesuai dan sebagainya;
 - b. Kondisi/keadaan bahaya, yaitu keadaan yang tidak aman dari keberadaan mesin atau peralatan, lingkungan, proses, sifat pekerjaan.
3. Faktor yang dihadapi, misalnya kurangnya pemeliharaan/perawatan mesin/peralatan sehingga tidak bisa bekerja dengan sempurna
4. Faktor material yang memiliki sifat dapat memunculkan kesehatan atau keselamatan pekerja.

Selain itu, faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja menurut Bennet dan Rumondang (1985) pada umumnya selalu diartikan sebagai “kejadian yang tidak dapat diduga”. Sebenarnya, setiap kecelakaan kerja itu dapat diramalkan atau diduga dari semula jika perbuatan dan kondisi tidak memenuhi persyaratan. Oleh karena itu kewajiban berbuat secara selamat dan mengatur peralatan serta perlengkapan produksi sesuai dengan standar yang diwajibkan. Kecelakaan kerja yang disebabkan oleh perbuatan yang tidak selamat memiliki porsi 80 % dan kondisi yang tidak selamat sebanyak 20%.

Perbuatan berbahaya biasanya disebabkan oleh:

1. Sikap dalam pengetahuan, keterampilan, dan sikap
2. Keletihan
3. Gangguan psikologis

2.2.3 Teori Penyebab Kecelakaan Kerja

1. Teori Domino

Teori ini diperkenalkan oleh H.W. Heinrich pada tahun 1931. Menurut Heinrich, 88% kecelakaan disebabkan oleh perbuatan/tindakan tidak aman dari manusia (unsafe act), sedangkan sisanya disebabkan oleh hal-hal yang tidak berkaitan dengan kesalahan manusia, yaitu 10 % disebabkan kondisi yang tidak aman (unsafe condition) dan 2% disebabkan takdir Tuhan. Heinrich menekankan bahwa kecelakaan lebih banyak disebabkan oleh kekeliruan atau kesalahan yang dilakukan oleh manusia.

Menurutnya, tindakan dan kondisi yang tidak aman akan terjadi bila manusia berbuat suatu kekeliruan. Hal ini lebih jauh disebabkan karena faktor karakteristik manusia itu sendiri yang dipengaruhi oleh keturunan (ancestry) dan lingkungannya (environment). Apabila terdapat suatu kesalahan manusia, maka akan tercipta tindakan dan kondisi tidak aman serta kecelakaan serta kerugian akan timbul.

2. Teori Swiss Cheese

Kecelakaan terjadi ketika terjadi kegagalan interaksi pada setiap komponen yang terlibat dalam suatu sistem produksi. Kegagalan suatu proses dapat dilukiskan sebagai “lubang” dalam setiap lapisan sistem yang berbeda. Dengan demikian menjelaskan apa dari tahapan suatu proses produksi tersebut yang gagal.

3. Teori Bird & Loftus

Kunci kejadian masih tetap sama seperti yang dikatakan oleh Heinrich, yaitu adanya tindakan dan kondisi tidak aman. Bird dan Loftus tidak lagi melihat kesalahan terjadi pada manusia/pekerja semata, melainkan lebih menyoroti pada bagaimana manajemen lebih mengambil peran dalam melakukan pengendalian agar tidak terjadi kecelakaan

Faktor keselamatan kerja menjadi penting karena sangat terkait dengan kinerja karyawan dan pada gilirannya pada kinerja perusahaan. Semakin tersedianya fasilitas keselamatan kerja semakin sedikit kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Pencegahan kecelakaan kerja adalah mencegah terjadinya kecelakaan

kerja, sebelumnya harus dimulai dari pengenalan bahaya di tempat kerja, estimasi, tiga langkah pengendalian, dalam pengenalan bahaya perlu adanya konfirmasi keberadaan bahaya di tempat kerja, memutuskan pengaruh bahaya; dalam mengestimasi bahaya perlu diketahui adanya tenaga kerja di bawah ancaman. Bahaya yang sudah diidentifikasi dan dinilai, maka selanjutnya harus dilakukan perencanaan pengendalian risiko untuk mengurangi risiko sampai batas maksimal.

2.3 Produktivitas Kerja

Pengertian produktivitas kerja banyak dijelaskan oleh beberapa ahli dengan beberapa ragam penafsiran yang berbeda. Menurut ilmu ekonomi produktivitas merupakan nisbah atau rasio antara hasil kegiatan (output) dan segala pengorbanan (biaya) untuk mewujudkan hasil (input). Husain Umar menyebutkan bahwa produktivitas kerja adalah suatu sikap mental yang berpandangan bahwa mutu kehidupan hari ini harus lebih baik dari hari kemarin dan hari esok lebih baik dari hari ini. Produktivitas dapat diukur sebagai suatu perbandingan antara hasil yang dicapai (output) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan (input), semakin tinggi nilai perbandingan semakin tinggi pula produktivitas kerjanya

Pengertian lain juga dijelaskan oleh Justine T.Sirait yang menyebutkan bahwa produktivitas adalah kemampuan seperangkat sumber-sumber ekonomi untuk menghasilkan sesuatu atau perbandingan antara pengorbanan (input) dengan penghasilan (output), semakin kecil pengorbanan yang diperlukan untuk mencapai suatu target penghasilan (output) dikatakan sebagai kegiatan produktif, sebaliknya makin tinggi input yang diperlukan untuk mencapai penghasilan tertentu dikatakan kurang produktif.

Sedangkan menurut Sedarmayanti (2001) mendefinisikan produktivitas kerja merupakan perbandingan dari efektivitas keluaran (pencapaian unjuk kerja maksimal) dengan efisiensi salah satu masukan (tenaga kerja) yang mencakup kuantitas dan kualitas.

2.3.1 Faktor yang memengaruhi produktivitas

Sondang P.Siagian dalam bukunya, menyebutkan bahwa faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas adalah:

1. Perbaikan secara terus-menerus

Perbaikan secara terus menerus dimaksudkan bahwa seluruh komponen organisasi harus melakukan perbaikan terus-menerus, pandangan ini bukan hanya merupakan salah satu kiat dalam mengelola organisasi dengan baik, Pentingnya etos kerja ini terlihat dengan lebih jelas apabila diingat bahwa suatu organisasi selalu dihadapkan kepada tuntutan yang terus-menerus berubah, baik secara internal maupun eksternal.

2. Peningkatan Mutu Hasil Pekerjaan

Berkaitan erat dengan upaya melakukan perbaikan secara terus-menerus ialah peningkatan mutu hasil pekerjaan oleh semua orang dan semua orang komponen organisasi. Jika secara tradisional ditekankan pentingnya orientasi hasil untuk dianut oleh manajemen, dewasa ini lebih ditekankan lagi orientasi hasil kerja dengan mutu yang semakin tinggi.

Hal ini perlu ditekankan karena "kearifan konvensional" (conventional wisdom) dalam dunia manajemen hanya menekankan pentingnya mutu produk yang dihasilkan. Padahal mutu tidak hanya berkaitan dengan produk yang dihasilkan dan dipasarkan, baik berupa barang maupun jasa, akan tetapi menyangkut semua jenis kegiatan yang diselenggarakan oleh semua satuan kerja, baik pelaksana tugas pokok maupun pelaksana tugas penunjang, dalam organisasi.

3. Pemberdayaan Sumber Daya Manusia

Dapat dinyatakan secara aksiomatis bahwa sumber daya manusia merupakan unsur yang paling strategik dalam organisasi. Tidak ada pilihan lagi bagi manajemen kecuali menerima aksioma tersebut.. Memberdayakan sumber daya manusia mengandung berbagai kiat, antara lain:

- a. Mengakui harkat dan martabat manusia.
- b. Manusia mempunyai hak-hak yang bersifat asasi dan tidak ada manusia lain termasuk manajemen yang dibenarkan untuk melanggar hak-hak tersebut.

- c. Satu kiat yang terbukti ampuh dalam pemberdayaan sumber daya manusia dalam organisasi adalah, penerapan gaya manajemen yang partisipatif melalui proses demokratisasi dalam kehidupan berorganisasi.
 - d. Perbaikan mutu kekayaan.
4. Filsafat organisasi
- Sesungguhnya titik tolak perumusan etos kerja bersifat filsafat yang pada mulanya dirumuskan oleh para pendiri (founding father) organisasi yang bersangkutan. Salah satu bentuknya yang dewasa ini dikenal makin meluas di kalangan bisnis adalah TQM (Total Quality Management) yakni suatu kredo manajemen yang menekankan pentingnya pendekatan menyeluruh atau holistik dalam mengelola suatu organisasi. Sesuatu yang menonjol dalam filsafat manajemen tersebut, terdiri dari:
- a. Fokus perhatian pada kepuasan pelanggan
 - b. Pemupukan loyalitas
 - c. Perhatian pada budaya organisasi
 - d. Pentingnya ketentuan formal dan prosedur

2.3.2 Manajemen Produktivitas dan Karakteristik Produktivitas

Peningkatan produktivitas perusahaan harus dimulai dari tingkat individu. Setiap individu yang produktif memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Secara konsisten selalu mencari gagasan yang lebih baik dan cara penyelesaian tugas yang lebih baik.
2. Selalu memberi saran-saran untuk perbaikan secara sukarela
3. Menggunakan waktu secara efektif dan efisien.
4. Selalu melakukan perencanaan dan menyertakan jadwal waktu.
5. Bersikap positif terhadap pekerjaannya.
6. Dapat berlaku sebagai anggota kelompok.
7. Dapat memotivasi dirinya sendiri melalui dorongan dari dalam.
8. Memahami pekerjaan orang lain yang lebih baik
9. Mau mendengarkan ide-ide orang lain yang lebih baik.

10. Hubungan antar pribadi pada semua tingkatan dalam organisasi berlangsung dengan baik.

Berdasarkan identifikasi terhadap setiap individu dalam sistem organisasi kemudian dilakukan perencanaan yang terintegrasi dan komprehensif untuk meningkatkan produktivitas. Langkah-langkah perencanaan produktivitas pada dasarnya mencakup lima tahap, di antaranya adalah:

1. Menganalisis situasi yang mendalam.
2. Merancang program produktivitas.
3. Menciptakan kesadaran terhadap produktivitas.
4. Menerapkan program peningkatan produktivitas.
5. Mengevaluasi program peningkatan produktivitas

Kriteria orang yang produktif tidak hanya meliputi hasil yang nyata berupa barang atau sesuatu yang terlihat oleh mata saja akan tetapi orang produktif adalah orang yang mampu memberikan inovasi-inovasi yang belum pernah ada, konsisten, berkembang, kreatif, dan komitmen pada organisasi atau instansi yang ada.

Bab 3

Statistik dan Investigasi Kecelakaan Kerja

3.1 Pendahuluan

Investigasi kecelakaan merupakan analisis dan perkiraan terhadap kecelakaan berdasarkan hasil penyelidikan yang teliti dari seluruh informasi yang dikumpulkan dan faktor-faktor yang berhubungan dengan kecelakaan. (Harber 1989) Dan semakin berkembangnya teknologi yang digunakan maka semakin banyak potensi dan faktor bahaya yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja (Dwijayanti 2018).

Kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang terjadi berhubungan dengan hubungan kerja. Hubungan kerja disini dapat berarti, bahwa kecelakaan terjadi dikarenakan oleh pekerjaan atau pada waktu melaksanakan pekerjaan. Kecelakaan kerja secara umum disebabkan oleh 2 hal pokok, yaitu perilaku kerja yang tidak aman (unsafe act) dan kondisi kerja yang tidak aman (unsafe condition). Work in safety Environment (WISE) yang menyatakan kecelakaan kerja terjadi 98% akibat unsafe act dan sisanya akibat unsafe condition. Hal ini berarti perilaku pekerjaan memegang peranan penting dalam terjadinya kecelakaan (Soputan, Sompie, and Mandagi 2014).

Menurut catatan *World Health Organization* (WHO), 45% penduduk dunia dan 58% penduduk yang berusia di atas sepuluh tahun tergolong tenaga kerja. (Suyono and Nawawinetu 2013). Diperkirakan dari jumlah tenaga kerja di atas, sebesar 35% sampai 50% pekerja di dunia terpajan bahaya fisik, kimia, biologi, dan juga bekerja dalam beban kerja fisik dan ergonomi yang melebihi kapasitasnya termasuk pula beban kerja psikologis. Berdasarkan statistic dari International Labour Office, 120 juta kecelakaan kerja terjadi setiap tahunnya di tempat kerja di seluruh dunia (Dwijayanti 2018).

Masalah kecelakaan kerja di Indonesia masih tergolong tinggi. Pada 2010 tercatat kasus kecelakaan kerja sebanyak 65.000 kasus atau menurun dibanding 2009 yang mencapai 96.314 kasus. Dari 96.314 kasus kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia pada 2009, sebanyak 87.035 tenaga kerja sembuh total, 4.380 mengalami cacat fungsi, 2.713 cacat sebagian, 42 cacat total, dan 2.144 meninggal dunia. Di Indonesia setiap tujuh detik terjadi satu kasus kecelakaan kerja (Akibat dan Pak 2007).

Untuk mengantisipasi terjadinya kecelakaan yang sama terulang kembali dan penerapan sistem investigasi dan pelaporan kecelakaan kerja. Tujuan dilakukannya investigasi untuk mengungkap penyebab terjadinya kecelakaan yang dialami oleh tenaga kerja, mengidentifikasi kondisi tindakan yang tidak aman atau prosedur kerja yang tidak sesuai lagi dengan yang berkontribusi langsung terhadap kecelakaan sehingga kecelakaan yang sama tidak terjadi. Akan tetapi walaupun telah ada program investigasi kecelakaan masih ditemukan adanya kecelakaan yang sama terulang kembali. (Soputan, Sompie, and Mandagi 2014). Penghitungan kecelakaan kerja adalah hal yang fundamental dalam dunia keselamatan dan kesehatan kerja karena tujuan utama dari keselamatan dan kesehatan kerja adalah pencegahan kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Dalam analisis kecelakaan kerja pertama kali harus mencari fakta yang mendahului (anteseden) yang tidak tetap dan mencari hubungan logis. Kemudian anteseden tetap yang berperan terhadap kecelakaan. Dalam menyusun suatu analisis, seorang analisis bekerja mundur, mulai dari cedera, kejadian kecelakaan anteseden tetap dan tidak tetap yang langsung berkaitan dengan kejadian kecelakaan dan anteseden lain yang mendahului (Mansyur 2007). Kaitan antara anteseden dengan kejadian kecelakaan digambarkan dengan bagan atau disebut pohon penyebab.

Analisis kecelakaan kerja adalah sebuah studi yang bertujuan untuk menggambarkan apa yang sebenarnya terjadi, menentukan sebab yang sebenarnya, mengukur risiko, mengembangkan tindakan kontrol, menentukan

kecenderungan (trend), dan menunjukkan peran serta dalam kasus kecelakaan kerja yang terjadi. Informasi dikumpulkan di tempat kejadian segera setelah terjadi kecelakaan. Penyelidikan dan analisa sebaiknya dilakukan oleh petugas yang terlatih atau petugas yang telah mengenal dengan baik tempat kerja tersebut. Informasi diperoleh dari korban, saksi mata, teman sekerja, pengawas kerja dan lain-lain. Informasi dapat dilengkapi dengan laporan teknis untuk mendukung analisis.

Hal ini menunjukkan pentingnya sebuah statistik dalam kecelakaan kerja yaitu untuk mengetahui apakah kecelakaan kerja dalam waktu tertentu mengalami kenaikan ataupun penurunan. Selain itu, statistik kecelakaan kerja juga dapat menjadi suatu rujukan untuk melakukan peninjauan lebih lanjut terhadap tempat kerja yang memiliki kecenderungan terjadinya kecelakaan agar dapat ditangani lebih lanjut lagi sehingga para pekerja dapat bekerja dengan safety condition.

3.2 Pengertian Statistik Kecelakaan Kerja

Statistik dalam arti sempit adalah ringkasan berbentuk angka. Sedangkan di dalam arti luas adalah suatu ilmu yang mempelajari cara pengumpulan, pengolahan, penyajian dan analisis data serta pengambilan kesimpulan secara umum berdasarkan hasil penelitian yang tidak menyeluruh (Pengawasan et al. 2004). Statistik kecelakaan kerja merupakan data atau fakta-fakta yang diperlukan untuk mendeskripsikan keadaan jumlah tenaga kerja yang terpapar atau yang mengalami kecelakaan kerja, jumlah kasus kecelakaan kerja yang dialami, jenis kecelakaan, akibat-akibat kecelakaan, kelompok tenaga kerja yang mengalami kecelakaan kerja, penyebab kecelakaan kerja serta waktu dan tempat kecelakaan kerja terjadi.

Data kecelakaan kerja dapat disusun dan diolah dengan baik apabila semua kecelakaan kerja dari semua divisi atau bagian di perusahaan dilaporkan dengan lengkap. Disamping itu juga data kecelakaan kerja harus dilaporkan kepada pihak-pihak yang berkepentingan seperti Badan penyelenggara asuransi tenaga kerja untuk keperluan klaim tenaga kerja dan ke kantor

Departemen Tenaga Kerja setempat untuk keperluan pencatatan dan pelaporan data kecelakaan kerja.

3.2.1 Jenis Statistik

Statistik dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu statistik deskriptif dan statistik inferensial. Selanjutnya statistik inferensial dibedakan menjadi statistik parametrik dan nonparametrik.

1. Statistik deskriptif adalah Statistik yang digunakan untuk menggambarkan suatu hasil observasi atau pengamatan. Juga hasil akhirnya tidak digunakan untuk menarik kesimpulan.
2. Statistik inferensial adalah teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis data sampel dan hasilnya diberlakukan untuk populasi yang jelas dan teknik pengambilan sampel dari populasi itu dilakukan secara random.(Sugiono, 2014)

3.2.2 Penghitungan Statistik Kecelakaan

Salah satu referensi perhitungan angka kecelakaan yang paling banyak digunakan oleh praktisi adalah OSHA Log 300 yang dibuat oleh Occupational Safety and Health Administration Amerika Serikat. OSHA Log 300 ini berupa form / borang untuk mencatat luka dan penyakit akibat kerja. Sebuah kecelakaan atau penyakit dikategorikan sebagai kecelakaan atau penyakit akibat kerja jika sebuah kejadian atau pajanan di tempat kerja menyebabkan bertambah buruknya kondisi awal sebelum terjadinya kejadian baik kecelakaan ataupun penyakit akibat kerja. Tempat kerja termasuk pada tempat-tempat di mana 1 atau beberapa pekerja sedang berada karena perintah pekerjaan.(Perhitungan kecelakaan kerja n.d.)

OSHA Log 300 juga memberikan penjelasan mengenai penghitungan statistik kecelakaan yang meliputi:

Incidence Rate (IR)

$$IR = \frac{\text{Number of OSHA Recordable Case} \times 200.000}{\text{Number of Employee Labor Hours Worked}}$$

Contoh:

Di sebuah perusahaan terdapat 17 pegawai tetap dengan 3 orang pegawai kontrak yang bekerja selama rata-rata 20 jam per minggunya. Hasil perhitungan HRD menunjukkan bahwa total pegawai bekerja selama 28400 jam kerja per tahun. Jika perusahaan mendapatkan 2 kecelakaan kerja recordable maka perhitungannya menjadi:

$$\text{IR} = \frac{2 \times 200,000}{28,400} \qquad \text{IR} = \frac{400,000}{28,400} \qquad \text{IR} = 14.08$$

Dari angka di atas dapat disimpulkan bahwa dalam setiap 100 tenaga kerja, 14.08 tenaga kerja telah terlibat dalam luka recordable.

Lost Time Case Rate (LCT)

Lost Time Case Rate mirip dengan perhitungan Recordable Incident rate, hanya saja, faktor pembilangnya merupakan jumlah kasus lost time. Kecelakaan lost time merupakan kecelakaan di mana seseorang tidak bisa datang ke tempat kerjanya setelah 1 hari setelah kecelakaan lost time. Perhitungannya dibuat dengan mengalikan jumlah kecelakaan lost time dengan 200.000 dan dibagi dengan jumlah jam kerja yang ada dalam perusahaan

$$\text{LTC Rate} = \frac{\text{Number of Lost Time Cases} \times 200,000}{\text{Number of Employee Labor Hours Worked}}$$

Contoh perhitungan diberikan dalam contoh di bawah di mana kita mengambil misalnya adanya 2 kecelakaan lost time:

$$\text{LTC Rate} = \frac{1 \times 200,000}{28,400} \qquad \text{LTC Rate} = \frac{200,000}{28,400} \qquad \text{LTC Rate} = 7.04$$

Dari perhitungan di atas, kita dapat menyimpulkan bahwa dari 100 pekerja, terdapat 7.04 pekerja yang mendapatkan kasus lost time.

DART Rate (Days Away / Restricted or Job Transfer Rate)

DART Rate merupakan hal yang baru diaplikasikan dalam industri. Perhitungannya adalah dengan menjumlahkan kecelakaan dari lost day dan

restricted days atau yang menyebabkan pekerja harus pindah pekerjaan ke pekerjaan yang lebih ringan. Jumlah kecelakaan tersebut kemudian dikalikan dengan 200.000 kemudian dibagi dengan jam kerja karyawan di perusahaan. Rumus DART Rate adalah sebagai berikut:

$$\text{DART Rate} = \frac{\text{Total Number of DART incidents} \times 200,000}{\text{Number of Employee Labor Hours Worked}}$$

Contoh perhitungan dari DART Rate: misalnya dari 2 recordable incident terdapat 1 buah kecelakaan yang masuk dalam kategori DART, sehingga perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{DART Rate} = \frac{2 \times 200,000}{28,400} \quad \text{DART Rate} = \frac{400,000}{28,400} \quad \text{DART Rate} = 14.08$$

Dari perhitungan di atas, kita bisa mengambil kesimpulan bahwa dari 100 karyawan, terdapat 14.08 kecelakaan DART.

Severity Rate

Severity rate atau tingkat keparahan kecelakaan adalah perhitungan di mana jumlah total hari pekerja yang hilang dibagi dengan jumlah kecelakaan yang recordable.

$$\text{SR} = \frac{\text{Total number lost workdays}}{\text{Total number of recordable incidents}}$$

Contoh perhitungan: misalnya terdapat total 5 hari hilang akibat 1 kecelakaan lost time dan 1 kecelakaan medical treatment. Maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{SR} = \frac{5}{2} = 2,5$$

Dari perhitungan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa dalam setiap recordable incident di perusahaan, rata-rata terdapat 2.5 hari hilang karena kecelakaan atau penyakit akibat kerja.

3.3 Tujuan Statistik Kecelakaan Kerja

Maksud dan tujuan dari analisis data kecelakaan kerja adalah untuk menemukan dan menentukan faktor - faktor kecelakaan yang terkait dengan peristiwa kecelakaan yang terjadi. Dari hasil analisa dimaksud selanjutnya dapat diambil langkah - langkah untuk mencegah terulang kembali kecelakaan serupa, yaitu melalui koreksi terhadap kondisi maupun tindakan yang tidak aman. Tujuan statistik dalam penerapan K3 adalah digunakan untuk menilai 'OHS Performance Program'.

Dengan menggunakan statistik dapat memberikan masukan ke manajemen mengenai tingkat kecelakaan kerja serta berbagai faktor yang dapat digunakan sebagai dasar untuk mencegah menurunnya kinerja K3.

Adapun tujuan utamanya, yaitu:

1. Memperkirakan penyebab dan besarnya permasalahan kecelakaan yang terjadi
2. Mengidentifikasi pencegahan utama yang dibutuhkan
3. Mengevaluasi efektivitas pencegahan yang dilakukan
4. Memonitoring risiko bahaya, peringatan bahaya dan kampanye keselamatan kerja
5. Mencari masukan informasi dari pencegahan yang dilakukan

3.4 Tujuan Investigasi Kecelakaan Kerja

Pengidentifikasian potensi bahaya dari suatu kegiatan kerja merupakan inti seluruh kegiatan pencegahan kecelakaan. Akan tetapi, pengidentifikasian bahaya bukanlah ilmu pasti tetapi merupakan kegiatan subjektif di mana ukuran bahaya yang teridentifikasi akan berbeda di antara orang satu dengan orang lainnya, tergantung pada pengalaman masing-masing, sikap dalam menghadapi risiko/bahaya, familiaritas terhadap proses bersangkutan dan sebagainya.

Bahaya dapat dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan sumbernya yaitu:

1. Fisik, contohnya adalah kebisingan, ergonomi, radiasi, dan pengangkatan manual.

2. Mekanik, contohnya adalah seperti part yang bergerak, dan part yang berotasi.
3. Elektrikal, contohnya adalah voltase dan area magnetik.
4. Kimia, contohnya adalah substansi yang mudah terbakar, beracun, dan korosif.
5. Biologis, contohnya adalah virus dan bakteri.

Temuan sumber bahaya pada setiap inspeksi harus dicatat sehingga dapat dijadikan acuan ketika memutuskan tindakan korektif yang diperlukan. Hal tersebut juga dilakukan agar hasil inspeksi tersebut dapat dibandingkan dengan inspeksi sebelumnya. Proses identifikasi diawali dengan penentuan teknik identifikasi yang dinilai akan memberikan informasi yang dibutuhkan.

Teknik - teknik yang dapat digunakan antara lain:

1. Survei keselamatan kerja:
 - a. Kadang dinamakan inspeksi keselamatan kerja.
 - b. Inspeksi umum terhadap seluruh area kerja.
 - c. Cenderung kurang rinci dibandingkan teknik-teknik lainnya.
 - d. Memberikan gambaran yang menyeluruh tentang keadaan pencegahan kecelakaan di seluruh area kerja tertentu.
2. Patroli keselamatan kerja:
 - a. Inspeksi terbatas pada rute yang ditentukan terlebih dahulu.
 - b. Perlu merencanakan rute berikutnya untuk memastikan cakupan menyeluruh atas area kerja.
 - c. Mempersingkat waktu setiap inspeksi.
3. Pengambilan sampel keselamatan kerja.
 - a. Melihat pada satu aspek kesehatan atau keselamatan kerja saja.
 - b. Fokuskanlah perhatian untuk melakukan identifikasi lebih rinci.
 - c. Perlu merencanakan serangkaian pengambilan sampel yang mencakup seluruh aspek kesehatan dan keselamatan kerja.
4. Audit keselamatan kerja.
 - a. Inspeksi tempat kerja dengan teliti.
 - b. Lakukanlah pencarian untuk mengidentifikasi semua jenis bahaya.
 - c. Jumlah setiap jenis bahaya yang teridentifikasi harus dicatat.

- d. Dapat dikembangkan menjadi sistem peringkat untuk mengukur derajat ‘kesehatan dan keselamatan kerja’ di perusahaan.
 - e. Audit ulang perlu dilakukan untuk menilai perbaikan-perbaikan apa saja yang telah dilakukan.
5. Pemeriksaan lingkungan.
- a. Dilakukan berdasarkan pengukuran konsentrasi zat-zat kimia di atmosfer.
 - b. Dapat mengidentifikasi kemungkinan bahaya terhadap kesehatan di tempat kerja.
 - c. Pemeriksaan dengan sampel kasar sangat tidak akurat dan sangat mahal.
6. Laporan kecelakaan.
- a. Dibuat laporan setelah kecelakaan terjadi.
 - b. Kecelakaan kecil perlu untuk dicatat dan juga kerugian berupa hilangnya waktu kerja dan produksi.
 - c. Laporan harus mengindikasikan tindakan pencegahan yang perlu dilakukan.

3.5 Manfaat Statistik Kecelakaan Kerja

Manfaat statistik dalam penerapan K3 yaitu digunakan untuk menilai “OHS Performance Programs”. Dengan menggunakan statistik dapat memberikan masukan ke manajemen mengenai tingkat kecelakaan kerja serta berbagai faktor yang dapat digunakan sebagai dasar untuk mencegah menurunnya kinerja K3.

Konkritnya statistik dapat digunakan untuk:

1. Mengidentifikasi kecenderungan penyebab dari timbulnya kecelakaan kerja. Hal ini dapat dilakukan berdasarkan data statistik yang dimiliki agar kecenderungan timbulnya kecelakaan kerja pada wilayah tertentu dapat segera diatasi.
2. Mengetahui peningkatan atau berbagai hal yang memperburuk kinerja K3. Dengan adanya statistik kecelakaan kerja, kinerja dari K3

dapat di monitoring dengan baik yaitu untuk mengetahui apakah kinerja para pekerja mengalami peningkatan (kurangnya terjadi kecelakaan) atau angka kecelakaan yang semakin meroket di wilayah tersebut.

3. Membandingkan kinerja antara tempat kerja dan industri yang serupa. Statistik kecelakaan kerja juga ini dapat dijadikan sebagai pembanding antara wilayah kerja yang satu dengan yang lainnya, agar tiap wilayah kerja ataupun industri dapat mengetahui perkembangan / kelebihan serta kekurangan-kekurangan yang harus dibenahi.
4. Memberikan informasi mengenai prioritas pengalokasian dana K3. Statistik kecelakaan kerja dapat memberikan gambaran terkait dengan kondisi tempat kerja berdasarkan kecenderungan terjadinya kecelakaan kerja pada wilayah tersebut. Dengan adanya statistik ini pengalokasian dana K3 dapat terkontrol dengan baik untuk memperbaiki wilayah-wilayah yang rawan terjadi kecelakaan.
5. Memonitor kinerja organisasi, khususnya mengenai persyaratan untuk penyediaan system / tempat kerja yang aman. Ketika statistik kecelakaan kerja senantiasa dikontrol dan dipantau maka hal ini dapat meminimalisir kecelakaan kerja yang terjadi, sehingga menyebabkan para pekerja menjadi aman dan nyaman dalam bekerja.

3.6 Azas - Azas Statistik Kecelakaan Kerja

Agar data statistik dapat dibandingkan secara maksimum untuk tujuan pencegahan kecelakaan kerja, maka harus memperhatikan beberapa asas yang berlaku.

Suma'mur (2014) menjelaskan bahwa beberapa asas yang harus diterapkan antara lain:

1. Statistik kecelakaan kerja harus disusun atas dasar definisi yang beragam mengenai kecelakaan - kecelakaan dalam industri, dalam

kerangka tujuan pencegahan pada umumnya dan sebagai ukuran risiko - risiko kecelakaan pada khususnya. Semua kecelakaan yang didefinisikan demikian harus dilaporkan dan ditabulasikan secara seragam.

2. Angka - angka dan beratnya kecelakaan harus dikumpulkan atas dasar cara-cara seragam. Harus ada pembatasan-pembatasan seragam tentang kecelakaan, cara-cara seragam untuk mengukur waktu menghadapi risiko, dan cara-cara seragam untuk menyatakan besarnya risiko
3. Klasifikasi industri dan pekerjaan untuk keperluan statistik kecelakaan harus selalu seragam
4. Klasifikasi kecelakaan menurut keadaan-keadaan terjadinya dan menurut sifat dan letak luka atau kelainan harus seragam, dan dasar - dasar yang dipakai untuk menetapkan kriteria pemikiran harus selalu sama.

3.7 Sistem Pelaporan dan Statistik Kecelakaan Kerja

Pelaporan dan statistik data kecelakaan dilakukan dengan penilaian dan analisa kecelakaan yang di temukan di tempat kerja, hal ini ditujukan untuk upaya pencegahan kecelakaan, data ini juga berguna untuk menilai besarnya biaya penggantian perawatan bagi korban kecelakaan.

Informasi tentang kecelakaan kerja yang harus dicatat sebagai berikut:

1. Identifikasi di mana kecelakaan terjadi
2. Gambaran bagaimana kecelakaan itu terjadi
3. Penentuan tingkat jenis kecelakaan yang terjadi
4. Informasi ini harus didokumentasikan dengan benar untuk langkah-langkah pencegahan selanjutnya.
5. Pengumpulan informasi kecelakaan kerja mempunyai 3 fungsi yaitu:

- a. Di tempat kerja, data kecelakaan kerja digunakan untuk peringatan bagi tenaga kerja agar berhati-hati saat melakukan aktivitas
- b. Di bidang hukum, data ini digunakan untuk membuat peraturan tentang lingkungan kerja dan ketentuan penerapan keselamatan di tempat kerja
- c. Di bidang asuransi kecelakaan, data ini berguna untuk menentukan tingkat kecelakaan dan besarnya santunan yang harus diberikan sesuai tingkat kecelakaan yang terjadi.

Table 3.1: Contoh Laporan Kecelakaan Kerja:

Laporan Kecelakaan Kerja

No. Seri:

Pekerja Terluka:

Nama:	Tempat dan Tanggal Lahir:		Pekerja:
Alamat:	Kode Pos:	Warga Negara:	Pegawai Training:
Pekerjaan:	Waktu Kecelakaan: Tanggal/Bulan/Tahun/Jam		Keluarga Pekerja:

Nama Perusahaan:	No. Registrasi Perusahaan:	
Alamat:	Kode Pos:	Jumlah TK:
Jenis Perusahaan:	Masa Produksi:	Bulan: Tahun
Tempat terjadinya Kecelakaan:	Alamat:	Kode Pos:

Informasi Perusahaan:

Informasi Perusahaan:

1. Jenis Pekerjaan dan Tempat Kerja
2. Jenis Pekerjaan apa yang dilakukan korban saat kecelakaan terjadi?
3. Di mana terjadinya Kecelakaan?
4. Gambaran terjadinya kecelakaan
5. Apa yang sedang dilakukan korban saat kecelakaan terjadi dan alat apa yang digunakan?

6. Apakah ada kerusakan pada alat yang digunakan? (berhubungan dengan kondisi peralatan)
7. Apa saja faktor pendukung yang menyebabkan kecelakaan? (berhubungan dengan kondisi tempat kerja)

Tingkat Kecelakaan Kerja:

Jenis Kecelakaan		Bagian Organ Tubuh yang Terluka			
Tergores: - Luka terbuka - Luka Tertutup - Terpotong - Meninggal	Keracunan: - Terkena bahan kimia - Terkena radiasi - Tersengat listrik - Lain – lain	- Kepala - Mata - Leher - Punggung - Perut	- Pundak - Tangan - Jari - Kaki - Lain – lain		
Gambaran keseluruhan tentang kondisi korban sehubungan dengan tingkat kecelakaan:					
Tidak Absen	Absen 1- 3	Absen 4 – 14	Absen > 14 Hari	Cacat	Meninggal

Tanggal:

Tanda Tangan Petugas: ()

Bab 4

Behavior Based Safety

4.1 Pendahuluan

Terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja tentu saja menjadikan masalah yang besar bagi kelangsungan sebuah perusahaan. Kecelakaan kerja merupakan kejadian yang tidak diharapkan oleh semua orang karena dapat menimbulkan berbagai kerugian mulai dari kerugian materi hingga kematian. Pada umumnya kecelakaan kerja terjadi disebabkan oleh dua hal yaitu, perilaku tidak aman dan kondisi tidak aman. Data statistik di Amerika Serikat menunjukkan bahwa 85% dari kecelakaan pada proyek konstruksi disusahaanebabkan karena perilaku yang tidak aman (unsafe acts) dan 15% dari kecelakaan proyek konstruksi disebabkan oleh kondisi yang tidak aman (unsafe conditions).

Salah satu perilaku tidak aman adalah mengabaikan peraturan yang telah ditetapkan oleh organisasi seperti: tidak menggunakan alat pelindung diri, tidak mengikuti standar operasional prosedur kerja, atau tidak memperhatikan rambu-rambu bahaya. Tindakan tidak aman yang dilakukan pekerja tersebut dapat semakin meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan kerja. Perilaku yang tidak aman yang dilakukan oleh tenaga kerja disebabkan karena kurangnya kesadaran pekerja terhadap keselamatan dan kesehatan kerja (Behavior Based Safety (BBS), 2018).

Untuk meningkatkan kesadaran pekerja mengenai K3, perlu mempromosikan perilaku aman di tempat kerja adalah bagian penting dari Manajemen Keselamatan Kesehatan Kerja. Karena sistem yang sudah dijalankan belum dapat menjamin bahwa aspek K3 telah sukses. Untuk itu, tingkat keberhasilan juga ditentukan oleh bagaimana organisasi dapat membangkitkan aspek K3 menjadi budaya di perusahaan.

Sejak Tahun 1984, *Behaviour Based Safety* (BBS) telah terbukti menjadi alat yang efektif untuk mengurangi kecelakaan kerja. Behavior Based Safety (BBS) adalah upaya pencegahan kecelakaan secara proaktif yang berfokus pada *at Risk Behavior* atau perilaku berbahaya yang berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan. Berdasarkan data statistik kecelakaan kerja bahwa lebih dari 85% kecelakaan disebabkan oleh *unsafe action* atau perilaku berbahaya dan dengan BBS ini, *Unsafe action* sebagai penyebab kecelakaan bisa dikurangi yang akhirnya tercapai nol kecelakaan kerja (*zero accident*). Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah proses yang berkesinambungan dengan melibatkan semua pihak yang ada dalam organisasi tersebut, sehingga apabila masing-masing anggota telah berperilaku berbasis Keselamatan (BBS), diharapkan akan tercapai budaya K3 di perusahaan (Wita, 2018).

4.2 Determinasi Kecelakaan Kerja

4.2.1 Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian atau peristiwa yang tidak diinginkan yang merugikan terhadap manusia, merusak harta benda atau kerugian terhadap proses. Kecelakaan kerja juga dapat didefinisikan suatu kejadian yang tidak dikehendaki dan tidak diduga semula yang dapat menimbulkan korban manusia dan atau harta benda. Setiap kejadian kecelakaan kerja pasti akan menimbulkan dampak maupun kerugian baik bagi tenaga kerja (termasuk rekan kerja, keluarga), pemilik perusahaan/industri maupun masyarakat (masyarakat sekitar industri dan konsumen). Adapun kerugian-kerugian yang disebabkan kecelakaan akibat kerja yaitu: kerusakan, kekacauan organisasi, keluhan dan kesedihan, kelainan dan cacat, dan kematian (Suyono and Nawawinetu, 2013).

Terdapat dua macam kecelakaan kerja industri dan kecelakaan kerja dalam perjalanan. Kecelakaan kerja industri adalah kecelakaan yang terjadi di tempat kerja karena adanya sumber daya bahaya atau bahaya di tempat kerja, sedangkan kecelakaan dalam perjalanan yaitu kecelakaan yang terjadi di luar tempat kerja dalam kaitannya dengan adanya hubungan kerja. Dapat disimpulkan bahwa kecelakaan akibat kerja adalah suatu kejadian yang tidak diduga, tidak dikehendaki, dan dapat menyebabkan kerugian baik jiwa maupun harta benda yang terjadi disebabkan oleh pekerjaan atau pada waktu melaksanakan pekerjaan serta dalam perjalanan berangkat dari rumah menuju tempat kerja maupun pulang ke rumah.



Gambar 4.1: Contoh Kecelakaan Kerja (Prabowo, 2018)

4.2.2 Penyebab Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja terjadi karena perilaku personel yang kurang hati-hati atau ceroboh atau bisa juga karena kondisi yang tidak aman, apakah itu berupa fisik, atau pengaruh lingkungan. Menurut (Ulva, 2019) secara umum penyebab langsung kecelakaan kerja terbagi atas dua golongan, yaitu unsafe action (faktor manusia) dan unsafe condition (faktor lingkungan). Unsafe action dapat disebabkan oleh faktor manusia itu sendiri seperti: ketidakseimbangan fisik tenaga kerja, kurang pendidikan, bekerja melebihi jam kerja, menjalankan pekerjaan tidak sesuai keahliannya dan mengangkut beban yang berlebihan, sedangkan kecelakaan yang disebabkan oleh keadaan yang tidak aman (unsafe condition) disebabkan karena tempat kerja yang tidak sesuai dengan aturan kesehatan dan keselamatan kerja yang telah ditentukan. Dari hasil-hasil

penelitian bahwa 80-85% kecelakaan disebabkan oleh kelalaian atau kesalahan manusia.

Karakteristik penyebab umum kecelakaan antara lain adalah karena faktor perilaku pekerja itu sendiri yaitu kurangnya pengetahuan pekerja tentang pentingnya Alat Pelindung Diri (APD), sikap pekerja sudah merasa profesional sehingga penggunaan APD tidak diperlukan lagi pada saat bekerja.

4.2.3 Mekanisme Kecelakaan Kerja

Mekanisme terjadinya kecelakaan kerja dinamakan dengan “Domino Sequence” yaitu berupa:

1. Ancestry and Social Environment. Yakni pada orang yang keras kepala atau mempunyai sifat tidak baik lainnya yang diperoleh karena faktor keturunan, pengaruh lingkungan dan pendidikan, mengakibatkan seseorang bekerja kurang hati-hati, dan banyak berbuat kesalahan,
2. Fault of Person. Merupakan rangkaian dari faktor keturunan dan lingkungan tersebut diatas, yang menjurus pada tindakan yang salah dalam melakukan pekerjaan,
3. Unsafe Act and or Mechanical or Physical Hazards yang menerangkan bahwa tindakan berbahaya disertai bahaya mekanik dan fisik lain, memudahkan terjadinya rangkaian berikutnya,
4. Accident. Merupakan peristiwa kecelakaan yang menimpa pekerja dan umumnya disertai oleh berbagai kerugian,
5. Injury. Bahwa Kecelakaan mengakibatkan cedera atau luka ringan atau berat, kecacatan, dan bahkan kematian. Menurut Frank E. Bird dan Petterson dalam AM. Sugeng Budiono, (2003:236), pada awal 1970 mengemukakan bahwa penyebab utama kecelakaan kerja adalah ketimpangan pada sistem manajemen, sedangkan tindakan maupun keadaan yang tidak aman (unsafe) hanya memengaruhi saja.

4.3 Risk Assessment Dalam Pencegahan Kecelakaan Kerja

Pada dasarnya manajemen risiko bersifat pencegahan terhadap terjadinya kerugian maupun kecelakaan kerja. Langkah-langkah pengelolaan risiko dilakukan secara berurutan yang bertujuan untuk membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dengan melihat risiko dan dampak yang kemungkinan ditimbulkan. Tujuan dari manajemen risiko itu sendiri adalah meminimalkan kerugian dengan urutan terdiri dari Identifikasi Bahaya (Hazards Identification) yaitu Identifikasi seluruh sumber bahaya potensial yang ada di tempat kerja; Penilaian Risiko (Risk Assessment) yaitu menilai tingkat risiko penyakit akibat kerja dan kecelakaan akibat kerja; dan Pengendalian Risiko (Risk Control) yaitu kontrol terhadap penyakit akibat kerja dan kecelakaan akibat kerja.

TABEL 2.1. IDENTIFIKASI BAHAYA, PENILAIAN RISIKO, SKALA PRIORITAS, PENGENDALIAN RISIKO K3, DAN PENANGGUNG JAWAB

Nama Perusahaan		:						
Kegiatan		:						
Lokasi		:						
Tanggal dibuat		:						
		Halaman 1 /						
NO	URAIAN PEKERJAAN	IDENTIFIKASI BAHAYA	PENILAIAN RISIKO			SKALA PRIORITAS	PENGENDALIAN RISIKO K3	PENANGGUNG JAWAB (Nama Petugas)
			KEKERAPAN	KEPARAHAN	TINGKAT RISIKO			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	Pekerjaan galiun pada basement bangunan gedung dengan kondisi tanah labil	Tertimbun	3	3	9 (Tinggi)	1	1.1. Penggunaan turap 1.2. Menggunakan metode penambungan 1.3. Menyusun instruksi kerja pekerjaan galiun 1.4. Menggunakan rambu peringatan dan barikade 1.5. Melakukan pelatihan kepada pekerja 1.6. Penggunaan APD yang sesuai.	Pengawas lapangan/ quality engineer
Dit.								

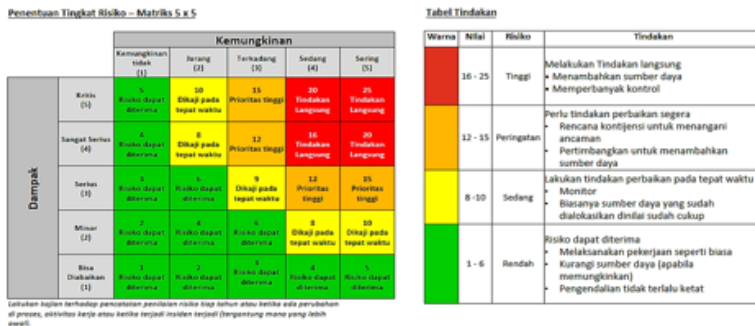
Gambar 4.2: Contoh Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, Skala Prioritas, Pengendalian Risiko K3 dan Penanggung Jawab (Nurdin, 2017)

Berikut merupakan prosedur identifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendaliannya antara lain:

1. Mengakomodasi kegiatan rutin.
2. Mengakomodasi kegiatan non rutin.
3. Kegiatan semua orang yang memiliki akses di tempat kerja.
4. Perilaku manusia, kemampuan dan faktor manusia lainnya.

5. Mengidentifikasi bahaya yang berasal dari luar tempat kerja yang dapat mempengaruhi kesehatan dan keselamatan personel di tempat kerja.
6. Bahaya yang ada di sekitar tempat kerja dikaitkan dengan kegiatan kerja penyedia jasa.
7. Sarana dan prasarana, peralatan dan bahan di tempat kerja yang disediakan oleh penyedia jasa atau pihak lain.
8. Modifikasi pada Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja termasuk perubahan sementara dan dampaknya pada operasi, proses dan kegiatannya.
9. Beberapa kewajiban perundangan yang digunakan terkait dengan penilaian risiko dan penerapan pengendaliannya.
10. Desain lokasi kerja, proses, instalasi, mesin/peralatan, prosedur operasi dan instruksi kerja termasuk penyesuaian terhadap kemampuan manusia

Contoh Matriks Kriteria Penilaian Risiko:



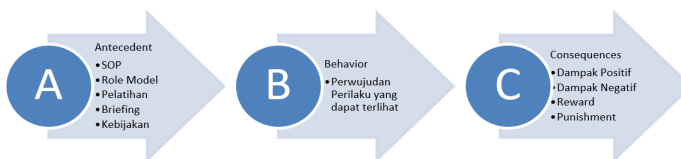
Gambar 4.3: Contoh Matrik Kriteria Penilaian Risiko (Soputan, Sompie and Mandagi, 2014)

4.4 Prinsip dan Metode Behavior Based Safety

Behavior Based Safety (BBS) adalah perilaku keselamatan manusia di area kerja dalam mengidentifikasi bahaya serta menilai potensi risiko yang timbul hingga bisa diterima dalam melakukan pekerjaan yang berinteraksi dengan aktivitas, produk dan jasa yang dilakukannya. *Behavior Based Safety* (BBS) merupakan suatu bentuk komunikasi tidak langsung antara dua pihak baik, pihak pekerja dan pihak manajerial. Adanya komunikasi yang baik, maka penyebaran informasi terkait K3 tersebar merata ke pekerja.

Behavior Based Safety (BBS) mengacu pada sebuah proses yang dirancang untuk mengurangi frekuensi kecelakaan yang berhubungan dengan pekerjaan dengan memantau perilaku yang aman dan mengurangi frekuensi perilaku pekerja yang negatif atau tidak tepat. Premis utamanya yaitu: penyebab langsung sebagian besar kecelakaan kerja yang sering terjadi adalah perilaku karyawan yang tidak aman (misalnya tidak memakai peralatan pelindung yang tepat, dan melepas pengamanan mesin).

Menurut Geller (2001), perilaku aman dapat dilihat dari perilaku pekerja ketika melakukan pekerjaannya di tempat kerja. Pendekatan Behavior Based Safety akan lebih berhasil jika didukung dengan pendekatan dan metode yang mendorong peningkatan perubahan perilaku dari yang tidak aman menjadi perilaku aman guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Model ABC yang terdiri dari Activator-Behavior-Consequence menjelaskan bahwa perilaku dipengaruhi langsung oleh adanya faktor activator yang mendahului terjadinya perilaku tertentu dan faktor consequence yang akan dapat menentukan perilaku tertentu dilakukan ulang sebagai perilaku baru. Consequence dapat bertindak sebagai activator baru atau activator kedua yang dapat memicu munculnya perilaku baru atau perilaku lain.



Gambar 4.4: Model Perilaku ABC (Cooper, 2009)

4.4.1 Proses Behavior Based Safety

Proses *Behavior Based Safety* menurut Prasetio (2017) sendiri terdiri dari identifikasi perilaku kritis, menetapkan tingkat perilaku dasar yang aman, dan mengembangkan mekanisme perbaikan berkelanjutan ke dalam program. Semua langkah dalam proses ini juga mewajibkan partisipasi karyawan untuk memastikan bahwa adanya program pendukung itu penting bagi berjalannya program secara efektif. Perilaku kritis dapat diidentifikasi dalam beberapa cara, termasuk evaluasi riwayat kecelakaan yang telah terjadi dan masukan dari mereka yang mengetahui tentang proses dalam organisasi.

Benchmarks (tolok ukur) untuk perilaku aman, yang disebut sebagai tingkat dasar yang dapat diterima, diukur berdasarkan persentase waktu perilaku aman diamati. Supervisor yang telah diberikan training program audit Behavior Based Safety akan mencari data tersebut berdasarkan penggunaan observasi pekerjaan dan data lain berkenaan dengan perilaku aman yang diobservasi. Seperti halnya program lainnya, sebuah proses perbaikan berkelanjutan terintegrasi ke dalam program *Behavior Based Safety*.

Benchmark dibuat, perilaku diamati dan diukur, perbandingan dibuat sesuai benchmark, dan kegiatan perbaikan diimplementasikan. Menurut Geller (2005) mengidentifikasi tujuh prinsip utama yang harus dijadikan pedoman saat mengembangkan proses *Behavior Based Safety* atau alat untuk manajemen keselamatan, yaitu:

1. Fokus pada proses intervensi terhadap perilaku
2. Lihatlah faktor eksternal untuk memahami dan memperbaiki perilaku
3. Perilaku langsung dengan aktivator atau antecedent (faktor yang melatarbelakangi) perilaku
4. Fokus pada konsekuensi positif untuk memotivasi perilaku
5. Terapkan metode ilmiah untuk memperbaiki intervensi perilaku
6. Gunakan teori untuk mengintegrasikan informasi, jangan membatasi kemungkinan
7. Rancang intervensi dengan mempertimbangkan perasaan dan sikap internal

Dalam pendekatan tradisional terhadap Behavior Based Safety, pekerja dan perilaku mereka adalah fokus utama. Tujuannya adalah untuk mendidik karyawan dan melembagakan proses yang melibatkan mereka dalam analisis

perilaku, observasi, dan koreksi. Biasanya, karyawan mengembangkan daftar perilaku kerja kritis, mengamati teman kerja sebaya yang melakukan pekerjaan, melaporkan pengamatan ini kepada teman kerja sebaya, dan membantu mengembangkan tindakan perbaikan yang tepat.

4.5 Penerapan dan Pengembangan Behavior Based Safety

Dalam penerapan program *Behavior Based Safety* (BBS), stimulus yang diberikan harus dilaksanakan terus-menerus, yaitu dengan melakukan observasi perilaku secara terus-menerus dan memberikan stimulus positif, pada akhirnya akan menghasilkan perubahan perilaku kerja aman (conditioned response of safe behavior).

Menurut Iskandar (2017) dalam penerapan *Behavior Based Safety* (BBS) dapat dilakukan dengan beberapa strategi, diantaranya:

1. Operant Conditioning adalah merubah perilaku dengan menghubungkan akibat yang didapatkan seseorang. Penerapannya dalam program BBS adalah bila dalam melakukan observasi perilaku kerja didapatkan pekerja telah melakukan pekerjaannya dengan benar dan aman, maka pekerja tersebut harus diberi reinforcement agar pekerja tersebut mengerti bahwa yang ia lakukan sudah benar dan aman sehingga perilaku kerja aman (safe behavior) akan diulangi terus. Bila perilaku kerja aman (safe behavior) ini terus diulang, maka kecelakaan kerja dan lingkungan dapat dicegah.
2. Social Learning adalah merubah perilaku melalui pengaruh model. Orang dapat belajar dari mengamati apa yang terjadi pada orang lain dan diajari sesuatu sedemikian rupa dari pengalaman langsung. Penerapannya dalam program BBS adalah komitmen dan partisipasi manajemen beserta para pemimpinnya secara aktif dan nyata dalam implementasi program BBS untuk menjadi model yang akan diikuti oleh seluruh jajaran dibawahnya secara aktif. Hal ini dapat mengurangi unsafe behavior menjadi safe behavior dalam bekerja.

3. **Developing Job Pride Through Behavior Reinforcement** menjelaskan bahwa perilaku dipengaruhi oleh efek yang didapatkannya. Efek yang negatif mengarah kepada kecilnya kemungkinan pengulangan perilaku. Sedangkan efek positif akan mengarah kepada pengulangan perilaku bertambah besar. Dalam prakteknya bila perilaku tertentu menghasilkan pengalaman yang negatif, misal mendapatkan hukuman, denda, menyakitkan, perasaan tidak menyenangkan dan lainnya yang negatif, maka perilaku tertentu itu cenderung untuk tidak diulangi lagi.

Bila perilaku itu mendatangkan pengalaman yang positif seperti penghargaan, kesenangan, hadiah, kepuasan, dan lainnya yang positif, maka perilaku tersebut cenderung untuk diulangi. Behavior reinforcement berbeda dengan penghargaan kepada pribadi pada umumnya. Penerapannya dalam program BBS adalah penghargaan atau perhatian positif lainnya perlu diberikan terhadap orang yang melakukan kerja aman (safe behavior). Penghargaan ataupun perhatian positif tersebut diberikan terhadap sesuatu yang spesifik yang telah dilakukan oleh pekerja tersebut dengan aman. Pemberian hukuman akibat dari perilakunya tidak akan merubah perilaku secara permanen sebab perilaku tersebut berubah karena takut mendapat hukuman.

4. **Giving Feedback** adalah proses perubahan perilaku memerlukan feedback sebagai mekanisme untuk meningkatkan kepekaan terhadap error generating work habits, terutama kekeliruan yang potensial menimbulkan kecelakaan.



Gambar 4.5: Enam Pilar Behavior Based Safety (Cooper, 2009)

Terdapat beberapa kriteria penting dalam pelaksanaan *Behavior Based Safety*, antara lain:

1. Melibatkan partisipasi karyawan berdasarkan participatory approach
2. Memusatkan perhatian secara spesifik pada perilaku tidak aman
3. Didasari pada data hasil observasi
4. Proses pengambilan keputusan
5. Melibatkan intervensi secara sistematis dan observasional
6. Menitikberatkan pada umpan balik terhadap perilaku pekerja
7. Dukungan penguat dari manager

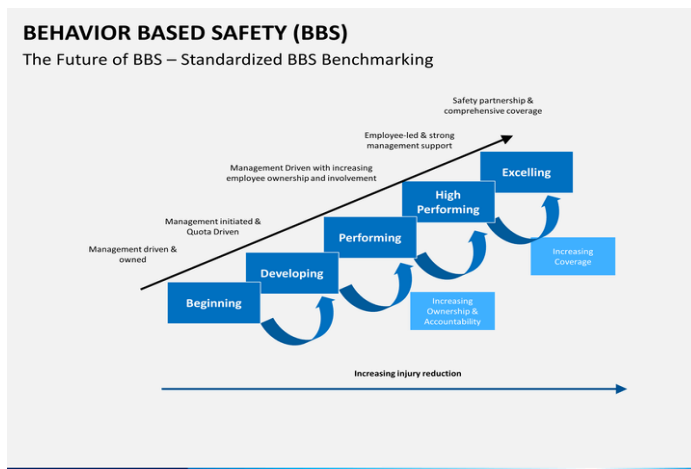
4.5.1 Komponen Penerapan Behavior Based Safety

Dalam penerapan behavior based safety perlu memperhatikan beberapa komponen berikut:

1. Identifikasi at-risk behavior
2. Pengembangan checklist observasi yang tepat
3. Melatih setiap orang dan observer dalam melakukan observasi
4. Penilaian perilaku aman secara terus menerus
5. Feedback umpan balik

6. Membangkitkan semangat keterlibatan dalam kegiatan Behavior Based Safety, perlu diberikan penghargaan bagi individu maupun tim.

Level pencapaian penerapan *Behavior Based Safety* yang biasa dikenal dengan behavioral safety maturity ladder yang terdiri dari 5 level yaitu (Cooper, 2009): beginning, developing, performing, high performing, dan excelling.



Gambar 4.6: Standardized Behavior Based Safety Benchmarking (Cooper, 2009)

Bab 5

Risiko Kebakaran di Tempat Kerja

5.1 Pendahuluan

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah istilah dari faktor penting yang memproteksi pekerja, perusahaan, lingkungan hidup, dan masyarakat sekitar dari bahaya akibat kecelakaan kerja. Berdasarkan istilah dari perlindungan tersebut merupakan hak asasi yang wajib dipenuhi oleh setiap instansi, perusahaan maupun instansi terkait. Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) bertujuan untuk mencegah, mengurangi, bahkan meniadakan risiko kecelakaan kerja (zero accident). Penerapan konsep ini tidak boleh dianggap sebagai upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang perlu menghabiskan banyak biaya (cost) suatu instansi terkait, melainkan harus dianggap sebagai bentuk investasi jangka panjang yang akan memberikan keuntungan berlimpah pada masa yang akan datang (Supriyadi, Nalhadi and Rizaal, 2015).

Keselamatan dan kesehatan kerja adalah hal yang tidak akan terpisahkan dalam faktor-faktor ketenagakerjaan dan sumber daya manusia. Menerapkan Keselamatan dan kesehatan kerja tidak semata-mata hanya untuk memberikan keuntungan kepada pihak karyawan namun juga dapat menghasilkan kinerja

karyawan yang lebih produktif sehingga dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan dan instansi. penerapan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) tidak hanya menjadi tanggung jawab karyawan semata, akan tetapi juga merupakan tanggung jawab pihak instansi untuk menjamin kesehatan dan keselamatan bersama (Ramli, 2010).

Selain itu perlengkapan keselamatan kerja pada sebuah ruangan tempat kerja praktek atau laboratorium hendaknya dipergunakan secara optimal untuk menghindari resiko kecelakaan. Untuk itu, buku ini membahas tentang prinsip keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada penanganan pencegahan bahaya kebakaran dan nantinya buku ini dapat digunakan untuk menambah pengetahuan, pengalaman, dan sebagai salah satu acuan, petunjuk maupun pedoman bagi pembaca dalam menerapkan prinsip Keselamatan dan kesehatan kerja (Subagyo, 2018).

Kebakaran merupakan suatu bencana yang diakibatkan oleh adanya api. Yang mana bencana kebakaran tersebut tentunya dapat menimbulkan kerugian. Api adalah suatu reaksi kimia (oksidasi) cepat yang terbentuk dari 3(tiga) unsur yaitu: seperti panas, adanya udara serta adanya bahan bakar yang akan dapat menimbulkan dan menghasilkan panas serta cahaya. Segitiga api adalah elemen pendukung terjadinya kebakaran dimana elemen tersebut adalah panas, bahan bakar dan oksigen. Namun dengan adanya ketiga elemen tersebut, kebakaran belum terjadi dan hanya menghasilkan pijar (Edi Widodo, 2003)

5.2 Apa Itu Kebakaran?

Berlangsungnya suatu pembakaran diperlukan komponen keempat, yaitu rantai reaksi kimia (chemical chain reaction). Teori ini dikenal sebagai Piramida Api atau Tetrahedron. Rantai reaksi kimia adalah peristiwa dimana ketiga elemen yang ada saling bereaksi secara kimiawi, sehingga yang dihasilkan bukan hanya pijar tetapi berupa nyala api atau peristiwa pembakaran.

Kebakaran terjadi karena bertemunya antara tiga unsur:

1. Bahan dapat terbakar adalah semua benda yang dapat mendukung terjadinya pembakaran. Ada tiga wujud bahan bakar, yaitu padat, cair dan gas. Untuk benda padat dan cair dibutuhkan panas pendahuluan

untuk mengubah seluruh atau sebagian darinya, ke bentuk gas agar dapat mendukung terjadinya pembakaran.

a. Benda padat

Bahan bakar padat yang terbakar akan meninggalkan sisa berupa abu atau arang setelah selesai terbakar. Contohnya: kayu, batu bara, plastik, gula, lemak, kertas, kulit dan lain-lainnya.

b. Benda cair

Bahan bakar cair contohnya: bensin, cat, minyak tanah, pernis, turpentine, lacquer, alkohol, olive oil, dan lainnya.

c. Benda gas

Bahan bakar gas contohnya: gas alam, asetilen, propan, karbon monoksida, butan, dan lain- lainnya

2. Zat pembakar (O₂) adalah dari udara, dimana dibutuhkan paling sedikit sekitar 15% volume oksigen dalam udara agar terjadi pembakaran. Udara normal di dalam atmosfer kita mengandung 21% volume oksigen. Ada beberapa bahan bakar yang mempunyai cukup banyak kandungan oksigen yang dapat mendukung terjadinya pembakaran
3. Panas, sumber panas diperlukan untuk mencapai suhu penyalaan sehingga dapat mendukung terjadinya kebakaran. Sumber panas antara lain: panas matahari, permukaan yang panas, nyala terbuka, gesekan, reaksi kimia eksotermis, energi listrik, percikan api listrik, api las / potong, gas yang dikompresi

Tiga unsur di atas dapat kita ketahui bahwa api yang tidak terkontrol dapat mengakibatkan kebakaran. Kebakaran merupakan sesuatu bencana yang disebabkan oleh api atau pembakaran yang tidak terkawal. Menurut Permen PU RI No. 26/PRT/M/2008, bahaya kebakaran adalah bahaya yang diakibatkan oleh adanya ancaman potensial dan derajat terkena pancaran api sejak awal kebakaran hingga penjalaran api yang menimbulkan asap dan gas. Hal ini tentunya membahayakan nyawa manusia,

Bangunan atau ekologi. Kebakaran bisa terjadi secara sengaja atau tidak sengaja. Kebakaran lazimnya akan menyebabkan kerusakan atau kemusnahan pada binaan dan kecederaan atau kematian kepada manusia. Kebakaran

bersumber dari api, api memiliki filosofi saat kecil bisa dibilang teman tetapi saat sudah besar menjadi musuh (Peraturan Pemerintah, 2008). Dalam manajemen kebakaran yang menjadi bahaya kebakaran dapat bersumber dari proses produksi, material atau bahan yang digunakan, kegiatan kerja yang dijalankan dalam perusahaan serta instalasi yang mengandung potensi risiko (Serani, Lina and Isyatun, 2015).

5.3 Penyebab Umum Kebakaran

Beberapa bentuk kejadian kebakaran sampai menelan korban baik itu pengunjung ataupun karyawan tersebut. Untuk dapat dikendalikan, terdapat 3 bahan yang dapat menimbulkan kebakaran:

1. Adanya bahan mudah meledak
2. Terdapat sumber api
3. Oksigen yang dapat menimbulkan api dengan cepat membesar.

Kejadian atau penyebab kebakaran dapat memberikan dampak yang buruk ataupun kerugian bagi perusahaan atau instansi. Karena kebakaran dapat menimbulkan kerugian materi dan non materi sehingga produktivitas perusahaan akan menjadi tidak stabil dan menurun. Namun kejadian kebakaran juga dapat dihindarkan atau meminimalkan kejadian tersebut dengan adanya manajemen resiko kebakaran di perusahaan. Perlu dibentuk tim organisasi manajemen kesehatan dan keselamatan di setiap instansi untuk menurunkan resiko terjadinya kebakaran Alasan ketidakmampuan untuk keluar tepat waktu dari bangunan bisa mencakup kondisi atau praktik yang tidak aman seperti berikut ini:

5.3.1 Kondisi Bangunan Tidak Memenuhi Standar

Kurangnya penyediaan jalur evakuasi/ ketika terjadinya kebakaran. Ketika manajemen tidak sesuai dengan standar, maka menimbulkan jalan buntu dan dapat membuat pekerja terjebak di lokasi kebakaran. Alternatif untuk menyelamatkan diri juga tidak memiliki sarana penyelamatan. Seringkali jalur evakuasi saat kebakaran hanya tersedia di lantai dasar sebuah bangunan, jika kebakaran terjadi maka yang bisa menyelamatkan diri terlebih dahulu hanya yang berada di lantai dasar saja. Ketika jalur evakuasi tidak memenuhi standar

/tidak memadai untuk jumlah pekerja dan tamu di bangunan tersebut, maka juga dapat menimbulkan pekerja tidak mampu untuk menyelamatkan diri secara efektif dari bangunan tersebut

5.3.2 Hambatan Penyelamatan Diri dari Kebakaran

Ruangan yang padat dengan barang-barang membuat resiko terjadinya kebakaran dapat dengan mudah terjadi, sehingga dengan ruangan yang terlalu kecil dan banyak diisi oleh barang juga dapat menimbulkan kebakaran dan kesulitan dalam menyelamatkan diri. Permenkes RI Nomor 48 Tahun 2016 tentang Standar K3 Perkantoran, pasal 12 menyebutkan bahwa salah satu standar keselamatan kerja adalah “kewaspadaan bencana perkantoran” yang diperjelas melalui pasal 14, bahwa kewaspadaan bencana perkantoran meliputi: (1) Manajemen tanggap darurat gedung; (2) Manajemen keselamatan dan kebakaran gedung; (3) Persyaratan dan tata cara evakuasi; (4) Penggunaan mekanik dan elektrik; dan (5) P3K.

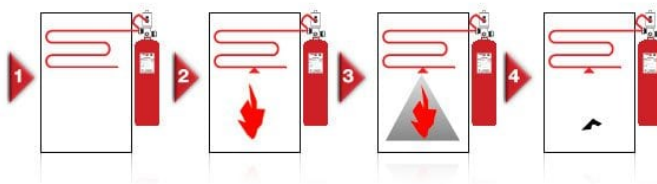
5.3.3 Tidak Tersedianya Program Peringatan Awal dan Prosedur Sistem Darurat

Untuk mencegah dan menanggulangi kebakaran perlu disediakan peralatan pemadam kebakaran yang sesuai dan cocok untuk bahan yang mungkin terbakar di tempat kerja. Media pemadam jenis gas yang dapat memadamkan api secara umum seperti: pendinginan dan penyelimutan. Berbagai gas dapat dipergunakan dalam pemadam api, namun gas asam arang dan gas lemas (N₂) yang paling banyak dipergunakan. Dengan demikian usaha pencegahan harus dilakukan oleh setiap unit individu dan unit kerja agar jumlah peristiwa kebakaran, penyebab kebakaran, dan jumlah kecelakaan dapat dikurangi sekecil mungkin melalui proses perencanaan yang baik.

5.4 Sistem Proteksi Kebakaran

Pengelolaan proteksi kebakaran adalah upaya mencegah terjadinya kebakaran atau meluasnya kebakaran ke ruangan ataupun ke lantai bangunan, termasuk ke bangunan lainnya melalui eliminasi ataupun meminimalkan risiko bahaya kebakaran, pengaturan zona yang berpotensi menimbulkan kebakaran, serta

kesiapan dan kesiagaan sistem proteksi aktif maupun pasif (PERMEN PU No.26/PRT/M/2008, 2008).



Gambar 5.1: Sistem Proteksi Kebakaran Sumber:(Supriyadi, 2018)

Sistem proteksi ketika terjadi kebakaran pada pembangunan gedung merupakan sistem yang terdiri dari peralatan, sarana dan prasarana, baik yang terpasang pada bangunan untuk tujuan sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif maupun cara-cara pengelolaan dalam rangka melindungi bangunan dan lingkungannya terhadap bahaya kebakaran (Tim K3 FT UNY, 2014; Khairuzzaman, 2016; Gunara, 2017; Kantor Perburuhan Internasional, 2018; Ismara, 2019).

Sistem proteksi kebakaran pasif dan aktif merupakan suatu sistem yang dibuatkan untuk dapat memberikan deteksi kebakaran yang berbentuk melalui pengaturan penggunaan bahan dan komponen struktur bangunan baik itu otomatis maupun dengan cara sistem manual, pemisah bangunan berdasarkan tingkat ketahanan terhadap api. Sedangkan kompartemen merupakan usaha untuk mencegah terjadinya penjaralan kebakaran dengan cara membatasi api dengan dinding, lantai, kolom, balok yang tahan terhadap api untuk waktu yang sesuai dengan kelas bangunan gedung.

5.5 Pengendalian Risiko Kebakaran

Pengendalian kebakaran merupakan salah satu elemen dalam sistem manajemen kebakaran yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran semua pihak mengenai bahaya kebakaran, melakukan langkah-langkah preventif untuk menghindarkan atau menekan risiko kebakaran (Ramli, 2010). Tentang unit penanggulangan kebakaran di tempat kerja menteri tenaga kerja republik indonesia menimbang:

1. Bahwa kebakaran di tempat kerja berakibat sangat merugikan baik bagi perusahaan, pekerja maupun kepentingan pembangunan nasional, oleh karena itu perlu ditanggulangi;
2. Bahwa untuk menanggulangi kebakaran di tempat kerja, diperlukan adanya peralatan proteksi kebakaran yang memadai, petugas penanggulangan kebakaran yang ditunjuk khusus untuk itu, serta dilakukannya prosedur penanggulangan keadaan darurat;
3. Bahwa agar petugas penanggulangan kebakaran di tempat kerja dapat melaksanakan tugasnya secara efektif, perlu diatur ketentuan tentang unit penanggulangan kebakaran di tempat kerja dengan keputusan menteri (Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia, 1999).



Gambar 5.2: Ilustrasi Kebakaran

Risiko tinggi harus dikendalikan dengan menggunakan tindakan preventif dan keselamatan: menghilangkan sumber api, seperti pelarangan ponsel, dan pemeriksaan pelepasan muatan listrik statis, pengendalian teknik dengan grounding saat pengisian bahan bakar, penunjuk zona berbahaya, dan pemasangan VRS pada nozzle dispenser (Chaiklieng et al., 2020).

1. Pastikan peralatan kerja untuk pekerjaan kelistrikan dalam kondisi aman. Tidak menggunakan kabel sambungan, steker, dan stop kontak harus sesuai dengan standar regulasi kelistrikan
2. Gunakan soket dan steker yang layak dan aman, dan pastikan tidak ada sambungan pada kabel daya yang digunakan. Untuk penyambungan daya listrik ke alat listrik, harus menggunakan soket

yang khusus dipergunakan untuk konstruksi/luar ruangan dan sesuai dengan kapasitas daya listrik pada alat yang digunakan.

3. Matikan sumber listrik, dan harus dikunci agar tidak dapat diakses oleh pihak yang tidak berkepentingan, kemudian diberi label dan terkunci (LOTO) “Sedang berlangsung pekerjaan instalasi listrik-Dilarang Menghidupkan Listrik“.

Persyaratan pengurangan risiko yang efektif bagi pengusaha adalah:

1. Melakukan pemeriksaan tempat kerja mingguan yang dipimpin oleh coordinator tim manajemen kebakaran;
2. Membantu dan memastikan bahwa semua orang dapat menyelamatkan diri dari area mereka saat keadaan darurat;
3. Memantau pengendalian dan meminimalkan sumber pemantik api;
4. Penggunaan peralatan pemadam kebakaran (Ismara, 2019)

5.6 Manajemen Resiko Kebakaran

Kebakaran gedung di Indonesia merupakan masalah yang harus ditangani secara serius. Dalam manajemen proteksi kebakaran di gedung bahwa setiap pemilik/pengguna bangunan gedung harus memanfaatkan bangunan gedung sesuai dengan fungsi yang ditetapkan dalam izin mendirikan bangunan gedung termasuk pengelolaan risiko kebakaran mulai kegiatan pemeliharaan, perawatan dan pemeriksaan secara berkala sistem proteksi kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk menilai risiko bahaya kebakaran pada gedung (Mariyatin, Tri, Imam Djamaluddin, 2019)

Peralatan pemadam kebakaran harus disesuaikan seefektif mungkin. Manajer Kebakaran harus memastikan bahwa faktor-faktor berikut dipertimbangkan dalam rencana pemadaman kebakaran:

1. Peralatan pemadam kebakaran harus benar dan disesuaikan dengan jenis kebakaran;
2. Alat pemadam api ringan harus diletakkan di pintu keluar bangunan sehingga peralatan tersebut bisa diakses dari posisi yang aman;

3. Alat pemadam kebakaran terpasang dengan benar dalam posisi yang tidak terhalang dan mudah dijangkau oleh siapa saja pekerja diberikan pelatihan khusus terkait dengan proteksi kebakaran
4. Dalam menggunakan alat pemadam, dengan tujuan tertentu, harus dengan izin penanggung jawab tim kebakaran; dan
5. Alat pemadam kebakaran juga harus diperiksa setiap 1x seminggu, apakah masih dalam posisi dan kondisi baik dan gas nya masih tersimpan rapat dalam tabung
6. Usahakan alat pemadam api tidak dalam keadaan bocor dan disimpan ditempat yang aman.

Bab 6

Manajemen Risiko di Tempat Kerja

6.1 Pendahuluan

Dalam dunia industri, risiko akan selalu ditemui karena adanya ketidakpastian yang tidak dapat diprediksi sebelumnya yang dapat menyebabkan beberapa kerugian yang harus diterima oleh perusahaan. Walaupun risiko itu beragam dan pasti ada dalam dunia industri, namun risiko dapat dideteksi lebih awal sehingga dapat diantisipasi dampak yang mungkin timbul. Pengelolaan risiko agar risiko tersebut tidak menjadi suatu pengganggu dalam kegiatan industri ini biasanya disebut dengan manajemen risiko (risk management). Oleh karena itu pengelolaan risiko untuk mengurangi dan meminimalkan kerugian sangat penting untuk usaha kecil mengingat risiko yang dihadapi industri kecil menengah cukup beragam (Ardia Sari, Yuniarti and Puspita A, 2017).

Industri di Indonesia menghadapi tantangan yang semakin berat di masa-masa mendatang, terutama karena semakin meningkatnya kompetisi di tingkat lokal maupun global, semakin meningkatnya ekspektasi pelanggan, semakin tingginya tuntutan terhadap kemampuan manajemen untuk menghadapi berbagai perubahan, meningkatnya ketidakpastian, dan lain sebagainya. Semuanya menuntut perusahaan untuk mampu menyesuaikan diri dan

memperhitungkan segala faktor risiko yang menyertai kegiatan dalam industri-industri tersebut (Utari, 2008).

Kemajuan sektor industri harus diimbangi dengan pengembangan sumber daya manusia yang memadai yakni sumber daya yang produktif, sehat, terampil, profesional. Hal ini akan memberikan kontribusi positif bagi ekonomi nasional dengan meningkatnya produktivitas, kualitas produk, motivasi, kepuasan kerja yang pada akhirnya memberikan kontribusi bagi kualitas kehidupan pekerja dan lingkungan secara menyeluruh. Sumber daya manusia yang produktif tidak akan dapat tercipta apabila berada pada lingkungan kerja yang rentan dengan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (Farihah, 2016).

Menurut ILO (2003) setiap hari rata-rata 6000 orang meninggal akibat sakit dan kecelakaan kerja atau 2,2 juta orang per tahun. Sebanyak 350.000 orang per tahun di antaranya meninggal akibat kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja juga berakibat pada biaya 1000 miliar USD atau 20 kali dana bantuan yang diberikan ke negara berkembang. Biro Statistik Buruh (Bureau of Labour Statistics) Amerika melaporkan terdapat 5703 kecelakaan fatal atau 3.9 per 10.000 pekerja di tahun 2006. Data Dewan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional (DK3N) menunjukkan kecenderungan peningkatan kejadian kecelakaan kerja dari tahun ke tahun yaitu 82.456 kasus di tahun 2009 meningkat menjadi 98.905 kasus di tahun 2000 kemudian 104.774 kasus di tahun 2001.

Kecelakaan industri adalah kejadian kecelakaan yang terjadi di tempat kerja khususnya di lingkungan industri, di dalam terjadinya kecelakaan industri tidak ada unsur kesengajaan apalagi direncanakan, sehingga bila ada unsur sabotase atau tindakan kriminal merupakan hal yang diluar makna dari kecelakaan industri (Farihah, 2016).

6.2 Pemahaman Risiko

Risiko adalah kemungkinan kejadian yang merugikan. Sangat penting untuk mengetahui berapa besar kemungkinan dari suatu kejadian dan berapa besar konsekuensi/akibat kerugian yang ditimbulkan dari kejadian tersebut. Jika risiko harus dihadapi, maka yang harus dilakukan adalah membuat kemungkinan kejadian sedemikian kecilnya, membuat dampak kejadian

sedemikian kecilnya, dan atau mencari sumber pendanaan untuk membiayai kerugian. Sistem manajemen risiko sangat penting dilakukan untuk mengelola risiko-risiko yang mungkin timbul. Risiko tidak selalu tetap (Dewi, 2012).

Risiko yang baru dapat timbul, risiko yang ada dapat berubah menjadi hilang serta prioritas risiko dapat berubah dalam suatu sistem manajemen proyek. Risiko merupakan ketidakpastian yang dapat menjadi suatu harapan positif (positive outcome) dan harapan negatif (negative outcome). Identifikasi risiko dapat dilakukan dengan mengidentifikasi sebab dan efek (apa yang terjadi dan apa yang akan terjadi) atau efek dan sebab (apa harapan yang dihindari atau didorong dan bagaimana masing-masing dapat terjadi).

Ada beberapa definisi risiko yang diperoleh yakni (Dewi, 2012):

1. Risiko merupakan suatu kejadian (event) dari suatu proses bisnis atau proyek, di mana manusia yang mengelolanya tidak dapat memperhitungkan dengan pasti dampak maupun besaran yang ditimbulkannya.
2. Risiko adalah suatu kesempatan dan sesuatu yang terjadi yang akan mempunyai sebuah dampak pada sasaran.
3. Risiko diukur dengan melihat konsekuensi yang mungkin terjadi, dan besarnya probabilitas terjadinya risiko, sehingga konsep risiko selalu mencakup dua elemen yaitu frekuensi/ probabilitas dan konsekuensi.
4. Dalam konteks Manajemen Proyek, risiko adalah efek kumulatif dari terjadinya kejadian yang tidak pasti yang bersifat adversal/merugikan dan memengaruhi tujuan proyek.
5. Pengurangan risiko (Risk Reduction): tindakan-tindakan yang diambil untuk mempelajari kemungkinan, konsekuensi negatif atau yang terkait dengan sebuah risiko.
6. Penerimaan Risiko (Risk Retention): penerimaan dari suatu kehilangan/kerugian atau manfaat dari suatu risiko khusus.
7. Pembagian risiko (Risk Sharing): pembagian risiko terhadap pihak lain terhadap suatu kerugian/kehilangan atau manfaat dari suatu risiko khusus.
8. Pengalihan Risiko (Risk Transfer): Suatu pengalihan risiko terhadap pihak lain untuk mengantisipasi kehilangan/kerugian.

9. Pemangku Kepentingan (Stakeholder): Orang-orang dan organisasi yang dapat memengaruhi, dipengaruhi oleh, atau merasa dirinya sendiri untuk dipengaruhi oleh suatu keputusan, aktivitas atau risiko

Dalam sistem manajemen risiko, ada 4 metode identifikasi risiko yang dapat dilakukan yakni metode pertama dengan cara melakukan analisis data historis atau rekaman data baik data primer maupun data sekunder dari industri. Metode kedua dengan melakukan pengamatan dan survei secara on the spot. Metode ketiga yakni melakukan pengacuan (benchmarking) dengan cara mencari informasi ke perusahaan lain yang memiliki kesamaan dengan dengan obyek yang sedang diamati. Metode keempat adalah bertanya kepada ahli untuk memperoleh pendapat ahli dengan cara wawancara langsung (Dewi, 2012).

Sumber informasi risiko dapat berupa sumber internal dan sumber eksternal antara lain informasi dari dokumen internal perusahaan (laporan keuangan, strategi dan rencana jangka panjang, standar dan prosedur operasi, dokumen SDM dan lain-lain), dokumen eksternal (media massa, hasil publikasi data, dokumen dari pemasok dan lain-lain), pihak internal perusahaan, dan pihak eksternal perusahaan (konsumen, pemasok, pengamat, tenaga ahli, pemasok peralatan, pesaing dan lain-lain) (Dewi, 2012).

6.3 Manajemen Risiko

Manajemen risiko dapat didefinisikan sebagai usaha proaktif dalam mengenali dan mengelola kejadian internal dan ancaman dari luar yang dapat memberikan efek bagi kesuksesan organisasi. Dengan adanya manajemen risiko maka kejadian yang menimbulkan terjadinya risiko dapat diidentifikasi. Setelah identifikasi maka akan dapat diketahui konsekuensi dari masing-masing kejadian sehingga dapat meminimasi dampak dari risiko yang mungkin muncul.

Aktivitas manajemen risiko ini dilakukan sebelum risiko terjadi sehingga merupakan tindakan antisipasi yang dapat dilakukan dengan membuat rencana (contingency plan) yang dapat digunakan apabila risiko tersebut muncul sehingga dapat mengurangi dampak yang bersifat negatif bagi keberlangsungan organisasi. Manajemen risiko dapat diterapkan di setiap level

di organisasi. Manajemen risiko dapat diterapkan di level strategis dan level operasional. Manajemen risiko juga dapat diterapkan pada proyek yang spesifik, untuk membantu proses pengambilan keputusan ataupun untuk pengelolaan daerah dengan risiko yang spesifik (Ardia Sari, Yuniarti and Puspita A, 2017).

Tahapan proses manajemen risiko secara garis besar adalah sebagai berikut (Ardia Sari, Yuniarti and Puspita A, 2017):

1. Identifikasi Risiko: mengidentifikasi apa, mengapa dan bagaimana faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya risiko serta sumber terjadinya risiko. Banyak cara yang dilakukan untuk tahapan identifikasi risiko ini seperti brainstorming, checklist, analisa SWOT, Risk Breakdown Structure, Root Cause analysis, Metode Delphi, interview dan lain-lain.
2. Penilaian Risiko Penilaian risiko dapat dilakukan dengan menentukan tingkatan probabilitas, konsekuensi serta kesulitan dalam mendeteksi risiko tersebut. Penilaian risiko ini dapat dilakukan baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif. Setelah itu tingkatan risiko yang ada dibuat tingkatan prioritas manajemennya.
3. Pengembangan Rencana untuk Merespon risiko Dari hasil penilaian risiko, dapat ditentukan risiko yang akan dihadapi beserta dengan dampaknya. Untuk merespon risiko yang muncul tersebut dapat dibuat suatu rencana atau contingency plan. Respon terhadap risiko dapat dilakukan dengan menghilangkan risiko yang berarti menghapuskan semua kemungkinan terjadinya kerugian, meminimasi risiko dilakukan dengan upaya-upaya untuk meminimalkan kerugian, menahan risiko berarti menanggung keseluruhan atau sebagian dari risiko, serta pengalihan/transfer risiko dapat dilakukan dengan memindahkan kerugian/risiko yang mungkin terjadi kepada pihak lain, misalnya perusahaan asuransi.
4. Mengontrol Risiko Kontrol terhadap risiko dilakukan dalam proses change management yang berarti tahapan ini dapat kembali lagi ke tahapan awal apabila terjadi risiko-risiko.

6.4 Mitigasi Risiko

Mitigasi risiko merupakan penanganan terhadap risiko yang dihadapi dan dapat dilakukan dengan beberapa pilihan (Flanagan & Norman, 1993) yaitu menahan risiko (risk retention), mengurangi risiko (risk reduction), memindahkan risiko (risk transfer), menghindari risiko (risk avoidance).

Beberapa contoh kegiatan tentang Manajemen Risiko K3 seperti pada Proyek Pembangunan Apartemen Puncak Permai Surabaya, diperoleh lima risiko tertinggi yaitu:

1. Lifting material menggunakan tower crane terdapat risiko material terjatuh/sebagian besar dari material yang diangkat dengan total indeks risiko sebesar 13,95.
2. Steel fixing, formwork installation, concreting, dan pekerjaan external wall memiliki risiko terjatuh dari ketinggian dengan total indeks risiko sebesar 13,16.
3. Installation electrical pipe, pasang pintu dan kusen kayu, eksternal wall, pasang keramik dan finishing (grinding, chipping, cutting) dengan total indeks risiko sebesar 12,76
4. Excavation terdapat risiko longsornya galian dengan total indeks risiko sebesar 12,47
5. Eksternal wall terdapat risiko gondola jatuh dengan total indeks risiko sebesar 11,88. Begitu pula pada kegiatan Pembangunan Jalan Lingkar Nagreg V Bandung diperoleh hasil bahwa risiko-risiko yang relevan terjadi adalah kelongsoran, keterlambatan, retak, keruntuhan, material hilang lampu tidak nyala atau mati dan data tidak sesuai dokumen kontak.

Risiko yang dominan terhadap proyek adalah kelongsoran pada pekerjaan timbunan tanah, terjadinya kelongsoran pada pekerjaan galian tanah, longsoran pada pekerjaan pengecoran lereng, terjadinya keruntuhan akibat pergeseran tanah pada pekerjaan bronjong dan keterlambatan pada proses pekerjaan timbunan tanah. Sedangkan tindak mitigasi yang dapat digunakan adalah selalu mengamati prakiraan cuaca, menggunakan staf berpengalaman, memberikan alat pengaman diri (APD) pada pekerja, dan memperpendek jarak quarry tanah (Hakim, 2017).

6.5 Manajemen Risiko Lingkungan Kerja

Sektor konstruksi kini mengalami peningkatan pertumbuhan kerja yang pesat dan mampu menciptakan lapangan pekerjaan baru dalam setiap proyeknya. Pada Agustus 2015, sektor konstruksi mempekerjakan 8,2 juta orang dan merupakan kinerja terkuat dan stabil selama lebih dari satu dekade terakhir. Kualitas SDM sektor konstruksi mengikuti kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan. Peningkatan jumlah pekerja tetap yang diserap sektor konstruksi diikuti oleh tingkat pertumbuhan karyawan yang lulus pendidikan tinggi yang lebih kecil dibandingkan yang berpendidikan dasar dan menengah. Sebagian besar tingkat pendidikan pekerja yaitu lulusan sekolah dasar. Sebagian besar dari pekerja berstatus tenaga kerja harian lepas yang tidak memiliki ikatan kerja formal dengan perusahaan.

Adapula pekerja berstatus kontrak dalam kurun waktu singkat. Hal ini dianggap mempersulit penanganan masalah K3 yang biasa dilakukan dengan metode pelatihan serta penjaminan kesehatan yang diterapkan pada perusahaan konstruksi. Sektor jasa konstruksi adalah salah satu sektor yang paling berisiko terhadap kecelakaan kerja, disamping sektor utama lainnya (Annisa, Siswi and Ekawati, 2016).

Peran manajemen sangat berarti dalam pencegahan kecelakaan maupun penyakit akibat kerja. Manajemen risiko merupakan metode untuk membangun konteks, identifikasi, analisis, evaluasi, pengendalian, pemantauan, dan mengkomunikasikan risiko yang terkait dengan aktivitas pekerjaan, fungsi, atau proses dengan cara yang memungkinkan organisasi untuk meminimalkan kerugian dan memaksimalkan peluang yang ada. Dalam aspek K3, manajemen risiko digunakan sebagai dasar untuk menentukan program pengendalian risiko, contohnya yaitu pembuatan dokumen Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) (Annisa, Siswi and Ekawati, 2016).

Pengendalian yang tepat dari faktor risiko dari pekerjaan maupun lingkungan kerja sangat penting karena akan berdampak terhadap kesehatan para pekerja. Oleh sebab itu, manajemen risiko dan manajemen K3 tidak dapat dipisahkan dan merupakan landasan utama dalam penerapan SMK3 di perusahaan. Salah satu tujuan penerapan SMK3 adalah untuk meningkatkan efektivitas perlindungan K3 dan menciptakan tempat kerja yang aman, nyaman, dan efisien. Pengurus wajib melakukan pengukuran faktor fisika dan faktor kimia

di tempat kerja dan perlu memutakhirkan data pengukuran faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja. Selain itu juga memberikan pelayanan kesehatan kerja dengan salah satu tugas pokoknya yaitu pembinaan dan pengawasan lingkungan kerja dan memberikan laporan berkala pelayanan kesehatan kerja pada pengurus (Annisa, Siswi and Ekawati, 2016).

Proses pembangunan proyek konstruksi gedung pada umumnya merupakan kegiatan yang banyak mengandung unsur bahaya. Situasi dalam lokasi proyek mencerminkan karakter yang keras dan kegiatannya terlihat sangat kompleks dan sulit dilaksanakan sehingga dibutuhkan stamina yang prima dari pekerja yang melaksanakannya. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa pekerjaan konstruksi ini merupakan penyumbang angka kecelakaan yang cukup tinggi. Banyaknya kasus kecelakaan kerja serta penyakit akibat kerja sangat merugikan banyak pihak terutama tenaga kerja bersangkutan. Kecelakaan kerja sering terjadi akibat kurang dipenuhinya persyaratan dalam pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja.

Dalam hal ini pemerintah sebagai penyelenggara Negara mempunyai kewajiban untuk memberikan perlindungan kepada tenaga kerja. Hal ini direalisasikan pemerintah dengan dikeluarkannya peraturan-peraturan seperti: UU RI No. 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja, Undang-undang No. 3 Tahun 1992 Tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja (JAMSOSTEK), dan Peraturan Menteri Tenaga Kerja No: Per.05/Men/1996 mengenai sistem manajemen K3 (Soputan, Sompie and Mandagi, 2014).

Namun pada kenyataannya, pelaksana proyek sering mengabaikan persyaratan dan peraturan-peraturan dalam K3. Hal tersebut disebabkan karena kurang menyadari betapa besar risiko yang harus ditanggung oleh tenaga kerja dan perusahaannya. Sebagaimana lazimnya pada pelaksanaan suatu proyek pasti akan berusaha menghindari economic cost. Disamping itu adanya peraturan mengenai K3 tidak diimbangi oleh upaya hukum yang tegas dan sanksi yang berat, sehingga banyak pelaksana proyek yang melalaikan keselamatan dan kesehatan tenaga kerjanya (Soputan, Sompie and Mandagi, 2014).

Masalah keselamatan dan kesehatan kerja (K3) secara umum di Indonesia masih sering terabaikan. Data Biro Pusat Statistik (BPS) memperlihatkan jumlah tenaga kerja di konstruksi jauh meningkat, dari 4.844.689 orang di tahun 2010 menjadi hampir dua kali lipat di tahun 2015, sebanyak 8.208.086 orang atau sekitar 7% dari 114 juta orang pekerja (BPS, 2016). Sektor konstruksi juga dianggap salah satu sektor yang berisiko tinggi terhadap

kecelakaan kerja. Data-data kecelakaan kerja yang dipaparkan sebelumnya tidak secara khusus memuat informasi kecelakaan kerja di konstruksi, namun beberapa sumber (Bpjs Ketenagakerjaan, 2016) mencatat paling tidak 30% kasus kecelakaan kerja terjadi di sektor konstruksi. Dengan jumlah porsi tenaga kerja yang besar dan juga risiko yang besar membuat kecelakaan kerja di sektor konstruksi merupakan aspek yang perlu diperhatikan (Hakim, 2017).

Lokasi proyek merupakan salah satu lingkungan kerja yang mengandung risiko cukup besar terjadi kecelakaan. Tim manajemen sebagai pihak yang bertanggung jawab selama proses pembangunan harus mendukung dan mengupayakan program- program yang dapat menjamin agar dapat meminimalisir bahkan menghilangkan kecelakaan kerja. Hubungan antara pihak yang berkewajiban memperhatikan masalah keselamatan dan kesehatan kerja adalah kontraktor dengan pekerja. Kewajiban kontraktor dan rekan kerjanya adalah mengasuransikan pekerjaannya selama masa pembangunan berlangsung. Pada rentang waktu pelaksanaan pembangunan, kontraktor sudah selayaknya tidak mengizinkan pekerjaannya untuk beraktivitas, bila terjadi hal-hal berikut:

1. Tidak mematuhi peraturan keselamatan dan kesehatan kerja,
2. Tidak menggunakan peralatan pelindung diri selama bekerja,
3. Mengizinkan pekerja menggunakan peralatan yang tidak aman.

Dalam dunia pekerjaan segala kendala kerja harus dihindari, sementara produktivitas yang optimal merupakan keinginan setiap pengusaha konstruksi, dengan demikian sasaran keuntungan akan dapat dicapai. Salah satu kendala dalam proses kerja adalah penyakit kerja. Penyakit kerja membawa dampak kerugian bagi perusahaan berupa pengurangan waktu kerja dan biaya untuk mengatasi penyakit kerja tersebut.

Sehingga bagi pengusaha konstruksi, pencegahan jauh lebih menguntungkan daripada penanggulangannya. Dengan melihat pengertian masing- masing dari keselamatan kerja dan kesehatan kerja, maka keselamatan dan kesehatan kerja dapat diartikan sebagai kondisi dan faktor-faktor yang berdampak pada kesehatan karyawan, pekerja kontrak, personil kontraktor, tamu dan orang lain di tempat kerja (Alfons Willyam Sepang Tjakra, Ch Langi and O Walangitan, 2013).

Bab 7

Kebisingan di Tempat Kerja

7.1 Pendahuluan

Kebisingan atau suara yang tidak diinginkan menjadi permasalahan dan perhatian, sebagai salah satu bahaya yang terjadi di tempat kerja. Suara bising dapat berasal dari peralatan proses produksi dan alat-alat kerja. Proses bising juga berhubungan dengan getaran yang ditransmisikan ke pekerja yang mengoperasikan beberapa kendaraan dan peralatan yang digenggam. Ketika pekerja terpapar kebisingan melebihi 85 dB(A) selama 8 jam dapat menyebabkan gangguan pendengaran. Awalnya, kebisingan yang berlebihan menyebabkan gangguan pendengaran sementara atau Temporary Threshold Shift (TTS) dan pendengaran akan pulih normal kembali selama periode waktu tertentu. Tetapi paparan kebisingan yang berulang-ulang biasanya akan mengubahnya menjadi kerugian permanen atau Permanent Threshold Shift (PTS). AS / NZS 1269,4 memprediksi gangguan pendengaran 10 dB untuk 95% populasi yang terpapar kebisingan selama 40 tahun pada standar 85 dB (A) selama 8 jam per hari. (OSH, 2002).

Pada tahun 2012, menurut World Health Organization (WHO) prevalensi gangguan pendengaran karena suara keras yang dihasilkan tempat kerja di Asia Tenggara sekitar 156 juta orang atau 27% dari total populasi (Taneja, 2014). Menurut Komite Nasional Penanggulangan Gangguan Pendengaran

dan Ketulian pada tahun 2014, Indonesia termasuk yang tertinggi di Asia Tenggara yaitu 36 juta orang atau 16,8% dari total populasi.

Paparan kebisingan tingkat tinggi tidak hanya menyebabkan gangguan pendengaran, tetapi juga dapat membuat stres fisik dan psikologis, menurunkan produktivitas dan mengganggu komunikasi sehingga menyebabkan kecelakaan dan cedera (OSHA, 2013). Oleh karena itu diperlukan manajemen pengendalian bising agar menghasilkan pengurangan bising pada tingkat yang diinginkan, sesuai rujukan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Kerja dan/atau Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 Tentang Standar Dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri.

7.2 Identifikasi Bahaya Kebisingan

Tujuan identifikasi bahaya kebisingan adalah untuk menilai dan menetapkan apakah tempat kerja mengandung kebisingan yang melebihi NAB. Survei awal dilakukan dengan berjalan di area kerja dan mencatat paparan kebisingan yang terjadi pada pekerja dengan menggunakan checklist (gambar 7.1). Sumber bising di tempat kerja bersumber dari bunyi kipas, mesin-mesin dan kompresor. Sedangkan pada bidang konstruksi dapat berasal dari penggunaan pneumatic hammer, air compressor, bull dozer, loaders, dump truck dan parent breakers.

Menurut Suma'mur (2009), jenis kebisingan di industri berdasarkan sifat-sifatnya yaitu:

1. Kebisingan terus menerus dengan spektrum frekuensi yang luas (steady state, wide band noise), antara lain kebisingan dari mesin-mesin.
2. Kebisingan terus menerus dengan spektrum frekuensi yang sempit (steady state, narrow band noise), antara lain bising dari gergaji sirkuler dan katup kipas.
3. Kebisingan terputus-putus (intermittent), misalnya bising dari lalu lintas.

4. Kebisingan impulsive (impact or impulsive noise), misalnya kebisingan dari pukulan palu, ledakan meriam, dan lain-lain.
5. Kebisingan impulsif berulang, misalnya mesin tempa di perusahaan.

Dalam mengidentifikasi sumber bising dapat menggunakan beberapa instrumen pengukur kebisingan seperti *sound level meter* (SLM), *noise dosimeter* (NDM), and *octave band analyzers*. Selama penelusuran awal, SLM membantu mengidentifikasi area dengan tingkat kebisingan yang tinggi. SLM yang paling banyak digunakan untuk evaluasi tempat kerja, adalah Tipe 2, bekerja dengan tingkat presisi minimum yang disyaratkan oleh OSHA untuk pengukuran kebisingan. Alat pengukur ini biasanya cukup untuk survei kebisingan tujuan umum dengan pembacaan yang diperoleh dianggap memiliki akurasi ± 2 dBA. Alat ukur tersebut sesuai dengan yang ditetapkan SNI 05-2962-1992 dan prosedur pengukuran menurut SNI 7231:2009.

Noise Dosimeter dipakai oleh pekerja untuk menentukan dosis paparan bising harian selama bekerja. Analisis kebisingan dilakukan berdasarkan masing-masing pekerjaan, di mana pekerja satu dengan lainnya terpapar bising yang berbeda meskipun berada pada lokasi yang sama. Rumus penghitungan dosis adalah sebagai berikut (Tambunan, 2005):

$$D = \left[\frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \dots + \frac{Cn}{Tn} \right] \times 100$$

Keterangan:

D = dosis harian (dalam %)

C = waktu kontak aktual pada tingkat bising tertentu

T = waktu kontak referensi (Permenaker RI No 5 Tahun 2018)

Interpretasi hasil perhitungan: jika $D > 1$ maka dosis paparan bising telah melampaui NAB, jika $D = 1$ maka tingkat paparan bising memenuhi NAB, dan jika $D < 1$ maka tingkat paparan bising berada di bawah NAB.

Tabel 7.1: Nilai Ambang Batas Kebisingan

Waktu Paparan per Hari	Intensitas Kebisingan (dBA)
8	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	

Sumber: Permenaker RI No 5 Tahun 2018

Preliminary Noise Survey Checklist

Date: ___ / ___ / ___

Assessed by: Position:

Location of assessment:

NOTE

- The existence of any one of the following key factors indicates the need for further assessment (see Part 4 of this code).
- Some employers may not have enough information to answer questions 7 and 8.

1 Is there difficulty in communication between two people at 1 metre distance? (Difficulty means that the speaker must raise his/her voice, or that the listener may not understand what is said.)

Yes No

2 Do employees in the area notice a reduction in hearing over the course of the day? (This reduction might not be noticed until after work.)

Yes No

3 Do employees experience ringing in the ears (tinnitus) or blurred/dull hearing?

Yes No

4 Are hearing protectors being used?

Yes No

Figure 2: Decibel levels of common sound

5 Are signs posted at the entrance to or in the work area indicating that hearing protectors should be worn?

Yes No

6 Does noise in any part of the workplace sound as loud as or louder than 85 dB(A) using the scale in Figure 2 below.

Yes No

7 Do results of past noise measurements or assessments indicate noise levels equal to or greater than any of the following?:

(a) 85 dB(A) "Slow" or "Fast" response Yes No

(b) 85 dB(A) $L_{Aeq,T}$ (or $L_{A,T}$) Yes No

(c) 80 dB(A) Sound Power Level Yes No

8 Does any equipment have noise information including labels that indicate noise levels equal to or greater than any of the following?:

(a) 80 dB(A) $L_{Aeq,T}$ (or $L_{A,T}$) Yes No

(b) 130 dB Peak (unweighted) Yes No

(c) 80 dB(A) Sound Power level (See Note 2) Yes No

9 Do the results of the audiometry indicate that any past or present employees have a hearing loss due to noise?

Yes No

10 Have there been any industrial deafness claims?

Yes No

Notes:

- For a variety of reasons, the $L_{Aeq,T}$ quoted may underestimate noise levels that actually result.
- Sound Power Level is not a noise level. For example, under some circumstances equipment generating a sound power level of 80 dB(A) may result in a noise level of 85 dB(A) or higher.

Gambar 7.1: Check List Survei Awal Kebisingan (Sumber: OSH, 2002)

Kebanyakan suara bukanlah nada murni melainkan campuran dari beberapa frekuensi. Frekuensi suara memengaruhi sejauh mana bahan yang berbeda

melemahkan suara. Mengetahui frekuensi komponen suara dapat membantu menentukan bahan dan desain yang akan memberikan pengurangan kebisingan terbesar. Oleh karena itu, octave band analyser dapat digunakan untuk menentukan kelayakan pengendalian setiap sumber kebisingan dengan tujuan pengurangan dan mengevaluasi apakah pelindung pendengaran memberikan perlindungan yang memadai (OSHA, 2013).

Data hasil pengukuran intensitas kebisingan dapat diolah dan dianalisis dengan membuat pemetaan kebisingan baik secara sketsa manual maupun dengan menggunakan software golden surfer. Peta kebisingan adalah dokumen tentang kebisingan di site plan yang disajikan dalam bentuk peta. Manfaat dari peta ini adalah untuk mengetahui area-area dengan intensitas kebisingan melebihi NAB sehingga dapat dilakukan upaya pencegahan dan pengelolaan kebisingan lebih awal.

7.3 Pengendalian Kebisingan

7.3.1 Gambaran Umum

Pengendalian kebisingan berupaya untuk meminimalkan atau menghilangkan sumber kebisingan; mencegah perambatan, penguatan, dan gema kebisingan; serta melindungi pekerja dari paparan kebisingan.

Langkah pertama dalam pengendalian kebisingan adalah mengidentifikasi sumber kebisingan. Hal ini sulit dilakukan dalam lingkungan industri karena banyaknya sumber kebisingan. Beberapa metode dapat digunakan secara bersamaan yaitu mendapatkan spektrum frekuensi dari octave band analyzer, mematikan berbagai komponen peralatan di pabrik, menggunakan muffler atau penutup untuk mengisolasi sumber kebisingan, dan memeriksa area di sekitar peralatan dengan sound level meter untuk menunjukkan area di mana yang dominan sumber bisingsnya. Selanjutnya ditentukan metode pengendalian kebisingan yang sesuai apakah pengendalian secara teknik, administratif, atau penggunaan alat pelindung diri (Driscoll, 2003).

Hirarki pengendalian kebisingan sebagai berikut: 1) mencegah atau menahan keluarnya risiko bahaya bising pada sumbernya (pengendalian teknik), 2) mengendalikannya paparan dengan mengatur jadwal kerja untuk mengurangi waktu yang dihabiskan pekerja di area bahaya (pengendalian administratif),

dan 3) mengendalikan paparan menggunakan penghalang antara pekerja dan sumber bahaya (alat pelindung diri).

Banyak perusahaan sudah menggunakan sistem otomatisasi pada peralatan/mesin-mesin industri atau menyiapkan prosedur yang dapat dikelola oleh pekerja dari ruang kendali yang tenang dan bebas dari kebisingan.

7.3.2 Rekayasa Pengendalian Bising

Kebisingan industri sebagian besar disebabkan oleh dampak mekanis, aliran fluida dan aliran udara berkecepatan tinggi, area permukaan mesin yang bergetar, dan getaran produk yang sedang diproduksi. Metode pengelolaan pada sumber bising antara lain: modifikasi, substitusi dan relokasi.

Modifikasi

Untuk mengurangi kebisingan yang disebabkan oleh dampak mekanis, modifikasi yang dapat dilakukan antara lain 1) kurangi tenaga penggerak yang berlebihan, 2) kurangi atau optimalkan kecepatan, 3) meminimalkan jarak antara bagian-bagian mesin yang berdampak bising, 4) seimbangkan peralatan yang berputar secara dinamis, 5) rawat peralatan dalam kondisi baik, dan 6) gunakan isolasi atau peredam getaran pada mesin.

Substitusi

Metode lain yang dapat digunakan adalah menggunakan peralatan atau bahan alternatif yang secara inheren lebih tenang namun tetap memenuhi kebutuhan produksi. Seringkali, produsen peralatan memiliki perangkat alternatif yang dapat menjalankan fungsi yang sama pada tingkat kebisingan lebih rendah. Meskipun dengan biaya lebih mahal, karena memerlukan toleransi yang lebih ketat dan presisi yang lebih tinggi saat diproduksi.

Relokasi

Desain dan tata letak peralatan di area pabrik perlu diperhatikan dengan menjaga mesin, proses, dan area kerja dengan tingkat kebisingan yang kira-kira sama, dan memisahkan area yang bising dan sunyi dengan zona penyangga yang memiliki tingkat kebisingan menengah.

Mesin yang berisik tidak boleh ditempatkan di daerah yang relatif tenang dan padat penduduk. Tata letak peralatan dari sudut pandang akustik tidak akan menghilangkan semua masalah kebisingan, tetapi akan membantu meminimalkan tingkat kebisingan.

Berikut beberapa contoh kegiatan relokasi sumber: 1) mengubah rute semua pembuangan udara pneumatik atau terkompresi dari luar ke bagian dalam mesin. 2) menggunakan ekstensi pipa untuk memindahkan knalpot pneumatik menjauh dari area langsung dan ke ruang kosong. 3) menempatkan blower (misalnya, pengumpul debu, pompa vakum) di atap gedung atau di area yang secara rutin tidak dihuni, dan menggunakan saluran kerja yang diperpanjang untuk memperbaiki proses atau peralatan terkait.

7.3.3 Pengendalian Administratif

Pengendalian administratif adalah kegiatan yang membutuhkan keterlibatan manajemen, pelatihan pekerja, dan perubahan dalam jadwal kerja atau operasi untuk mengurangi paparan kebisingan. Termasuk mengoperasikan mesin yang bising pada shift kedua atau ketiga ketika lebih sedikit orang yang terpapar, atau memindahkan pekerja ke pekerjaan yang tidak terlalu bising setelah dosis kebisingan harian yang berbahaya tercapai.

Pengendalian administratif memiliki penggunaan yang terbatas dalam industri karena pekerja jarang diizinkan untuk berpindah dari satu pekerjaan ke pekerjaan lain. Jika pada tingkat kebisingan sebesar 90 dB, misalnya seorang pekerja yang sehat di area tersebut dapat berputar ke area dengan tingkat kebisingan 50 dB tanpa peningkatan risiko gangguan pendengaran. Pengendalian administratif lainnya melibatkan perancangan ulang jadwal kerja untuk mengurangi jumlah waktu di mana seorang pekerja berada di area bahaya. Untuk meningkatkan efektivitas pengendalian ini, pengusaha juga dapat memastikan bahwa paparan kebisingan dijaga seminimal mungkin di area non produksi yang sering dikunjungi oleh pekerja. Pilih area yang tenang untuk digunakan sebagai ruang makan siang dan ruang istirahat kerja.

Pengusaha juga dapat meningkatkan jarak antara pekerja dan sumber kebisingan. Ini bisa dicapai dengan banyak cara, misalnya menggunakan monitor televisi yang memungkinkan pekerja untuk memantau pekerjaan atau proses pada jarak yang aman dari area sumber kebisingan. Selain itu, pekerjaan yang menghasilkan bising di lokasi konstruksi mungkin dijadwalkan ketika pekerjaan lain tidak akan terpengaruh. Pengendalian administratif lainnya melibatkan pembuatan kebijakan yang menghasilkan pemeliharaan peralatan yang terjadwal secara teratur. Perawatan harus dijadwalkan cukup sering untuk meminimalkan kebisingan yang dihasilkan oleh peralatan pada bagian yang aus atau tidak dilumasi. Pekerja pemeliharaan juga dapat dilatih untuk mengamati dan mendengarkan sumber kebisingan peralatan. Melibatkan

pekerja dalam kegiatan pelatihan tentang penggunaan alat pengukur intensitas kebisingan untuk melakukan survei di area kerja guna mengidentifikasi area dengan tingkat kebisingan yang tinggi.

7.3.4 Alat Pelindung Telinga

Pilihan terakhir untuk mengendalikan paparan kebisingan adalah menggunakan alat pelindung telinga (APT) yang digunakan selama waktu yang diperlukan untuk mengimplementasikan pengendalian teknik atau administratif.



Gambar 7.2: (a) Penyumbat Telinga (b) Penutup Telinga dan Pita Bantu Dengar (sumber: OSHA, 2013)

Penyumbat telinga (ear plugs) dirancang untuk menutupi saluran telinga saat dikenakan. Semua pelindung pendengaran dilengkapi dengan Noise Reduction Rating (NRR). Penyumbat telinga dapat memberikan perlindungan terhadap efek berbahaya dari kebisingan impuls. Penyumbat telinga lebih cocok untuk lingkungan yang hangat dan/atau lembab, seperti pengecoran, peleburan, pekerjaan kaca, dan konstruksi luar di musim panas. Sumbat telinga bisa mengurangi bisung sampai dengan 30 dB.

Penutup telinga (earmuff) dirancang untuk menutupi telinga luar sehingga akan mengurangi jumlah suara yang mencapai telinga bagian dalam. APT ini Menutupi seluruh telinga luar dan dipergunakan untuk mengurangi bisung 40-50 dB, frekuensi 100 –8000 Hz. Penutup telinga adalah pilihan yang baik untuk paparan terputus-putus, mengingat betapa mudahnya dipasang dan dilepas (Driscoll, 2003).

Pita bantu dengar adalah jenis APT ketiga dan mirip dengan penyumbat telinga, tetapi dengan pita kaku yang menghubungkan bagian yang

dimasukkan ke telinga pekerja. Tali ini biasanya melingkari bagian belakang leher pemakainya, meskipun ada variasi. Pita bantu dengar tersedia dalam berbagai ukuran, bentuk, dan bahan serta populer karena kenyamanannya. Pita pendengaran mungkin tidak memberikan redaman suara yang sama seperti penyumbat telinga yang dipasang dengan benar, karena bagian yang pas di telinga tidak bergerak dan tidak dapat diputar ke tempatnya seperti penyumbat telinga.

Apabila seorang pekerja terpapar bising lebih dari 100 dBA secara terus menerus, maka harus diberi dua jenis pelindung pendengaran yaitu mengenakan sumbat telinga dan penutup telinga. Semua pekerja yang menggunakan APT harus dilatih dalam penggunaan dan perawatan peralatan pelindung ini dengan benar.

7.3.5 Pemeriksaan Audiometri

Uji pendengaran dilakukan pada pekerja yang telah atau sedang bekerja di tempat kerja dengan tingkat kebisingan ≥ 85 dBA selama 8 jam dengan menggunakan audiometer. Untuk mempermudah proses analisis kondisi kesehatan pendengaran pekerja, sebelum pengukuran dilakukan petugas harus mengumpulkan informasi riwayat pendengaran pekerja (aural history).

Tidak ada baku tentang informasi yang seharusnya tertera pada aural history, namun setidaknya berisi data-data sebagai berikut:

1. Riwayat kesehatan pendengaran keluarga pekerja
2. Rekaman medis kesehatan pendengaran pekerja
3. Paparan kebisingan yang berhubungan dengan pekerjaan yang ada disekitar keseharian pekerja
4. Paparan kebisingan dan pencegahan yang dialami oleh pekerja saat bekerja di tempat lain

Periode pelaksanaan audiometric test, meliputi:

1. Pengujian dasar (baseline audiometric test)
Audiogram dasar tiap pekerja sedapat mungkin dilaksanakan tidak lebih dari 3 bulan pertama sejak pekerja bekerja di tempat dengan tingkat kebisingan sama dengan atau lebih dari 85 dBA selama 8 jam kerja, atau 6 bulan pertama (menurut OSHA). Agar pengujian dasar

ini efektif, sebelum pengujian dilakukan pekerja sebaiknya tidak berada dalam tempat kerja dengan tingkat kebisingan tersebut selama 14 jam.

2. Pengujian tahunan (annual audiometric test)

Untuk mengetahui pengaruh tingkat kebisingan (pada/di atas level 85 dBA) di tempat kerja pada pekerja, sekurang-kurangnya harus dihasilkan sebuah audiogram tahunan untuk setiap pekerja.

3. Pengujian pasca kerja (post employment audiometric test)

Audiogram untuk tahap ini merupakan hasil pengujian audiometri terhadap seorang pekerja pada saat tidak lagi bekerja (berhenti bekerja) untuk waktu yang cukup lama atau permanen di tempat kerja dengan tingkat kebisingan pada (atau melewati) batas 85 dBA selama 8 jam.

Bab 8

Penerangan dan Iklim Kerja

8.1 Penerangan

Penerangan merupakan salah satu faktor untuk mendapatkan keadaan lingkungan yang aman dan nyaman dan berkaitan erat dengan produktivitas manusia. Penerangan yang baik memungkinkan orang dapat melihat objek-objek yang dikerjakannya secara jelas, cepat dan tanpa upaya-upaya yang tidak perlu (Suma'mur, 2014). Penerangan umum adalah penerangan di seluruh area tempat kerja dan penerangan setempat adalah penerangan di tempat objek kerja, baik berupa meja kerja maupun peralatan (SNI 16-7062-2004). Intensitas penerangan adalah suatu cahaya yang mengenai suatu permukaan benda atau obyek yang menyebabkan terang permukaan tersebut dan obyek benda-benda yang berada disekitarnya dan berpengaruh terhadap kesehatan (Setyaningsih, 2018).

8.1.1 Jenis Penerangan

Jenis penerangan secara umum jenis penerangan dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Penerangan alami

Sumber penerangan alamiah hanya berasal dari sinar matahari. Penerangan dengan cahayanya yang kuat tetap bervariasi menurut

jam, musim dan tempat. Sinar alami mempunyai banyak keuntungan, selain menghemat listrik juga dapat membunuh kuman. Untuk mendapatkan pencahayaan alami pada suatu ruang diperlukan jendela-jendela yang besar ataupun dinding kaca sekurang-kurangnya 1/6 daripada luas ruangan.

Sumber pencahayaan alami kadang dirasa kurang efektif dibanding dengan penggunaan pencahayaan buatan. Selain karena intensitas cahaya yang tidak tetap, sumber alami menghasilkan panas terutama saat siang hari.

2. Penerangan buatan

Penerangan yang dihasilkan oleh elemen-elemen buatan, di mana kualitas dan kuantitas cahaya yang dihasilkan berbeda-beda tergantung dari jenisnya. Pencahayaan buatan sangat diperlukan apabila posisi ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau saat pencahayaan alami tidak mencukupi).

Sumber penerangan buatan/artifisial yang utama adalah bersumber dari energi listrik. Penerangan buatan umumnya digunakan pada waktu malam hari, tetapi terkadang juga digunakan pada siang hari sebagai penerangan tambahan bila sinar matahari tidak mencukupi (Tarwaka, 2013; Soeripto, 2008).

Menurut Tarwaka (2013), penerangan buatan terdiri dari tiga jenis penerangan, yaitu:

1. Penerangan umum

Penerangan umum merupakan jenis penerangan yang didesain untuk keperluan pencahayaan bagi seluruh area tempat kerja.

2. Penerangan lokal

Penerangan lokal atau penerangan untuk pekerjaan tertentu sangat diperlukan untuk meningkatkan intensitas penerangan pada pekerjaan tertentu yang memerlukan ketelitian. Penerangan lokal harus memungkinkan pemakai dapat dengan mudah mengatur dan mengendalikan pencahayaan sesuai dengan kebutuhannya.

3. Penerangan kombinasi

Penerangan kombinasi adalah penerangan kombinasi antara penerangan umum dan penerangan lokal, yang diperlukan jika penerangan umum tidak memberikan kecukupan intensitas terhadap pekerjaan tertentu sehingga harus ditambah dengan penerangan lokal. Penerangan lokal dan penerangan umum dipasang di atas kepala secara permanen untuk meningkatkan intensitas cahaya sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan (Tarwaka, 2013).

8.1.2 Faktor yang Memengaruhi Intensitas Penerangan

Faktor yang dapat memengaruhi intensitas penerangan, antara lain:

1. Sumber cahaya

Berbagai jenis sumber cahaya yang dapat dipakai dan pada saat ini banyak dipergunakan adalah lampu pijar/bohlam, lampu TL (lampu pelepasan listrik/fluorescent lamp) dan sumber cahaya alami.

2. Daya pantul (Reflektivitas)

Bila cahaya mengenai suatu permukaan yang kasar dan hitam maka semua cahaya akan diserap, tetapi bila permukaan halus dan mengkilap maka cahaya akan dipantulkan sejajar, sedangkan bila permukaan tidak rata maka pantulan cahaya akan diffuse.

3. Ketajaman penglihatan

Kemampuan mata untuk melihat sesuatu benda dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- a. Ukuran objek/benda, seperti besar kecilnya objek tersebut.
- b. Luminensi/brightness yang merupakan tingkat terangnya lapangan penglihatan yang tergantung dari penerangan dan pemantulan objek/penerangan.
- c. Waktu pengamatan, yaitu lamanya melihat.
- d. Derajat kontras yang merupakan perbedaan derajat terang antara objek dan sekelilingnya atau derajat terang antara 2 permukaan. (Subaris, 2008).

8.1.3 Dampak Penerangan

Penerangan yang buruk dapat mengakibatkan hal-hal yang tidak diinginkan yaitu:

1. Kelelahan mata sebagai akibat dari berkurangnya daya dan efisiensi kerja
2. Memperpanjang waktu kerja
3. Keluhan pegal di daerah mata dan sakit kepala di sekitar mata
4. Kerusakan indera mata
5. Kelelahan mental
6. Kehilangan produktivitas
7. Kualitas kerja rendah
8. Banyak terjadi kesalahan
9. Menimbulkan terjadinya kecelakaan (Tarwaka, 2013)

8.1.4 Standar Penerangan

Kekuatan intensitas penerangan berdasarkan besar dan kecilnya barang menurut Peraturan Menteri Perburuhan Nomor 7 Tahun 1964 tentang syarat kesehatan, kebersihan serta penerangan dalam tempat kerja, yaitu:

Tabel 8.1: Kekuatan Intensitas Penerangan Peraturan Menteri Perburuhan Nomor 7 Tahun 1964

Jenis Kegiatan	Intensitas Penerangan (Lux)	Keterangan
Pekerjaan membedakan barang kasar	50	Mengerjakan bahan-bahan yang besar, menyisihkan barang-barang yang besar, gudang-gudang untuk menyimpan barang-barang besar dan kasar
Pekerjaan membedakan barang kecil	100	Penggilingan padi, pengupasan/pengambilan dan penyisihan bahan kapas, kamar mesin dan uap
Pekerjaan membedakan barang kecil yang agak teliti	200	Menjahit tekstil atau kulit yang berwarna muda, pemasukan dan pengawetan bahan-bahan makanan dalam kaleng, pembungkusan

		daging, mengerjakan kayu
Pekerjaan membedakan barang kecil dan halus	300	Pekerjaan mesin yang teliti, pembuatan tepung, penyelesaian kulit dan penenunan bahan-bahan katun atau wol berwarna muda, pekerjaan kantor yang berganti-ganti menulis dan membaca, pekerjaan arsip dan seleksi surat-surat
Pekerjaan membedakan halus dan kontras	500 – 1000	Pemasangan yang halus, penyemiran yang halus dan pemotongan gelas kaca, pekerjaan kayu yang halus (ukir-ukiran), menjahit bahan-bahan wol yang berwarna tua
Pekerjaan membedakan barang halus dan kontras yang agak lama	≥ 1000	Pemasangan yang ekstra halus (arloji dll.), pemeriksaan yang ekstra halus (ampul obat), penilaian dan penyisihan hasil-hasil tembakau

Sumber: Peraturan Menteri Perburuhan Nomor 7 Tahun 1964 (Perburuhan, 1964)

Standar intensitas penerangan menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, sebagai berikut:

Tabel 8.2: Standar intensitas penerangan menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002

Jenis Kegiatan	Intensitas Penerangan (Lux)	Keterangan
Pekerjaan kasar dan tidak terus-menerus	100	Ruang penyimpanan/ruang peralatan yang memerlukan pekerjaan yang kontiniu
Pekerjaan kasar dan terus-menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar
Pekerjaan rutin	300	Pekerjaan kantor/administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin dan perakitan/penyusunan
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin, kantor, pekerja pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin
Pekerjaan halus	1000	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor,

		pekerja pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin
Pekerjaan amat halus	1500 tidak menimbulkan bayangan	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin dan perakitan yang sangat halus
Pekerjaan detail	3000 tidak menimbulkan bayangan	Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus

Sumber: *Kemenkes No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 (Kementerian Kesehatan RI, 2002)*

Besarnya intensitas penerangan yang baik secara umum, dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 8.3: Intensitas Penerangan yang Baik Menurut Suma'mur (2014)

Pekerjaan	Contoh - contoh	Intensitas Penerangan (Lux)
Tidak teliti	Penimbunan barang	80 – 170
Tidak teliti	Pemasangan (tidak teliti)	170 – 350
Teliti	Membaca, menggambar	350 – 700
Sangat teliti	Pemasangan (teliti)	700 - 10.000

Sumber: *(Suma'mur, 2014)*

8.1.5 Pengukuran Penerangan

Pengukuran intensitas penerangan di tempat kerja berdasarkan SNI 16-7062-2004, yaitu metode pengukuran intensitas penerangan di tempat kerja dengan menggunakan Lux meter. Pada pengukuran penerangan menggunakan alat Lux meter. Prinsip kerja alat ini merupakan sebuah photocell yang bila terkena cahaya akan menghasilkan arus listrik. Makin kuat intensitas cahaya akan besar pula arus yang dihasilkan. Besarnya intensitas cahaya dapat dilihat pada level meter. Dalam penelitian ini hasil pengukuran dikelompokkan menjadi 2 kelompok, yaitu sesuai standar dan di bawah standar dengan satuan lux.

8.1.6 Pengendalian Penerangan

Terdapat dua cara pengendalian penerangan, yaitu:

1. Pengendalian secara teknis
 - a. Memperbesar ukuran objek (sudut penglihatan) dapat dilakukan dengan menggunakan kaca pembesar dan layar monitor.
 - b. Memperbesar intensitas penerangan.
 - c. Menambah waktu yang diperlukan untuk melihat objek.

- d. Bila menggunakan penerangan alami, harus diperhatikan agar jalan masuknya sinar tidak terhalang.
 - e. Mencegah kesilapan dengan:
 - Memperbesar kontras antara objek dengan latar belakang.
 - Tidak melapisi permukaan mesin dengan bahan yang mengkilap.
 - Meletakkan lampu di atas kepala tenaga kerja, sebelah kiri belakang.
 - Menata warna dinding dan langit-langit.
2. Pengendalian secara administratif
 - a. Untuk pekerjaan malam atau pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi, mempekerjakan tenaga kerja yang berusia relatif masih muda dan tidak menggunakan kacamata adalah lebih baik.
 - b. Menjaga kebersihan dinding, langit-langit, lampu dan peralatnya penting untuk diperhatikan. Perawatan tersebut sebaiknya dilakukan minimal 2 kali dalam 1 tahun, karena kotoran/debu yang ada ternyata dapat mengurangi intensitas penerangan hingga 35 %. (Sugeng Budiono, 2003)

8.2 Iklim Kerja

8.2.1 Definisi Iklim Kerja

Iklim kerja adalah kombinasi dari suhu udara, kelembaban udara, kecepatan gerakan, dan suhu radiasi. Kombinasi dari keempat faktor ini dihubungkan dengan produksi panas oleh tubuh yang disebut tekanan panas. Menurut Permenakertrans No. PER 13/MEN/X/2011 iklim kerja adalah hasil perpaduan antara suhu, kelembaban, kecepatan gerakan udara dan panas radiasi dengan tingkat pengeluaran panas dari tubuh tenaga kerja sebagai akibat pekerjaannya (Peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi, 2011).

Iklim kerja adalah suatu kombinasi dari suhu kerja, kelembaban udara, kecepatan gerakan udara, dan suhu radiasi pada suatu tempat kerja. Iklim kerja

yang tidak nyaman, tidak sesuai dengan syarat yang ditentukan dapat menurunkan kapasitas kerja yang berakibat menurunnya efisiensi dan produktivitas kerja. Suhu udara yang dianggap nikmat bagi orang Indonesia adalah berkisar 24°C–26°C dan selisih suhu di dalam dan diluar tidak boleh lebih dari 5°C. Batas kecepatan angin secara kasar yaitu 0,25 sampai 0,5 m/dtk (Wirawan and Ph, 2017).

8.2.2 Macam Iklim Kerja

Kemajuan teknologi dan proses produksi di dalam industri telah menimbulkan sesuatu lingkungan kerja yang mempunyai iklim dan cuaca tertentu yang dapat berupa iklim kerja panas dan iklim kerja dingin (Amalia, 2017).

Iklim Kerja Panas

Iklim kerja panas merupakan meteorologi dari lingkungan kerja yang dapat disebabkan oleh gerakan angin, kelembaban, suhu udara, suhu radiasi, sinar matahari. Tempat kerja yang terpapar suhu panas dapat meningkatkan peluang terjadinya masalah kesehatan kerja dan keamanan (Jiangjun et al, 2014). Panas sebenarnya merupakan energi kinetik gerak molekul yang secara terus-menerus dihasilkan dalam tubuh sebagai hasil samping metabolisme dan panas tubuh yang dikeluarkan ke lingkungan sekitar. Agar tetap seimbang antara pengeluaran dan pembentukan panas maka tubuh mengadakan usaha pertukaran panas dari tubuh ke lingkungan sekitar melalui kulit dengan cara konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi (Suma'mur, 2014).

Salah satu kondisi yang disebabkan oleh iklim kerja yang terlalu tinggi adalah apa yang dinamakan dengan heat stress (tekanan panas). Tekanan panas adalah keseluruhan beban panas yang diterima tubuh yang merupakan kombinasi dari kerja fisik, faktor lingkungan (suhu udara, tekanan uap air, pergerakan udara, perubahan panas radiasi) dan faktor pakaian.

Efek tekanan panas akan berdampak pada terjadinya:

1. Dehidrasi

Penguapan yang berlebihan akan mengurangi volume darah dan pada tingkat awal aliran darah akan menurun dan otak akan kekurangan oksigen.

2. Heat Rash

Yang paling umum adalah prickly heat yang terlihat sebagai papula merah, hal ini terjadi akibat sumbatan kelenjar keringat dan retensi keringat. Gejala biasanya berupa lecet terus-menerus dan panas disertai gatal yang menyengat.

3. Heat Fatigue

Gangguan pada kemampuan motorik dalam kondisi panas. Gerakan tubuh menjadi lambat, kurang waspada terhadap tugas. Diketahui bahwa stroke panas dikaitkan dengan cedera beberapa jaringan dan organ sebagai akibat tidak hanya dari efek sitotoksik panas, tetapi juga dari respon inflamasi dan koagulasi.

4. Heat Cramps

Kekejangan otot yang diikuti penurunan sodium klorida dalam darah sampai di bawah tingkat kritis. Dapat terjadi sendiri atau bersama dengan kelelahan panas, kekejangan timbul secara mendadak.

5. Heat Exhaustion

Dikarenakan kekurangan cairan tubuh atau elektrolit. Gejala umum dari kelelahan panas termasuk sakit kepala, lemah, pusing, mual, muntah, diare, lekas marah, dan kehilangan koordinasi. Kulit mungkin tampak pucat atau pucat, dengan takikardia atau hipotensi.

6. Heat Syncope

Keadaan kolaps atau kehilangan kesadaran selama pajanan panas dan tanpa kenaikan suhu tubuh atau penghentian keringat.

7. Heat Stroke

Kerusakan serius yang berkaitan dengan kesalahan pada pusat pengatur suhu tubuh. Pada kondisi ini mekanisme pengatur suhu tidak berfungsi lagi disertai hambatan proses penguapan secara tiba-tiba. (Amalia, 2017) ; (Hargiyarto, 2005)

Tingkat kerja cenderung mengatur sendiri, yakni pekerja akan secara volunter (sukarela) menurunkan tingkat pekerjaannya bila dia merasakan panas berlebihan kecuali untuk pemadaman kebakaran dan pekerjaan penyelamatan, karena tekanan psikologis akan mengatasi kondisi normal.

Faktor luar seperti kadar kelembaban dan angin akan memengaruhi tahanan pakaian terhadap aliran panas. Pakaian yang lembab akan mempunyai ketahanan yang lebih rendah. Kecepatan aliran udara yang lebih tinggi akan cenderung mengempiskan pakaian, mengurangi ketebalannya dan ketahanannya juga. Sementara pada pakaian yang teranyam terbuka, angin dapat menghilangkan lapisan udara hangat yang ada di dalam. Kecuali jika dipergunakan sebagai pelindung bahaya kimia atau bahaya lainnya. Isolasi perorangan cenderung mengatur sendiri, orang menambah atau membuang lapisan pakaian sesuai dengan perasaan kenyamanannya. Lama pemajanan dapat beragam sesuai dengan jadwal kerja atau istirahat, lebih baik dengan masa istirahat yang diambil dalam lingkungan yang kurang ekstrem.

Orang-orang Indonesia pada umumnya beraklimatisasi dengan iklim tropis yang suhunya sekitar 29-30°C dengan kelembaban sekitar 85 - 95%. Aklimatisasi terhadap panas berarti suatu proses penyesuaian yang terjadi pada seseorang selama seminggu pertama berada di tempat panas, sehingga setelah itu ia mampu bekerja tanpa pengaruh tekanan panas. (Tarwaka, 2013)

Iklim Kerja Dingin

Pengaruh suhu dingin dapat mengurangi efisiensi dengan keluhan kaku atau kurangnya koordinasi otot. Sedangkan pengaruh suhu ruangan sangat rendah terhadap kesehatan dapat mengakibatkan penyakit yang terkenal yang disebut dengan chilblains, trench foot, dan frostbite. Pencegahan terhadap gangguan kesehatan akibat iklim kerja suhu dingin dilakukan melalui seleksi pekerja yang fit dan penggunaan pakaian pelindung yang baik. Disamping itu, pemeriksaan kesehatan perlu juga dilakukan secara periodik. (Sugeng Budiono, 2003). Reaksi setiap orang dengan orang lain berbeda-beda walaupun terpapar dalam lingkungan panas yang sama.

Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Umur

Pada orang yang berusia lanjut akan lebih sensitif terhadap cuaca panas bila dibandingkan dengan orang yang lebih muda. Hal ini disebabkan karena pada orang usia lanjut kemampuan berkeringat lebih lambat dibandingkan dengan orang muda dan kemampuan tubuh untuk orang berusia lanjut dalam mengembalikan suhu tubuh menjadi normal lebih lambat dibandingkan dengan orang yang berusia lebih muda.

2. Jenis Kelamin

Pada iklim panas, kemampuan berkeringat laki-laki dan perempuan hampir sama, tetapi kemampuan beraklimatisasi wanita tidak sebaik laki-laki, wanita lebih tahan terhadap suhu dingin daripada terhadap suhu panas. Hal tersebut mungkin disebabkan kapasitas kardiovaskular pada wanita lebih kecil.

3. Kebiasaan

Seorang tenaga kerja yang terbiasa dalam suhu panas akan lebih dapat menyesuaikan diri dibandingkan tenaga kerja yang tidak terbiasa.

4. Ukuran Tubuh

Orang yang ukuran tubuh lebih kecil mengalami tekanan panas yang relatif lebih besar tingkatannya karena adanya kapasitas kerja maksimum yang lebih kecil. Sedangkan orang gemuk lebih mudah meninggal karena tekanan panas dibandingkan orang yang kurus. Hal ini karena orang yang gemuk mempunyai rasio luas permukaan badan dengan berat badan lebih kecil di samping kurang baiknya fungsi sirkulasi.

5. Aklimatisasi

Aklimatisasi terhadap suhu tinggi merupakan hasil penyesuaian diri seseorang terhadap lingkungan yang ditandai dengan menurunnya frekuensi denyut nadi dan suhu mulut atau suhu badan akibat pembentukan keringat. Aklimatisasi dapat diperoleh dengan bekerja pada suatu lingkungan kerja yang tinggi untuk beberapa waktu yang lama. Biasanya aklimatisasi terhadap panas tercapai sesudah dua minggu bekerja di tempat itu. Sedangkan meningkatnya pembentukan keringat tergantung pada kenaikan suhu.

6. Suhu Udara

Suhu nikmat sekitar 24°C-26°C, bagi orang-orang Indonesia suhu panas berakibat menurunnya prestasi kerja dan cara berpikir. Penurunan sangat hebat sesudah 32°C.

7. Masa Kerja

Secara umum lamanya seseorang menjalani suatu pekerjaan akan memengaruhi sikap dan tindakan dalam bekerja. Semakin lama seseorang menekuni suatu pekerjaan maka penyesuaian diri dengan lingkungan kerjanya semakin baik.

8. Lama kerja

Waktu kerja bagi seseorang menentukan efisiensi dan produktivitas. Segi terpenting dari persoalan waktu kerja meliputi:

- a. Lamanya seseorang mampu bekerja dengan baik.
- b. Hubungan antara waktu bekerja dan istirahat.
- c. Waktu bekerja sehari menurut periode yang meliputi siang (pagi, siang, sore) dan malam. (Nurlida, 2015) ; (Tarwaka, 2013)

8.2.3 Pengukuran Iklim Kerja

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

1. Heat stress monitor adalah suatu alat untuk mengukur tekanan panas dengan parameter Indeks Suhu Bola Basah (ISBB).
2. Anemometer adalah suatu alat untuk mengukur tingkat kecepatan angin.
3. Hygrometer adalah suatu alat untuk mengukur tingkat kelembaban udara. (Setyaningsih, 2018)

8.2.4 Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Bangunan

Idealnya, sebuah bangunan memiliki nilai estetis, berfungsi sebagaimana tujuan bangunan tersebut dirancang, memberikan rasa 'aman' (dari gangguan alam dan manusia/makhluk lain) serta memberikan 'kenyamanan'. Berada di dalam bangunan kita berharap tidak merasa kepanasan, tidak merasa kegelapan akibatnya kurangnya cahaya, dan tidak merasakan bising yang berlebihan. Setiap bangunan diharapkan dapat memberikan kenyamanan termal, visual, dan audio.

Kenyamanan termal sangat dibutuhkan tubuh agar manusia dapat beraktivitas dengan baik (dirumah, sekolah maupun dikantor/ tempat kerja). Szokolay dalam 'Manual of Tropical Housing and Building' menyebutkan kenyamanan

tergantungan pada variabel iklim (matahari/radiasinya, suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin) dan beberapa faktor individual/subjektif seperti pakaian, aklimatisasi, usia dan jenis kelamin, tingkat kegemukan, tingkat kesehatan, jenis makanan dan minuman yang dikonsumsi, serta warna kulit. (Szokolay, 1975).

Kondisi ideal yang harus dibuat untuk menciptakan bangunan nyaman termal adalah sebagai berikut:

1. Teritis atap/ Overhang cukup lebar
2. Selubung bangunan (atap dan dinding) berwarna muda (memantulkan cahaya)
3. Terjadi ventilasi silang
4. Bidang-bidang atap dan dinding mendapat bayangan cukup baik.
5. Penyinaran langsung dari matahari dihalangi (menggunakan solar shading devices) untuk menghalangi panas dan silau (Setyaningsih, 2018).

Bab 9

Getaran dan Radiasi di Tempat Kerja

9.1 Pendahuluan

Gerak adalah kejadian perpindahan objek yang terjadi secara periodik. Gerakan merupakan suatu peristiwa pergeseran atau pergerakan benda atau material menuju ke arah titik keseimbangan dan berjalan terus hingga energi internal mencapai nol. Efek gerak yang terjadi dapat menimbulkan getaran dengan kekuatan dan waktu tertentu tergantung pada tingkat energi, volume material, tekanan termasuk panas yang dimiliki. Getaran yang timbul di definisikan sebagai peristiwa gerak bolak balik baik yang terjadi teratur maupun tidak teratur suatu benda/materi yang melalui titik keseimbangan. Jika getaran terjadi teratur maka disebut gerakan periodik (Agustina, 2019).

Getaran juga dapat diartikan gerakan osilasi secara mekanis pada suatu permukaan di sekitar titik poros keseimbangan yang umumnya menghasilkan amplitudo atau simpangan maksimum yang dihasilkan dari titik keseimbangan. Pada getaran yang terjadi juga memiliki frekuensi dengan simbol 'f' dan satuan Hz, yaitu banyaknya getaran yang terjadi setiap satu detik. Selain amplitudo dan frekuensi, getaran juga memiliki periode paparan yaitu waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya satu getaran dengan satuan "S"

dan simbol “T” (Haworth and Hughes, 2012). Pada prinsipnya getaran yang terjadi adalah suatu peristiwa paparan sejumlah energi tertentu yang berasal dari suatu sistem menyebar ke lingkungan atau sebaliknya proses paparan energi dari lingkungan menuju ke sistem hingga menghasilkan energi sama dengan nol. Getaran dapat terjadi secara alamiah dari pergerakan alam atau juga dapat terjadi dari hasil buatan manusia, namun dapat dipastikan bahwa getaran yang terjadi dengan nilai energi tertentu senantiasa menuju ke titik keseimbangan karena setiap proses pembangkitan energi baik oleh alam maupun oleh aktivitas manusia senantiasa mengikuti dan menuju ke arah hukum kekekalan energi (Kemala, 2018).

Pancaran energi dari atau melalui suatu materi atau ruang baik dalam bentuk panas, gelombang elektromagnetik dalam bentuk foton atau cahaya atau berupa partikel disebut radiasi. Radiasi dapat pula diartikan sebagai energi yang dilepaskan oleh atom. Sumber radiasi dapat berasal dari pergerakan atau peristiwa alam berupa sinar kosmos, sinar gamma yang berasal dari kulit bumi atau peluruhan unsur-unsur radioaktif yang ada di alam, seperti peluruhan Radon dan Thorium di udara. Selain radiasi alam, juga terdapat radiasi buatan yaitu radiasi yang timbul akibat adanya aktivitas manusia yang menghasilkan suatu pancaran foton, misalnya penyinaran dengan sinar X dalam aplikasi medis. Radiasi juga sangat mungkin terjadi dari reaktor nuklir atau proses-proses reaksi yang menggunakan material atau unsur yang menghasilkan peluruhan (Mastha, Jayanti and Suroto, 2015).

Getaran dan radiasi pada dasarnya adalah peristiwa pancaran energi tertentu dari suatu sumber baik yang terjadi secara alamiah maupun sengaja di bangkitkan untuk kepentingan tertentu. Efek positif atau negatif dari getaran dan radiasi yang timbul selalu diarahkan pada manusia dan makhluk lainnya termasuk lingkungan. Umumnya getaran dan radiasi yang terjadi oleh buatan manusia berdampak positif baik terhadap manusia itu sendiri maupun terhadap lingkungan, karena pembangkitan getaran dan radiasi sengaja dibuat untuk tujuan dan kepentingan tertentu, namun terkadang menimbulkan masalah atau dampak yang merugikan terhadap manusia dan lingkungan sebagai dampak negatif karena penggunaan yang cenderung lepas kontrol, terjadi insiden atau karena kelalaian dan dampak jangka panjang yang di luar dari perkiraan saat getaran dan radiasi itu diproduksi. Perjalanan sejarah, keilmuan dan tujuan atas pembangkitan getaran dan radiasi seringkali menyimpang yang disebabkan oleh ulah manusia itu sendiri yang memiliki tujuan-tujuan khusus, kepentingan

untuk mendapatkan manfaat atas getaran dan radiasi yang mereka produksi (Novi, Darmawan and Pattipawaej, 2016).

Getaran dan radiasi yang timbul karena peristiwa alam umumnya berdampak merugikan terutama kepada manusia, karena getaran dan radiasi tersebut adalah suatu kejadian yang sesungguhnya tidak diinginkan dan tidak diharapkan oleh manusia, namun demikian bahwa radiasi atau pun getaran yang terjadi tentu di luar kendali manusia yang bukan tidak mungkin juga terjadi karena proses dan mekanisme alami alam dalam pemulihan dirinya untuk menuju ke posisi keseimbangan (Pramuditta and Kunaefi, 2016).

9.2 Seputar tentang Getaran di Tempat Kerja

9.2.1 Jenis-jenis getaran

Jenis-jenis getaran yang umum dikenal berdasarkan proses dan mekanisme terjadi atau timbulnya hanya ada dua, yakni:

1. Getaran bebas, adalah getaran yang terjadi akibat sistem mekanik dimulai diawali dengan adanya gaya yang bekerja pada sistem tersebut dan dilepaskan terjadi secara bebas, sehingga getaran tersebut menghasilkan frekuensi alami karena sifat dinamika dan distribusi massa dan kekuatan atau energi yang dimiliki.
2. Getaran paksa diartikan sebagai getaran yang terjadi akibat adanya gerakan bolak-balik akibat ada gaya luar yang bekerja pada sistem, mengakibatkan timbulnya getaran pada sistem tersebut (Qoribullah, 2020).

9.2.2 Efek getaran terhadap konsentrasi kerja

Pekerjaan dibutuhkan oleh setiap orang untuk menjamin kelangsungan hidup, dan keberhasilan kerja ditentukan oleh beberapa faktor, salah satu di antaranya adalah kemampuan untuk mencapai taraf konsentrasi setiap melakukan kerja di tempat kerja. Kondisi dan pencapaian konsentrasi khususnya di tempat kerja

dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal pekerja. Faktor internal karyawan berkaitan dengan kondisi kesehatan fisik dan psikologi yang melekat pada dirinya (Rejeki, 2012).

Faktor internal berkaitan dengan keadaan dan status kesehatan fisik karyawan misalnya: tidak sedang dalam keadaan sakit, tidak kurang tidur atau telah melakukan istirahat yang cukup, kecukupan nutrisi makanan bergizi telah dilakukan dengan seimbang dan terpenuhi, sedangkan kondisi psikologi yang dapat berpengaruh konsentrasi karyawan dalam bekerja misalnya telah atau sedang mempersiapkan pernikahan, telah memiliki anak, semua anggota keluarga dalam keadaan sehat, memiliki pendapatan yang cukup, tidak memiliki utang, tidak sedang memiliki masalah dengan keluarga dekat (orang tua, istri, anak, saudara, paman dan tante), merasa telah mendapatkan hak sebagai seorang karyawan yang baik, tidak memiliki masalah dengan sesama pekerja, ada penjenjangan karir yang jelas di kantor dan kondisi lainnya yang berkaitan dengan kesehatan fisik dan psikologi karyawan bersangkutan (Abdurrozzaq et al., 2020).

Faktor eksternal adalah hal-hal yang tidak berkaitan dengan pribadi pekerja, misalnya kondisi lingkungan kerja. Kondisi lingkungan fisik tempat kerja pada umumnya akan memengaruhi konsentrasi setiap karyawan dalam bekerja. Pekerja pada umumnya akan terpengaruh dengan masalah: (1) pencahayaan, (2) bunyi atau kebisingan, (3) temperatur ruangan, (4) getaran dan (5) ada tidaknya sumber radiasi yang ada dalam lingkungan tempat mereka bekerja. Berbagai hasil penelitian menyimpulkan bahwa terdapat sekitar 5 hal yang dapat memengaruhi konsentrasi setiap pekerja dalam melakukan aktivitas di tempat kerja seperti yang disebutkan di atas. Faktor lainnya yang dapat memengaruhi lingkungan kerja dan mungkin mengganggu konsentrasi pekerja, misalnya sirkulasi ruang udara, kelembaban dan bau-bauan. Kelima hal tersebut dirasakan memiliki pengaruh jangka pendek (perasaan dan konsentrasi) dan jangka panjang (timbulnya penyakit tertentu) yang terjadi baik akut maupun kronis dan sulit didiagnosa, bahkan ada penyakit yang sifatnya permanen dapat diderita oleh pekerja (Parinduri et al., 2020; Widowati Evi, 2011).

Getaran, meskipun dianggap bukan masalah serius, namun dapat berakibat fatal terhadap kesehatan. Terkadang tanpa kita sadari getaran yang dialami di tempat kerja berdampak pada melemahnya kondisi tubuh yang dialami oleh tubuh akibat tubuh harus mengeluarkan energi ekstra untuk menyeimbangkan getaran tersebut agar dapat selalu dalam keadaan konsentrasi baik. Beberapa

contoh pekerjaan yang menimbulkan getaran yang mungkin dialami oleh pekerja di tempat kerja, misalnya karyawan yang bekerja setiap hari pada tempat yang tinggi, pekerja bangunan atau pekerja kantoran di gedung pencakar langit, kantor yang berdekatan dengan rel kereta api, sopir kendaraan berat, pekerja pengeboran dan lain-lain (Wibowo, Hariyono and Septiasih, 2011).

Pengeluaran energi tubuh yang diakibatkan oleh getaran pada peralatan dan lingkungan kerja tentunya dapat berakibat negatif pada kesehatan. Hal ini disebabkan karena energi yang telah dikeluarkan tubuh sudah terkuras akibat bekerja, di tambah lagi dengan pengeluaran energi ekstra akibat melawan getaran yang terjadi. Jenis lelah lainnya yang dapat dirasakan oleh karyawan dalam bekerja adalah lelah visual akibat mata telah berkontraksi maksimum dalam bekerja dan terjadi berjam-jam dan berulang-ulang dalam jangka waktu yang panjang, misalnya seorang pekerja kantor di bagian laporan keuangan, berhadapan dengan komputer, bekerja pada jenis pekerjaan yang menimbulkan getaran mekanis, sehingga mata terbebani dan terjadi lelah. Gejala lelah visual pada mata ditandai dengan mata berair dan memerah pada bagian sudut mata, pandangan rangkap, sakit kepala, penurunan kegiatan akomodasi, kelemahan dalam kepekaan kontras dan gangguan lainnya (Sumardiyono et al., 2018).

Aspek manusia sebagai pekerja dan lingkungan kerja (ergonomi) harus menjadi perhatian, karena memiliki pengaruh cukup besar pada produktivitas kerja dan juga efek kesehatan pekerja. Ergonomi atau dalam istilah lainnya human factor atau human engineering, dipusatkan pada pengamatan batas dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental dan interaksi antara manusia sebagai pekerja dengan peralatan kerja yang senantiasa mengalami integrasi, sehingga dapat ditemukan kondisi dan solusi dalam melakukan perbaikan untuk meningkatkan kinerja karyawan dalam bekerja. Kegiatan produksi dimaksud adalah kecepatan kerja, ketepatan kerja, kualitas kerja, keselamatan serta kesehatan kerja (Secaria, Hartanti and Sujoso, 2015).

9.2.3 Hubungan Umur dan jenis kelamin terhadap Getaran

Umur dan jenis kelamin seseorang sangat menentukan dalam memilih jenis pekerjaan. Banyak pekerjaan yang hanya dapat dikerjakan oleh mereka yang berumur cukup matang, demikian pula jenis kelamin juga menentukan dalam pemilihan jenis pekerjaan. Umur kerja produktif berpengaruh pada kinerja kerja. Umumnya kerja produktif antara 30 sampai dengan 45 tahun. Usia 45 < tahun atau 30 > tahun dianggap usia yang telah memiliki risiko-risiko kerja,

khususnya pada jenis pekerjaan tertentu yang banyak membutuhkan kekuatan otot dan tenaga, misalnya pekerjaan pada tempat ketinggian, mengangkat beban, pekerjaan yang membutuhkan kelancaran pergerakan tubuh dan jenis pekerjaan lainnya. Umur pekerja di atas 45 memiliki risiko cedera otot atau keluhan otot, akibat kekuatan otot semakin menurun (Qoribullah, 2020).

Penurunan kekuatan otot pada usia tersebut disebabkan karena seseorang mengalami proses degenerasi yang berakibat pada berkurangnya stabilitas tulang dan otot, sedangkan pekerja dengan umur kurang dari 30 tahun, biasanya memiliki otot yang belum terlalu luwes untuk dapat melakukan pekerjaan-pekerjaan dengan mobilisasi gerakan yang rumit, meskipun mereka memiliki energi yang cukup, hal ini juga memiliki risiko cedera otot. Dengan demikian bahwa pemulihan atau penempatan seorang karyawan pada suatu jenis pekerjaan tertentu hendaknya memperhatikan faktor umur selain faktor-faktor lainnya. Umur yang masih relatif mudah dan usia yang masuk pada usia lanjut tahap dua dianggap rentan lebih tinggi terhadap gangguan getaran apabila getaran tersebut berlangsung dalam jangka waktu lama (Pramuditta and Kunaefi, 2016).

Ketahanan otot terpengaruh oleh jenis kelamin antara laki-laki dan perempuan. Jenis kelamin erat kaitannya dengan keluhan musculoskeletal dan Disorder Shalini, di mana kemampuan laki-laki secara fisiologis lebih kuat dibandingkan dengan perempuan. Beberapa ahli menyatakan bahwa pengaruh perbedaan jenis kelamin antara laki-laki dan perempuan, di mana keluhan otot lebih rentan terjadi pada perempuan karena adanya potensi keluhan musculoskeletal. Kekuatan otot perempuan hanya mencapai dua per tiga dari kekuatan otot laki-laki. Hal ini lebih disebabkan pada kapasitas otot perempuan yang lebih kecil dibandingkan kapasitas otot laki-laki (Novi, Darmawan and Pattipawae, 2016).

Keadaan di atas akan berakibat pada kemampuan dan daya tahan perempuan lebih lemah dalam menghadapi gangguan-gangguan yang ada di tempat kerja seperti getaran dan gangguan lainnya. Selain umur dan jenis kelamin, produk aktivitas kerja juga ditentukan oleh masa kerja atau pengalaman. Karena itulah pemberian dan pembebanan jenis pekerjaan seseorang harus memperhatikan berbagai aspek. Pemberi kerja hendaknya dapat memperhatikan kelayakan beban kerja dengan pengalaman, umur dan jenis kelamin seseorang, meskipun terkadang ditemukan di lapangan bahwa seorang pekerja cenderung menerima suatu jenis pekerjaan apabila terjadi kesepakatan tentang gaji dan aturan-aturan lainnya, sehingga terkadang produk atas aktivitas kerja dan risiko yang akan

terjadi akibat kerja tidak mendapat porsi sebagai bahan pertimbangan, apalagi masalah-masalah gangguan kerja yang ada seperti getaran, radiasi dan masalah pencahayaan dan kebisingan (Mastha, Jayanti and Suroto, 2015).

9.3 Efek Kesehatan akibat Getaran pada Alat dan Tempat Kerja

Paparan radiasi merupakan getaran merupakan salah satu faktor fisik lingkungan kerja dan dapat memengaruhi kesehatan kerja. Paparan getaran terhadap para pekerja yang tidak tepat menimbulkan berbagai masalah dan mungkin menimbulkan kerugian pada perusahaan. Beberapa keluhan sebagai gejala medik yang dapat terjadi akibat getaran, seperti gangguan tulang khususnya tulang belakang dan tulang ekor, cedera, masalah pada penglihatan, gangguan kandung kemih, cedera vaskuler dan gangguan kesehatan lainnya. Getaran dapat terjadi di beberapa proses industri atau tempat kerja di berbagai bidang, seperti bidang pertanian, konstruksi, pertambangan, dan beberapa industri yang menjalankan mesin-mesin skala besar sebagai peralatan pengolahan dan produksi. Kisaran frekuensi paparan getaran yang dapat mengganggu kesehatan pada rentang 2-1000 Hz (Agustina, 2019).

Apabila tubuh kita terkena paparan dengan getaran seperti ini khususnya di tempat kerja dengan durasi 4-6 jam per hari selama 3-6 bulan berturut-turut dapat menimbulkan gangguan pada rangsangan saraf dan gangguan metabolisme tubuh, namun jika paparan getaran tersebut kontak langsung dengan tubuh dalam durasi waktu yang relatif sama, maka dapat menimbulkan masalah kesehatan pada anggota tubuh yang kontak langsung dengan masa paparan kurang dari 4 bulan dan gangguan kesehatan lainnya, seperti pada saraf, metabolisme, keseimbangan dan daya tahan tubuh termasuk sakit kepala (Haworth and Hughes, 2012).

Peningkatan usia pekerja dan paparan getaran ini terus berlanjut, maka potensi terjadinya hematuria dikhawatirkan akan semakin meningkat. Pemeriksaan kesehatan secara okupasi secara periodik dapat dilakukan atau menjadi kebutuhan para pekerja yang rentan terkena paparan getaran pada tempat kerja. Okupasi penting dilakukan bukan hanya bagi pekerja tetapi juga terhadap perusahaan, dimaksudkan agar dapat terdeteksi dini jenis gangguan kesehatan

yang potensial terjadi, agar dapat dilakukan upaya-upaya kolektif untuk pencegahan, sehingga pekerja dapat mengetahui dan senantiasa waspada akan kondisi kesehatan fisiknya, seiring dengan pertambahan usia mereka. Getaran alat kerja dan tempat kerja jika berlangsung dalam waktu lama dapat dipastikan menimbulkan efek kesehatan terhadap pekerja, sehingga proteksi pekerja penting dilakukan bukan hanya oleh pekerja itu sendiri, tetapi pemberi kerja dan juga pemerintah dengan adanya peraturan dan pengawasan yang dilakukan secara rutin (Kemala, 2018).

9.3.1 Risiko Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS)

Para pekerja yang anggota tubuhnya kontak langsung dengan peralatan kerja yang menghasilkan getaran sangat besar kemungkinan akan mengalami gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh getaran tersebut. Gangguan kesehatan akan dirasakan oleh pekerja dengan paparan getaran dipengaruhi oleh kondisi fisik tubuh, umur, durasi paparan, besaran frekuensi paparan, jenis kelamin, sehingga gejala dan waktu bertahan serta kondisi kesehatan sejak paparan mulai tampak berbeda antara pekerja satu dengan yang lainnya. Anggota tubuh yang paling rentan paparan getaran adalah tangan dan mungkin kaki, sehingga gangguan dan masalah kesehatan terkait dengan tangan dan kaki. Salah satu gangguan yang terkait dengan paparan getaran pada tangan adalah *hand-arm vibration syndrome* (HAVS), jika paparan ini berlangsung lama dan dibiarkan tanpa ada upaya pemulihan, maka berpotensi pekerja tersebut akan mengalami kerusakan pembuluh darah, kehilangan kemampuan sensor baik sementara maupun permanen, lemah otot dan kerusakan tulang (Pramuditta and Kunaefi, 2016).

Gangguan HAVS adalah jenis penyakit yang disebabkan oleh getaran mekanis yang menyerang, khususnya pada tangan dan lengan yang kontak langsung dengan getaran tersebut. Pada perkembangan lebih lanjut, maka gangguan HAVS dapat memengaruhi anggota tubuh lainnya termasuk organ vital tubuh seperti jantung, paru-paru dan ginjal. Oleh karena itu usaha dan tindakan preventif yang dapat dilakukan untuk meminimalkan efek HAVS bagi para pekerja adalah dengan cara memiliki peralatan kerja yang menghasilkan getaran dengan frekuensi rendah, hendaknya pada alat kerja bergetar dipasang alat peredam getaran, gunakan alat pengendali getaran periodik (vibrasi), lakukan pergantian pekerja secara berkala setiap 1-2 pekan, hindari bekerja yang menggunakan peralatan yang menimbulkan getaran pada ruangan tertutup dan ventilasi kurang.

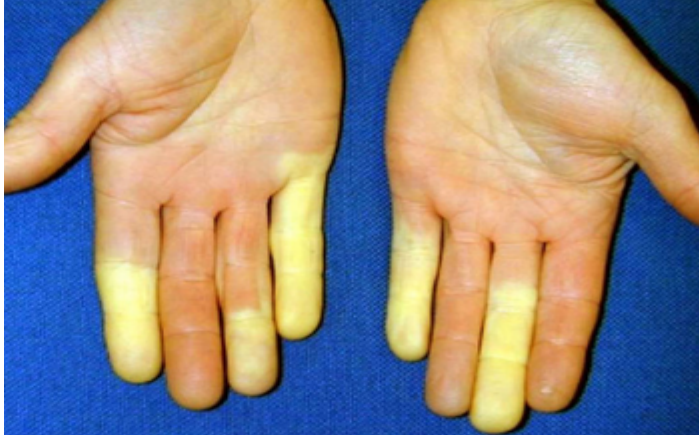
Salah satu cara mengatasi dan meminimalkan gangguan HASV bagi pekerja yang menjalankan peralatan kerja yang menghasilkan getaran adalah hendaknya bekerja tidak melebihi 4 jam berturut-turut, usahakan bekerja di tempat terbuka, bekerja dilakukan pada tempat yang tidak memiliki bunyi dan getaran lain, jika dilakukan di ruangan sebaiknya pada ruangan yang memiliki ventilasi cukup (Mulyati, Katili and Kartikasari, 2016)

9.3.2 Gejala-gejala Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS)

Beberapa jenis gangguan kesehatan akibat getaran, khususnya yang berkaitan dengan masalah HAVS, di antaranya:

1. Gejala vaskuler, biasa juga dikenal dengan istilah fenomena Raynaud, dengan gejala klinis tampak misalnya warna pada jari-jari tangan atau jari tangan tampak putih dan dingin. Secara pelan-pelan jari tangan tersebut dapat berubah warna menjadi menjadi kebiru-biruan yang disebabkan karena suplai oksigen ke jari tangan tersebut berkurang. Gejala ini menunjukkan bahwa telah terjadi kerusakan pada pembuluh darah tangan dan pembuluh darah penghubung, meskipun demikian, pada beberapa kasus perubahan warna jari tangan tidak seluruhnya dialami oleh penderita HAVS.

Gejala paling umum untuk masalah HAVS adalah jari tangan pucat dan dingin, pergerakan tangan kurang terkendali dan kekuatan tangan lebih lemah dari keadaan normal. Perbedaan gejala klinis yang tampak dipengaruhi oleh kondisi fisik penderita, umur, jenis kelamin lama paparan getaran (Qoribullah, 2020). Potensi gangguan HAVS pada pekerja yang anggota tubuhnya (tangan) paparan getaran mencapai (25-55) % setiap 10.000 pekerja, atau bahkan lebih tinggi, namun tidak melakukan pemeriksaan kesehatan atau gejala klinis yang tampak berbeda dengan kasus yang banyak ditemukan.



Gambar 9.1: Gejala Klinis Yang Tampak Pada Penderita HAVS Akibat Getaran (Sumber: <https://www.safetysign.co.id/news/283/Bahaya-Getaran-Pada-Alat-Kerja-Pekerja>)

2. Gejala sensorineural, adalah gejala klinis yang lebih dominan dirasakan, kurang tampak secara fisik pada tangan yang mengalami gangguan HAVS. Gejala sensorineural yang dapat dirasakan adalah kesemutan atau rasa baal pada satu jari atau lebih. Rasa kesemutan yang ringan apabila dirasakan kurang dari 1 jam dan frekuensi kejadian mencapai 1-2 kali dalam tiga hari berturut-turut, namun jika terjadi setiap hari dengan durasi lebih dari 1 jam, maka disarankan untuk memeriksakan diri pada dokter karena sudah dianggap sensorineural berat (Secaria, Hartanti and Sujoso, 2015).
3. Gejala Non spesifik, adalah adanya rasa kebas pada tangan, terutama pada jari-jari tangan saat melakukan pekerjaan atau rasa kebal muncul saat pekerjaan baru berlangsung sekitar 15 menit. Jenis gangguan kesehatan seperti ini adalah akibat HAVS atau paparan getaran dengan vibrasi angioneurosis. Gejala non spesifik seperti ini dikenal dengan istilah acro parestesia.

9.3.3 Jenis Pekerjaan dan Risiko Menderita HAVS

Tingkat kejadian HAVS pada pekerja yang mengalami paparan getaran akibat menggunakan peralatan yang menimbulkan getaran secara langsung cukup tinggi. Risiko HAVS dapat dialami oleh pekerja bukan hanya bagi mereka yang kontak langsung dengan peralatan tersebut. Beberapa peralatan kerja yang menghasilkan getaran, misalnya alat penghancuran beton, mesin bor, mesin gerinda, palu dan pahat listrik, mesin gergaji dan peralatan mesin lainnya (Mastha, Jayanti and Suroto, 2015). Penyakit HAVS dapat dialami oleh mereka yang bekerja pada pekerjaan, seperti pekerjaan pembangunan dan perawatan rel kereta api, pembangunan jalan beton dan perawatan, konstruksi jembatan dan bangunan berlantai banyak, kehutanan, pengecoran logam, pertambangan, industri manufaktur, sarana publik, misalnya air, gas, listrik dan telekomunikasi, pembuatan dan perbaikan kapal, rakitan dan perbaikan kendaraan bermotor dan beberapa jenis pekerjaan lainnya.

Berdasarkan pada hal di atas, maka perlu pengaturan durasi dan masa kerja pada jenis pekerjaan yang menimbulkan getaran, terutama peralatan kerja yang dijalankan kontak langsung dengan bagian tubuh, terutama tangan. SOP penempatan masa kerja perlu diatur dengan baik, misalnya pekerja umur 25-35 tahun yang bekerja pada jenis pekerjaan dengan peralatan bergetar, durasi kerja per hari pada pekerja yang menjalankan peralatan kerja kontak langsung dengan tangan hanya 4-8 jam per hari, mengutamakan jenis pekerjaan tersebut pada penempatan pekerja berjenis kelamin laki-laki, dan masa kerja di tempat yang menimbulkan getaran maksimal 4 tahun dan kemudian ditukar lagi (Pramuditta and Kunaefi, 2016).

Durasi paparan getaran harus dilakukan pengaturan untuk menghindari risiko yang lebih besar dan akan menimbulkan dampak yang lebih besar pula terhadap perusahaan. Terlebih lagi jika jenis pekerjaan yang menimbulkan getaran dan kontak langsung dengan tubuh paralel dengan faktor lainnya seperti kebisingan, pencahayaan yang kurang dan ventilasi yang minim, ini semua dapat menjadi faktor penekan yang menambah beban pekerja, sehingga risiko HAVS terjadi lebih akut dalam waktu lebih singkat.

9.3.4 Mekanisme terjadinya HAVS

Bagaimana mekanisme terjadinya rambat getaran masuk ke dalam tubuh yang menimbulkan ancaman dan risiko HAVS. Perlu diketahui bahwa setiap bagian tubuh yang paling kecil sekalipun dan memiliki sel dapat menghantarkan

listrik, dengan demikian pada tubuh tersebut juga dapat mengalami transmisi gelombang elektromagnetik. Adanya getaran dengan frekuensi tertentu akan merambat melalui jangan/jari tangan menjalar sampai ke lengan. Getaran dengan frekuensi sedang antara 20-500 Hz, terjadi transmisi oleh jari tangan ke tangan, akhirnya ke lengan dan sampai kepada bagian tubuh yang bertanggung jawab masalah sirkulasi dan metabolisme. Kondisi ini sangat rentan terjadi risiko menimbulkan efek getar pada sistem metabolisme tubuh dan sirkulasi darah termasuk pada proses pembelahan sel (Pramuditta and Kunaefi, 2016).

Paparan getaran frekuensi rendah tadi umumnya tidak menimbulkan masalah medis apabila kontak dengan tubuh dalam durasi singkat, namun jika paparan getaran ini berlangsung dalam durasi lama dan berlangsung dalam jangka waktu panjang, dalam analisis medis di pastikan memiliki potensi menimbulkan gangguan kesehatan terutama efek HAVS. Hal ini perlu menjadi perhatian oleh setiap pekerja dan perusahaan untuk mengatur dengan baik dan menerapkan SOP kerja agar risiko-risiko kesehatan dari bekerja di tempat kerja dapat dilakukan secara minimal (Mastha, Jayanti and Suroto, 2015).

Beberapa kelainan atau gangguan medis terkait dengan paparan getaran frekuensi rendah dalam durasi lama dan waktu panjang, di antaranya: (1) kelainan peredaran darah dan masalah persyarafan. Kelainan persyarafan menimbulkan masalah pada kepekaan motorik dan masalah pada ketangkasan, sehingga seseorang yang menderita masalah ini cenderung kurang awas, khawatir dan kurang bersemangat. Bahkan gangguan pada bicara., (2) gangguan angioneurosis atau gangguan jari-jari tangan jauh lebih dingin dibandingkan dengan kondisi normal. Rasa kebal dan kaku, (3) gangguan tulang sendi dan otot (Haworth and Hughes, 2012).

Keadaan ini menjadi sulit, karena masih kurangnya peralatan produksi yang dijalankan dengan tangan yang tidak menghasilkan getaran. Kondisi di atas menuntut kita untuk melakukan berbagai usaha dan upaya dalam meminimalkan risiko tersebut yang dapat dilakukan dengan cara:

1. Desain ulang peralatan kerja yang menimbulkan getaran untuk mengurangi paparan getaran pada tangan dengan menggunakan alat peredam getaran.
2. Menggunakan alat yang bergetar tidak lebih dari 2 jam beroperasi, tergantung nilai percepatan getaran. Energi yang dapat dilakukan transmisi dari getaran tergantung pada durasi paparan

3. Menyusun kebijakan atau kebijakan yang dapat mengatur nilai ambang batas paparan getaran dan nilai faktor fisika di tempat kerja
4. Sedapat mungkin menghilangkan dan menghindari faktor atau gangguan kerja lainnya seperti kebisingan, pencahayaan yang kurang, ventilasi yang minim, dan persebaran pekerja dalam ruangan. Hal ini dilakukan untuk membantu mengurangi tekanan akibat paparan dan gangguan faktor lingkungan yang terjadi secara paralel (Aminah, Marzuki and Rasyid, 2019; Abdurrozzaq Hasibuan et al., 2020).

9.4 Seputar Tentang Radiasi Di Tempat Kerja

Radiasi tidak selalu di konotasi pada hal-hal yang bahaya, karena radiasi terkadang sengaja diproduksi untuk kepentingan tertentu dan pemanfaatan yang proporsional dan rasional pada berbagai aspek yang bertujuan untuk perbaikan baik pada manusia, makhluk hidup lainnya dan bahkan pada lingkungan. Meskipun pada banyak kasus dalam aplikasinya jika paparan pada bagian tertentu misalnya permukaan tubuh tertentu dalam waktu lama dan berulang-ulang sangat berpotensi menimbulkan masalah terhadap tubuh atau gangguan kesehatan.

Kesulitan lainnya menyangkut seputar tentang radiasi adalah bahwa cara rambatan yang sangat sulit dideteksi, karena radiasi ini merupakan pancaran energi dalam bentuk foton atau panas melalui materi yang sesuai, dan dalam pancaran yang tidak terlihat dan tidak dapat dirasakan, terlebih lagi bahwa radiasi memiliki banyak jenis dan tipe yang dapat bersumber dari banyak sumber baik dari alam maupun karena buatan manusia, sehingga potensi paparan radiasi sangat mungkin terjadi pada setiap individu dan objek lainnya yang sesungguhnya bukan diperuntukkan pada individu tersebut (Parinduri et al., 2020; Fairusiyyah, Widjasena and Ekawati, 2016).

9.4.1 Sumber dan jenis Radiasi

Prinsip transmisi radiasi adalah pancaran, hantaran dan serapan energi dalam bentuk partikel berupa foton atau gelombang.

Berdasarkan sumbernya, radiasi secara umum dibedakan atas:

1. Radiasi alam, adalah jenis radiasi yang bersumber dari alam semesta dan terjadi secara alamiah berupa sinar kosmis dan sinar gamma yang terpancar dari kulit bumi, seperti peluruhan Thorium dan Radon di udara serta sumber radionuklida yang ada dalam makanan. Sumber radiasi di alam di antaranya:
 - a. Radiasi material langit. Radiasi benda langit ini menimbulkan perbedaan pancaran pada berbagai tempat. Mereka yang tinggal di kutub akan menerima pancaran dibandingkan yang ada di khatulistiwa, sehingga paparan radiasi benda langit ini akan bervariasi diterima oleh makhluk. Demikian pula makhluk yang tinggal pada daerah dataran tinggi akan menerima paparan radiasi lebih besar karena semakin tipis lapisan udara yang dapat sebagai penahan radiasi.
 - b. Radiasi yang berasal dari kulit bumi. Bahan-bahan seperti 40-Kalium, 87-Rubidium, unsur turunan dari 238-Uranium dan 232-Thorium adalah material radioaktif utama yang ada di kulit bumi. Nilai radiasi unsur-unsur tersebut di atas berbeda-beda tergantung letak dan konsentrasi unsur tersebut di tiap lokasi berbeda-beda. Hasil penelitian di beberapa negara eropa dan Amerika Serikat serta Jepang menyimpulkan bahwa ± 95 % populasi di dunia menerima paparan radioaktif dari kerak bumi antara 0,3-0,6 milisievert (mSv)/ tahun, dan sekitar 3 % populasi dunia menerima dosis 1 mSv/tahun (Susanti, Prasetyarini and Shita, 2016).
2. Radiasi buatan, merupakan radiasi yang timbul akibat adanya hubungan dengan aktivitas manusia baik dalam bidang medis, pertanian, industri makanan dan minuman, pengayaan/ pembangkit nuklir dan sumber lainnya. Radiasi yang sumber dari tindakan medis khususnya pada aplikasi bidang kedokteran dengan penggunaan berbagai jenis alat medis dalam diagnosis, terapi, dan termasuk destruksi struktur penyakit.

Contoh penggunaan radiasi dalam aplikasi bidang kedokteran misalnya pada diagnosis penyakit menggunakan Sinar X (sinar Rontgen). Dosis radiasi sinar X yang digunakan merupakan dosis tunggal, sekaligus merupakan dosis radiasi buatan terbesar yang diterima manusia. Tingkat penerimaan tubuh terhadap radiasi buatan manusia dengan penggunaan Sinar X mencapai 96%, dengan demikian penggunaan, jumlah dan jenis sinar X yang dapat diberikan terhadap manusia dalam rangka pengobatan harus dibatasi waktu dan frekuensi penggunaan, karena radiasi tersebut memiliki waktu paruh atau waktu tinggal radiasi tersebut dalam sel hingga mencapai dosis separuh dari dosis awal.

Dibutuhkan pengaturan dalam pemberian sinar X, sekalipun untuk kepentingan medis, atau dengan kata lain bahwa pemberian radiasi sinar X dapat dilakukan setelah melewati masa waktu paruhnya, karena paparan radiasi sinar X yang berlebihan dalam waktu panjang dapat menyebabkan sel tubuh mengalami friksi, khususnya sel tubuh yang dikenai radiasi tersebut. Perkiraan dosis paparan radiasi sinar X yang diterima tubuh setiap menyinarkan melalui dada pasien sebanding dengan 35-90 hari jumlah radiasi yang diterima tubuh dari alam (Sopandi and Salami, 2013).

Radiasi dari reaktor nuklir yang banyak orang beranggapan bahwa sangat rentan bagi mereka yang bekerja atau yang senantiasa berdekatan dengan reaktor nuklir, namun tentunya dilakukan sistem proteksi yang sangat ketat sehingga radiasi radioaktif yang dilepaskan oleh reaktor nuklir ke lingkungan dapat diminimalkan dalam batas ambang yang diperbolehkan oleh lembaga pengawas nuklir dan radiasi radioaktif internasional. Mereka yang tinggal pada jarak 1-5 km dari pusat pembangkit radiasi nuklir akan menerima radiasi nuklir sebesar 5/1000 msv (milisievert) per tahun dan mereka yang berada pada radius 6-10 km dari pusat reaktor nuklir hanya paparan pada radiasi 2,5/1000 msv per tahun. Besaran ini sesungguhnya lebih kecil dari paparan radiasi terhadap tubuh yang diterima dari alam yang diperkirakan mencapai 2 msv per tahun (Rahman et al., 2020).

9.4.2 Jenis, Kegunaan dan manfaat Radiasi

Dikenal beberapa jenis radiasi, dan setiap jenis radiasi akan memancar dengan panjang gelombang berbeda-beda. Berdasarkan massa, radiasi dapat dibedakan atas dua jenis, yakni radiasi partikel dan radiasi elektromagnetik. Radiasi partikel adalah radiasi yang memiliki sejumlah tertentu massa, misalnya partikel beta, partikel alfa dan partikel neutron, sedangkan radiasi

elektromagnetik, misalnya radiasi dari gelombang radio, gelombang mikro, inframerah, sinar tampak, sinar X sinar kosmik dan sinar gamma (Anwar, 2011).

Tinjauan berdasarkan muatan listrik yang dimiliki, radiasi dibagi atas dua bagian, yakni radiasi ionisasi dan non ionisasi. Radiasi ionisasi adalah radiasi yang akan menghasilkan partikel memiliki muatan listrik atau disebut ion apabila bertabrakan atau tumbukan, di mana ion yang dihasilkan akan memberi pengaruh atau efek pada material, termasuk terhadap benda hidup. Radiasi ionisasi, di antaranya sinar gamma, sinar X, sinar kosmik, partikel beta dan alfa serta neutron, bahkan untuk partikel beta, neutron dan alfa dapat menghasilkan ionisasi langsung, sedangkan sinar X, gamma dan kosmik merupakan partikel radiasi ionisasi yang dapat menghasilkan radiasi tidak langsung (Dian and Trikasjono, 2015).

Radiasi non ionisasi adalah radiasi yang timbul namun tidak menghasilkan ionisasi, contoh partikel radiasi ionisasi, misalnya gelombang radio, mikro inframerah, sinar UV dan sinar tampak. Perlu diketahui bahwa beberapa jenis radiasi memiliki cukup energi untuk terjadi ionisasi partikel dengan mekanisme terjadinya atas keterlibatan elektron sehingga terjadi eksitasi, akibatnya menghasilkan muatan positif atau radiasi yang apabila masuk dalam sistem metabolisme sel makhluk hidup terutama manusia berpotensi mengganggu sistem biologi, menyebabkan terjadinya mutasi gen dan akhirnya berubah menjadi sel kanker yang membela tidak dalam kendali metabolisme dan pembelahan sel (Hidayatullah, 2017).

Radiasi ionisasi terdiri atas dua bagian, yakni:

1. Radiasi eksternal merupakan radiasi yang terdapat pada bagian luar tubuh makhluk hidup atau dengan kata lain makhluk hidup tersebut (manusia) tidak dapat terhindar dari paparan radiasi. Jika paparan radiasi dari luar mengenai sebagian tubuh disebut menyinari secara temporer, namun jika mengenai seluruh tubuh disebut paparan total. Radiasi ini dapat terjadi pada diagnosa pasien menggunakan sinar X, di mana sinar X ini beroperasi pada tegangan 40 kv-150 kv. Pengenaan atau paparan radiasi dengan bentangan tersebut sesungguhnya mengandung panas 120 -150 0C, namun tentunya untuk pengobatan, pasien tidak merasakan panas yang hebat sesuai dengan temperatur yang dihasilkan, karena paparan radiasi ini

mengenai bagian tubuh sangat kecil dalam ukuran mikron atau mengenai massa tubuh ukuran sel, sehingga pasien seolah-olah tidak merasakan panas.

2. Radiasi internal adalah sumber radiasi yang sengaja dimasukkan ke dalam tubuh. Metode tersebut biasanya dilakukan untuk tujuan diagnosa, di mana karena identifikasi atas gejala klinis spesifik berdasarkan keluhan pasien dan ciri yang tampak, sehingga dibutuhkan radiasi jenis radio isotop tidak beracun, waktu paruh pendek dan aktivitas rendah, contohnya Tc 99 atau I-131 (Dian and Trikasjono, 2015).

Beberapa jenis radiasi non ionisasi atau non ionisasi, misalnya: Pertama, radiasi Neutron yang memiliki kemampuan menghasilkan radiasi secara spontan atau karena induksi reaksi fisi, proses fusi dan dari proses nuklir lainnya. Neutron mudah bereaksi dengan inti atom dari berbagai elemen, dan menghasilkan isotop yang tidak stabil, sehingga memicu timbulnya radioaktivitas berupa materi, yakni neutron yang telah di aktifkan. Kedua, Radiasi elektromagnetik (radiasi EM) juga merupakan contoh radiasi non ionisasi bentuk gelombang, menyebar dalam udara bebas atau bisa dalam materi. Radiasi EM mengandung medan listrik dan medan magnet yang merambat saling berhubungan dan terjadi osilasi pada bidang tegak lurus menuju arah propagasi energi. Radiasi EM dikelompokkan berdasarkan frekuensi yang dimiliki dan merambat berupa spektrum (jendela frekuensi kecil), di mana radiasi EM ini membawa energi dan momentum yang dapat di transfer atau disalurkan ketika terjadi interaksi dengan materi. Ketiga, cahaya juga merupakan radiasi EM dengan panjang gelombang 400-700 nm. Keempat, Radiasi termal adalah sebuah pancaran energi gelombang EM yang dihasilkan oleh permukaan benda, misalnya radiasi yang keluar dari bola lampu pijar (Supriyono et al., 2017).

Pada dasarnya radiasi cenderung dipandang sebagai hal yang berbahaya bagi kesehatan, namun demikian terkadang radiasi dibutuhkan untuk kepentingan tertentu, misalnya dalam bidang kesehatan dan pengobatan, misalnya pemanfaatan radiasi dalam bidang radioterapi, kemoterapi, onkologi (pengobatan tentang kanker). Pada bidang kedokteran, misalnya radioterapi radiasi dapat digunakan sebagai alat diagnosis, terapi, sterilisasi alat-alat

kedokteran, teknologi radiografi, metode fluoroskopi dan penggunaan lainnya (Swamardika, 2009).

9.4.3 Bahaya Radiasi di Tempat Kerja

Bahaya radiasi yang umum dan potensi dapat ditemukan terutama di tempat kerja, khususnya pada jenis pekerjaan yang menjalankan mesin-mesin yang dijalankan oleh listrik, pekerjaan bertekanan dan pekerjaan yang menghasilkan panas. Jenis radiasi yang paling umum ditemukan di sekitar kita termasuk di tempat kerja adalah radiasi ion atau ionisasi, karena memiliki sifat substansi listrik terhadap objek yang mengalami interaksi dengannya, kondisi ini biasanya akan memberikan pengaruh negatif, terutama jika objek tersebut adalah makhluk hidup atau manusia.

Bahaya radiasi pada manusia tergantung pada faktor susunan dan konstruksi sel tubuh. Sel adalah material terkecil dari tubuh yang saling berkaitan dalam siklus metabolisme hidup. Apabila sel tubuh membentuk interaksi dengan radiasi ion, energi radiasi yang dimiliki ion tersebut akan terserap ke dalam sel, memberi efek dan potensi perubahan susunan dan sifat kimia sel. Perubahan kimia sel ini dianggap sebagai yang memicu terjadinya kelainan dan perubahan susunan genetik tubuh.

Bahaya dan efek radiasi akan berbeda-beda terhadap tubuh manusia, tergantung pada beberapa faktor:

1. Sumber radiasi yang berasal dari sinar kosmik tidak memiliki efek besar terhadap tubuh dan cenderung dapat diabaikan, akan tetap jika sinar kosmik tersebut kontak dengan tubuh dalam waktu lama, maka dapat menimbulkan efek kesehatan berupa pusing dan sulit konsentrasi, sedangkan jika radiasi berupa neutron dapat menimbulkan efek besar terhadap kesehatan bahkan kematian, namun bahwa sumber radiasi ini umumnya ditemukan pada reaktor nuklir. Partikel beta dan alfa hanya mampu menimbulkan bidang yang tipis dan waktu hidupnya relatif singkat, berbeda dengan sinar X dan partikel gamma dapat membahayakan tubuh jika paparan yang ada, karena mampu menembus sel dan menyebabkan sel mengalami friksi, yang apabila terjadi dalam waktu lama berpotensi memicu

terjadinya mutasi genetik dan menimbulkan penyakit seperti kanker (Tetrianan and Evalisa, 2006).

2. Dosis radiasi yang diterima tubuh. Paparan radiasi dosis rendah dapat merusak sel, meskipun demikian umumnya sel akan mengalami pemulihan generasi internal dirinya dengan cepat, sehingga sel yang mati tadi dapat digantikan, terlebih jika terjadi paparan pada orang yang memiliki umur mudah atau remaja, di mana sel-sel tubuhnya sangat aktif membelah.

Paparan dosis tinggi sangat potensial dapat merusak struktur sel yang memicu terjadinya perubahan genetik dan akhirnya menjadi kanker. Jika tubuh terkena paparan radiasi 1 sv mengakibatkan pusing dan mual, paparan 1-3 sv dalam waktu 6 jam mengakibatkan sakit kepala, paparan 2-6 sv mengalami mual, muntah, diare dan demam. Semakin tinggi dosis paparan semakin besar efek yang dapat ditimbulkan terhadap tubuh (Tetrianan and Evalisa, 2006).

3. Lama paparan radiasi dosis dalam satuan waktu tertentu dapat menimbulkan gejala klinis berupa Sindrom Radiasi Akut (SRA) dengan gejala mual, keguguran rambut, gatal, nyeri dan kejang-kejang. Efek ini jika terjadi dalam waktu lama dapat menimbulkan kematian.
4. Lokasi atau bagian tubuh yang terkena paparan radiasi. Jika jumlah sel tubuh yang terkena paparan radiasi sangat banyak karena paparan berlangsung lama atau karena dosis tinggi mungkin karena jalan yang dilalui radiasi cukup tebal, misalnya dari permukaan ke bagian tubuh yang dalam dapat menimbulkan kerusakan/ kematian sel yang sangat banyak sehingga dapat mengganggu fungsi organ tubuh dan efek yang lainnya berupa kehilangan pendengaran permanen, kelumpuhan, gangguan bicara, dan gangguan penglihatan termasuk beberapa bagian tubuh mengalami mati rasa (Yunus and Bandu, 2019).

Beberapa efek yang dapat timbul dalam penggunaan radiasi untuk berbagai kepentingan, misalnya rambut rontok dan kerusakan kulit yang disebabkan pada penggunaan sinar X, potensi menderita penyakit kanker, serangan leukemia akibat sering kena paparan dengan material yang menghasilkan

radiasi. Mengingat adanya berbagai kerugian dan efek kesehatan yang dapat timbul akibat paparan radiasi, maka perlu ada sistem dan pengendalian dalam penggunaan radiasi untuk berbagai kepentingan atau sistem manajemen dalam pemanfaatan radiasi.

9.5 Sistem dan Manajemen Keselamatan Radiasi

Peraturan nomor 8 tahun 2011, tentang Keselamatan Radiasi dalam penggunaan sinar X, Radiologi diagnostik dan intervensional, keselamatan radiasi sinar X memiliki beberapa elemen penting yang selama dalam aplikasi sebagai dasar terbentuknya sistem dan manajemen Keselamatan Radiasi (SMKR) yang dikeluarkan oleh Badan Pengawasan Tenaga Nuklir. Dengan demikian dalam penggunaan sistem radiasi, maka diperlukan standar operasional prosedur yang wajib dijalankan agar dapat meminimalkan paparan baik terhadap manusia, dan makhluk lainnya termasuk pada lingkungan, dengan demikian diperlukan suatu sistem yang dapat dilakukan proteksi dan mengendalikan penggunaan radiasi (Swamardika, 2009).

9.5.1 Sistem Proteksi Radiasi

Proteksi radiasi harus diterapkan pada setiap pekerja, pasien, masyarakat, makhluk lainnya dan terhadap lingkungan. Proteksi radiasi pada pekerja khususnya tenaga medis yang sering memanfaatkan sumber radiasi untuk pengobatan tidak dapat dipisahkan dengan proteksi radiasi untuk pasien. Umumnya radiasi yang diterima oleh pekerja atau tenaga medis berasal dari hamburan radiasi pasien. Jika pasien menerima radiasi yang rendah, maka tenaga medis juga akan menerima hamburan radiasi yang rendah. Analisis potensi dosis radiasi yang dapat diterima pekerja kemungkinannya lebih besar dibandingkan dengan pasien yang memang sengaja untuk di tembak ke sejumlah dosis radiasi ke tubuh mereka sebagai pengobatan, hal ini disebabkan karena pekerja potensial kena paparan radiasi setiap hari baik dari hamburan radiasi pasien maupun peralatan medis yang rutin digunakan (Sopandi and Salami, 2013).

Proteksi radiasi terhadap pekerja kesehatan penting dilakukan secara komprehensif yang dapat dilakukan dengan beberapa cara, di antaranya: (1)

meminimalkan paparan radiasi dari hamburan pasien dengan pemberian radiasi dalam dosis rendah, (2) penggunaan pakaian yang dapat diproteksi oleh pekerja dengan baik, (3) meningkatkan pengetahuan dan wawasan pekerja tentang bahaya radiasi. Proteksi radiasi terhadap kerja mestinya dilakukan dengan maksimal, karena sumber dan potensi paparan radiasi pada pekerja di tempat kerja, dapat berasal dari 3 sumber utama, yakni paparan medik, paparan pekerja dan paparan publik, sehingga proteksi radiasi terhadap pekerja dapat mengikuti prinsip justifikasi pemanfaatan, keselamatan radiasi, optimalisasi proteksi dan keselamatan radiasi serta limitasi atau pembatasan penggunaan dosis radiasi (Sopandi and Salami, 2013).

Selain proteksi radiasi, pengawasan juga harus intensif dilakukan oleh pihak yang berwenang. Memenuhi kebutuhan pengawasan, maka pemerintah dalam hal ini BAPETEN telah mengeluarkan peraturan yang telah disesuaikan dengan standar internasional melalui IAEA, seperti BSS 115 dan standar lain yang merupakan produk tiruan dari peraturan tersebut. Contoh pengawasan paparan radiasi terhadap masyarakat di antaranya rekomendasi mengenai nilai batas dosis ekivalen untuk lensa mata, yakni 20 mSv per tahun (Simanjuntak, Camelia and Purba, 2013).

Implementasi atas pengawasan paparan radiasi sebagai tantangan dalam pengawasan pemanfaatan sumber radiasi khususnya ionisasi di bidang kesehatan, yakni: pertama, terdapat pergeseran pengawasan yang sebelumnya hanya untuk pekerja radiasi berkembang ke pengendalian radiasi pada pasien dan lingkungan. Kedua, perkembangan teknologi peralatan yang menggunakan radiasi untuk diagnostik maupun terapi. Ketiga, Rekomendasi ICRP nomor 103 tahun 2007 dan GSR Part 3 IAEA terkait dengan definisi radiasi dan perlindungan yang dikembangkan. Keempat, mengamati penerapan pertukaran keselamatan radiasi yang telah diberlakukan di Indonesia, dan kelima, pemenuhan kelengkapan proteksi radiasi sesuai amanat atas dikeluarkannya peraturan keselamatan radiasi termasuk pemenuhan petunjuk teknis dan panduan pelaksanaannya (Supriyono et al., 2017).

9.5.2 Manajemen Pengelolaan Radiasi

Berdasarkan Peraturan Badan Pengawasan Tenaga Nuklir (BAPETEN) nomor 8 tahun 2011, mendefinisikan dan mengatur semua yang berkaitan dengan pekerja radiasi mulai dari dokter spesialis, ahli fisika media, petugas proteksi, dan radiografer untuk mendapatkan proteksi maksimal atas potensi paparan radiasi yang mungkin terjadi terhadap pekerja di tempat kerja. Selain peraturan

dan pengawasan, juga secara rutin dilakukan pelatihan tentang proteksi radiasi yang diselenggarakan oleh pihak pemegang izin yang mencakup:

1. Pelatihan tentang pemahaman perundang-undangan ketenaganukliran
2. Sumber radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir
3. Efek biologi radiasi
4. Satuan dan besaran radiasi
5. Prinsip proteksi dan keselamatan radiasi
6. Alat ukur radiasi
7. Tindakan dalam keadaan darurat akibat radiasi (Rahman et al., 2020).

Tujuan dari pelaksanaan pelatihan radiasi bagi pekerja radiasi adalah:

1. Mengetahui, memahami dan melaksanakan semua ketentuan keselamatan radiasi
2. Melaksanakan petunjuk pelaksanaan kerja yang telah disusun oleh petugas proteksi radiasi dengan benar
3. Aktif melaporkan setiap gangguan kesehatan yang diduga akibat paparan radiasi
4. Memanfaatkan dengan baik setiap peralatan keselamatan kerja kaitannya dengan proteksi radiasi
5. Sukarela dalam melaporkan setiap kecelakaan terhadap petugas proteksi radiasi sekecil apa pun.

9.5.3 Potensi paparan radiasi ada di sekitar kita

Perkembangan teknologi dewasa ini maju dengan pesat, tidak terkecuali pada teknologi komunikasi dan informasi dengan menggunakan berbagai peralatan komunikasi yang bertujuan untuk semaksimal mungkin dalam kerja, komunikasi dan koordinasi dalam rangka suksesnya dan realisasi setiap rencana kerja yang dilakukan. Penggunaan handphone (HP) dalam komunikasi dan informasi tidak dapat dihindari karena terbukti sangat membantu dalam kelancaran komunikasi, termasuk penggunaan yang sangat sederhana dan mobile serta praktis dalam penggunaan. Namun tahukah anda bahwa penggunaan alat komunikasi seperti HP juga memiliki dampak negatif terhadap kesehatan penggunanya. Semua jenis dan merek HP yang digunakan

saat ini di gunakan dengan menggunakan radiasi gelombang radio (Supriyono et al., 2017).

Radiasi ini dapat menyebar ke segala arah, dan hingga saat ini efek radiasi HP belum diketahui secara pasti, namun oleh berbagai riset yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa pengaruh penggunaan handpone (HP) memiliki efek pada tubuh, di antaranya:

1. Dampak pada kesuburan pria, di mana diketahui bahwa kebanyakan pria menyimpan HP pada saku celana atau diselipkan pada tali pinggang yang berdekatan dengan organ intim.
2. Efek radiasi pada ibu hamil. Penggunaan HP pada ibu hamil memiliki potensi mengganggu pada lapisan perlindungan yang mengitari sel saraf otak pada janin dan juga potensi gangguan perilaku pada anak yang lahir dari ibu yang banyak terkena paparan radiasi HP.
3. Radiasi HP dapat memicu aktifnya sel-sel kanker dalam tubuh karena mengalami mutasi akibat radiasi.
4. Efek radiasi HP pada anak-anak yang sering mengalami interaksi atau bersentuhan dengan HP, hal ini disebabkan karena struktur sel anak masih sangat lemah dan belum sempurna, demikian pula tengkorak anak lebih tipis dibandingkan orang dewasa, sehingga otak anak lebih mudah menyerap radiasi.
5. Radiasi HP dapat memengaruhi kerja jantung. Hal ini karena banyak di antara kita terutama pria yang menempatkan HP pada saku baju ketika melakukan aktivitas baik ditempat kerja atau pada aktivitas lainnya (Wilantika, 2010; Swamardika, 2009).

Mengingat risiko yang dapat terjadi akibat penggunaan HP, maka perlu dilakukan strategi dalam meminimalkan efek radiasi bagi kesehatan dengan mengikuti tips berikut:

1. Gunakan HP secara terbatas, hanya pada saat dibutuhkan
2. Gunakan handsfree atau peneras suara jika menerima panggilan via HP
3. Jangan menaruh HP pada saku baju atau celana
4. Jauhkan HP dari tubuh saat tidak digunakan
5. Hanya menggunakan HP saat sinyal kuat

6. Perbanyak komunikasi melalui pesan singkat SMS, WA dan sejenisnya
7. Hindarkan penggunaan HP bagi Balita
8. Tidak melakukan komunikasi menggunakan HP lebih dari 5 menit, dan strategi lainnya yang dianggap dapat meminimalkan paparan radiasi HP (Wilantika, 2010).

Bab 10

Bahaya Kimia dan Biologi di Tempat Kerja

10.1 Pendahuluan

Keselamatan kerja merupakan keselamatan yang berkaitan dengan mesin, pesawat, alat kerja, bahan dan proses pengolahannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaan (Suma'mur, 1989). Keselamatan kerja juga dapat diartikan sebagai suatu usaha atau kegiatan untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, serta mencegah semua bentuk kecelakaan yang mungkin terjadi. Keselamatan kerja berlaku di segala tempat kerja, baik di darat, dilaut, di permukaan air, di dalam air maupun di udara. Tempat - tempat kerja demikian tersebar pada kegiatan ekonomi, pertanian, industri pertambangan, perhubungan pekerjaan umum, jasa dan lain-lain. Salah satu aspek penting sasaran keselamatan kerja mengingat risiko bahayanya adalah penerapan teknologi, terutama teknologi canggih dan mutakhir (Tagueha, Mangare and Tj. Arsjad, 2018).

Hal ini akan memacu pekerja untuk meningkatkan motivasi dan produktivitas dari tenaga kerja. Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan salah satu bagian dari perlindungan bagi tenaga kerja yang bertujuan untuk mencegah serta mengurangi terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja, di dalamnya

termasuk menjamin para pekerja dan orang lain yang ada disekitar tempat kerja agar selalu dalam keadaan sehat dan selamat. Kesehatan kerja berfokus pada pemeliharaan dan pencegahan serta risiko gangguan kesehatan fisik, mental dan sosial pada semua pekerja yang disebabkan oleh kondisi dan lingkungan kerja (Hilmi and Ratnasari, 2018).

Tujuan dan sasaran K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) adalah terciptanya sistem K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) di tempat kerja di mana melibatkan segala pihak sehingga dapat mencegah dan mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja dan terciptanya tempat kerja menyenangkan, aman, efisien, dan produktif (Alfons Willyam Sepang Tjakra, Ch Langi and O Walangitan, 2013). Manajemen atau pengelolaan dan penanganan bahan kimia berbahaya dan beracun atau lebih populer dengan istilah B3 dalam rangka keselamatan dan kesehatan kerja, merupakan aspek harus mendapat perhatian dikarenakan sangat penting. kecelakaan dalam industri banyak terjadi disebabkan ketidaktahuan operator ataupun pekerja dalam mengenali dan menangani B3 tersebut (Harjanto, Suliyanto and Ismojowati, 2013). Pada Bab ini akan dijelaskan bagaimana bahaya kimia dan biologi pada keselamatan kerja.

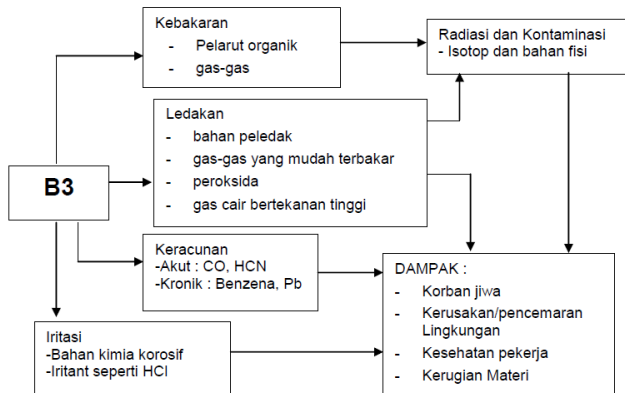
10.2 Bahaya Kimia di tempat kerja

Bahan berbahaya adalah bahan ataupun kandungan yang di dalam pengolahan, pengangkutan, penyimpanan dan dalam penggunaannya menimbulkan dan melepaskan uap, gas, radiasi dll yang mengakibatkan timbulnya kebakaran, keracunan, korosi, iritasi dan bahan lainnya dalam jumlah yang memungkinkan gangguan kesehatan bagi orang yang terpapar langsung atau dapat menimbulkan kerusakan pada alat alat maupun barang-barang. Bahan kimia berbahaya merupakan bahan kimia yang dapat menimbulkan bahaya bagi lingkungannya halnya setiap bahan kimia memiliki sifat reaktif ataupun sensitif terhadap perubahan dari lingkungan di sekitarnya.

10.2.1 Bahan Kimia Berbahaya

Bahan berbahaya dan beracun di definisikan sebagai bahan berbahaya dan / atau beracun yang karena sifatnya atau konsentrasinya baik secara langsung atau tidak langsung dapat mencemarkan lingkungan atau merusak lingkungan

hidup, kesehatan hidup manusia serta, makhluk lain. Dari definisi tersebut diatas dapat ditafsirkan bahwa B-3 dapat berupa bahan baku (alamiah), atau bahan olahan (produk), atau sisa dari suatu proses (limbah) yang bersumber dari kegiatan industri atau domestik (rumah tangga). Ditinjau dari strukturnya, maka B-3 bisa berupa bahan yang memiliki sifat fisika dan kimia. Sifat fisika (fisik) pada umumnya dilihat karena bentuknya, seperti: runcing/tajam, keras, licin, gas dan lain-lain. Sedangkan sifat kimia dilihat dari mudahnya bereaksi, baik dengan struktur tubuh makhluk hidup (manusia, hewan dan tumbuhan), maupun benda-benda mati. Dampak yang diakibatkan oleh sifat fisika pada umumnya berupa perusakan fisik, seperti luka, sesak napas, pingsan, bahkan sampai tak sadarkan diri. Adapun dampak dari sifat kimia antara lain: kebakaran, ledakan, keracunan, korosif terhadap benda (peralatan), dan lain-lain. Berdasarkan dampak yang disebabkan, maka B-3, terutama berdasarkan sifat kimianya, dapat dikelompokkan sebagai berikut (Utomo, 2012):



Gambar 10.1: Pengaruh B3 dalam industri (Utomo, 2012)

Keterangan gambar:

1. Keracunan, sebagai akibat masuknya bahan kimia ke dalam tubuh melalui paru-paru, mulut dan kulit. Keracunan dapat berakibat fatal misalnya hilang kesadaran atau gangguan kesehatan yang baru dirasakan setelah beberapa tahun setelah bekerja, atau menjelang pensiun.
2. Iritasi, sebagai akibat kontak dengan bahan kimia korosif, misalnya peradangan pada kulit, mata dan saluran pernapasan. Bahan ini

reaktif terhadap zat lain sehingga dapat mengakibatkan kerusakan apabila berkontak dengan jaringan hidup atau bahan lain. Bahan-bahan ini meliputi asam-asam, alkali-alkali dan bahan-bahan kuat lainnya.

Dilihat dari wujud/fasenya, bahan kimia korosif ada tiga macam, yaitu:

- a. Bahan korosif padatan, misalnya: kaustik soda, NaOH; kalium hidroksida, KOH; kalsium hidroksida, Ca(OH)₂.
 - b. Bahan korosif cairan, misalnya: asam sulfat, H₂SO₄; asam cuka, CH₃COOH; asam klorida, HCl; asam nitrat, HNO₃.
 - c. Bahan korosif gas, misalnya: amonia, NH₃; formaldehida, HCOH; asam klorida, HCl; asam asetat, CH₃COOH; belerang oksida, SO₂/SO₃; klorin, Cl₂; ozon, O₃.
3. Kebakaran atau luka bakar, sebagai akibat peledakan bahan-bahan reaktif (peroksida dan bahan-bahan pelarut organik) (Askar, 2016). Bahan ini adalah bahan kimia yang mudah bereaksi dengan oksigen dan menimbulkan kebakaran. Tingkat bahaya ditentukan oleh titik bakarnya (titik nyala). Makin rendah titik bakarnya justru makin berbahaya. Reaksi pembakaran yang berlangsung sangat cepat dan juga dapat menghasilkan ledakan.

Dilihat dari wujudnya, bahan ini dapat berupa:

- a. Padatan mudah terbakar, misalnya: belerang, fosfor, kertas/rayon, hidrida logam, kapas dan padatan berupa serbuk halus (seperti debu: kapuk, kapas, gandum).
 - b. Cairan mudah terbakar, seperti: eter, alkohol, aseton, benzena, heksan dan lain-lain. Bahan-bahan tersebut pada umumnya digunakan sebagai bahan pelarut organik, pada suhu kamar akan menguap, dan dalam perbandingan tertentu dapat terbakar oleh adanya api terbuka atau loncatan listrik.
4. Bahan eksplosif (mudah meledak): Bahan ini adalah padatan atau cairan atau campuran keduanya yang karena suatu reaksi kimia dapat menghasilkan gas dalam jumlah dan tekanan yang besar serta suhu tinggi, sehingga menimbulkan kerusakan yang dahsyat.

Ada beberapa macam bahan eksplosif, antara lain:

- a. Bahan eksplosif buatan, yaitu bahan yang sengaja dibuat untuk tujuan peledakan atau bahan peledak, seperti: trinitrotoluene (TNT); nitrogliserin; ammonium nitrat. Bahan-bahan tersebut sangat peka terhadap panas dan pengaruh mekanis (gesekan atau tumbukan).
 - b. Bahan eksplosif karena sifatnya, yaitu karena tidak stabil atau reaktif seperti: nitro, diazo, peroksida, azida dan lain-lain.
 - b. Debu eksplosif, seperti: debu karbon (dalam industri batu bara); zat warna diazo (dalam pabrik zat warna); magnesium (dalam pabrik baja).
 - c. Campuran eksplosif, yaitu karena terjadinya campuran beberapa bahan oksidator dan reduktor dalam suatu reaktor atau dalam penyimpanan (gudang).
5. Radiasi dan Kontaminasi: Bahan ini mempunyai kemampuan memancarkan sinar - sinar radioaktif dari zat itu sendiri. Radiasi yang dipancarkan adalah sinar alfa, sinar beta, sinar gamma, sinar neutron dan lain-lain. Bahaya radioaktif terutama terkait dengan sinar radiasinya. Radiasi ini jika masuk ke dalam tubuh dapat menimbulkan efek somatik dan genetik. Efek somatik bisa bersifat akut dan bisa pula kronis. Efek kronis akibat radiasi dosis rendah, sedangkan efek akut akibat radiasi dosis tinggi dari 200 Rad sampai 5000 Rad. Pada efek akut mungkin terjadi sindrom sistem saraf sentral dan sindroma kelainan darah (Utomo, 2012).

Tabel 10.1: Penggolongan jenis bahaya bahan kimia (Supardjo, 1991)

	Jenis/ Bahayanya	Contoh
Bahan mudah terbakar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Padat ▪ Cair ▪ Gas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Belerang, fosfor, hidrida logam, kapas, kertas, rayon, dll ▪ Sebagai pelarut: eter, alkohol, aseton benzena, dll ▪ Gas alam, hidrogen, asetilen, etilen oksida, dll
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bahan peledak ▪ Bahan dengan struktur 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TNT (Tri Nitro Toluena), Nitro Gliserin, dan Amonium Nitrat

Bahan peledak	<ul style="list-style-type: none"> kimia tidak stabil ▪ Campuran zat kimia eksplosive: Oksidator + Reduktor ▪ Pelarut organik pembentuk peroksida organik 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asetilen, C-C; diazo, C-N₂; nitrozo, C-NO; peroksida, O-O; Ozon O₃; azida, N₃; perkloril, C-Cl-O₃; dll. ▪ Oksidator: KClO₃, NaNO₃, As. nitrat, K-permanganat, Krom trioksida Reduktor: Karbon, Belerang, Etanol, Gliserol, Hidrazin. ▪ Eter, keton, ester, senyawa tak jenuh, dll
Bahan reaktif terhadap air/ asam	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alkali ▪ Logam halida anhidrat ▪ Logam oksida anhidrat ▪ Oksida non logam halida ▪ Reaktif thd asam 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Natrium, Kalium ▪ Aluminium bromida (AlBr₃) ▪ Calcium oksida (CaO) ▪ Sulforil klorida ▪ Kalium klorat/perklorat, kalium permanganat.
Bahan Beracun	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cair ▪ Gas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pestisida, Amoniak ▪ Berilium dll
Gas bertekanan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk gas bakar ▪ Untuk bahan baku (beracun) ▪ Untuk sterilisasi ▪ Untuk hidrogenasi ▪ Untuk pencucian/ bbs O₂ ▪ Untuk klorinasi ▪ Utk bahan baku plastik 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asetilen, Amoniak ▪ Etilen oksida, Hidrogen, Nitrogen ▪ Klor, Vinil klorida

Bahan kimia beracun adalah bahan kimia yang dalam jumlah kecil menyebabkan bahaya terhadap kesehatan manusia apabila terserap dalam tubuh melalui pernafasan, tertelan, atau kontak melalui kulit. Bahan-bahan beracun dalam industri dapat digolongkan seperti berikut ini:

Tabel 10.2: Penggolongan Bahan beracun dalam industri (Utomo, 2012)

Bahan Beracun	Jenis Bahan	Akibat Keracunan Dan Gangguan
1. Logam/ <i>metalloid</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Pb (TEL, PbCO₃) * Hg (Hg, senyawa - senyawa organik & anorganik) * Cadmium * Krom * Arsen 	<ul style="list-style-type: none"> * Syaraf, ginjal dan darah * Ginjal dan syaraf * Hati, ginjal dan darah * Kanker * Iritasi dan kanker

	* Posfor	* Metabolisme karbohidrat, lemak dan protein
2. Bahan pelarut	* hidrogen alifatik (bensin, minyak tanah) * hidrokarbon terhalogenasi (kloroform, CCl ₄) * alkohol (etanol, metanol) * hidrokarbonaromatik (benzena)	* pusing dan koma * hati dan ginjal * penglihatan, koma, dan syaraf * syaraf pusat dan leukemia
3. Gas-gas beracun	* aspiksian biasa (N ₂ , Argon, Helium) * aspiksian kimia (CO ₂ , C ₂ H ₂) * asam sianida (HCN) * asam sulfida (H ₂ S) * karbon monoksida (CO) * nitrogen oksida (NO _x)	* sesak napas, kekurangan oksigen * sesak napas * pusing * sesak napas, kejang, hilang kesadaran * sesak napas, otak, jantung, syaraf, hilang kesadaran * sesak napas, iritasi, kematian
4. Karsinogen	* benzena * asbes * benzidin * krom * vinil klorida	* leukemia * paru-paru * kandung kencing * paru-paru * hati, paru-paru, syaraf pusat, darah
5. Pestisida	* organoklorin, organo fosfat	* pusing, kejang, hilang kesadaran, kematian.

10.3 Bahaya Biologi di Tempat Kerja

Program Kesehatan Kerja mempunyai tujuan utama yaitu memberikan perlindungan kepada pekerja dari bahaya kesehatan yang berhubungan dengan lingkungan kerja dan promosi kesehatan pekerja. Lebih jauh lagi adalah menciptakan kerja yang tidak saja aman dan sehat, tetapi juga nyaman serta meningkatkan kesejahteraan dan produktivitas kerja. Aspek dasar perlindungan kesehatan adalah manajemen risiko kesehatan, pendidikan dan pelatihan, pertolongan pertama dan pengobatan/kuratif (Veys and Niven, 1995).

Kondisi fisik lingkungan tempat kerja di mana para pekerja beraktivitas sehari-hari mengandung banyak bahaya langsung maupun tidak langsung bagi

keselamatan dan kesehatan pekerja (Septiana and Widowati, 2017) UK Health and Safety Commission menyebutkan bahwa bahaya biologi adalah agen infeksi atau hasil dari perantara infeksi yang menyebabkan manusia menderita suatu penyakit. Bahaya biologi dapat disebabkan karena terdapat organisme penyebab penyakit pada tempat kerja atau zat yang dihasilkan dari mikroorganisme yang mengancam kesehatan manusia (Pryor, 2012).

Kewaspadaan standar (standard precaution) adalah kewaspadaan untuk mencegah penyebaran penyakit menular yang diatur menurut pedoman kewaspadaan isolasi oleh Central of Disease Control (CDC) dan Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Menurut Permenkes nomor 17 tahun 2017, komponen standar precaution meliputi: kebersihan tangan, Alat Pelindung Diri (APD), dekontaminasi peralatan perawatan pasien, pengendalian lingkungan, pengelolaan limbah, penatalaksanaan linen, perlindungan petugas kesehatan, penempatan pasien, hygiene respirasi/etika batuk, praktik menyuntik yang aman, dan praktik yang aman untuk lumbal punksi. Adapun beberapa agen penyebab biohazards

10.3.1 Bakteri

Bakteri merupakan uniseluler, pada umumnya tidak berklorofil, ada beberapa yang fotosintetik dan produksi seksualnya secara pembelahan dan bakteri mempunyai ukuran sel kecil di mana setiap selnya hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop. Bakteri pada umumnya mempunyai ukuran sel 0,5-1,0 μm kali 2,0-5,0 μm , dan terdiri dari tiga bentuk dasar yaitu bentuk bulat atau kokus, bentuk batang atau Bacillus, bentuk spiral (Dwidjoseputro, 1985). Semua bakteri, kecuali mycoplasma, selnya dikelilingi oleh dinding sel yang kompleks. Di sekitar dinding sel bisa ditemukan berbagai struktur eksternal yang melekat seperti kapsul, flagela, dan pili. Pengetahuan mengenai dinding sel ini penting dalam menegakkan diagnosis dan mendalami patogenisitas bakteri (Brooks, Butel and Morse, 2004).

Penyakit infeksi merupakan penyebab paling utama tingginya angka kesakitan (morbidity) dan angka kematian (mortality) terutama pada negara - negara berkembang seperti halnya Indonesia. Penyakit infeksi merupakan suatu penyakit yang disebabkan karena adanya mikroba patogen. Salah satu penyebab penyakit infeksi adalah bakteri (PIaR, 2008). Ada beberapa jenis bakteri yang sering menyebabkan keracunan, yaitu Salmonella, Escherichia coli, Listeria, Clostridium perfringens, Bacillus aureus, Staphylococcus aureus, dan Clostridium botulinum (Hariyadi and Dewayanti, 2009).

Penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri adalah (Muliawan, 2008):

1. *Treponema*, penyebab penyakit sifilis.
2. *Leptospira*, penyebab infeksi sistemik yang disertai dengan demam, ikterus dan meningitis.
3. *Borrelia*, sebagai penyebab demam relaps dan penyakit Lyme.

10.3.2 Virus

Virus terkecil memiliki diameter hanya 20 nm-lebih kecil dari ribosom. Ukuran virus panjang sekitar 1400 nm, kapsid nya sekitar 80 nm, diameter kapsid nya 10nm–30nm. Super Mikroorganisme ini hanya dapat dilihat melalui scanning atau transmisi mikroskop elektron (Subandi, 2010). Virus hanya memiliki 1 tipe asam nukleat, tidak memiliki sistem metabolisme sehingga virus tidak dapat tumbuh dan bereproduksi tanpa adanya sel inang (Hajoeningtjas, 2012).

Struktur virus memiliki kapsid tersusun dari protein merupakan pelindung asam nukleat dari kerusakan yang disebabkan oleh enzim perusak DNA. Inti asam nukleat merupakan genom bakteriofag yang mengandung informasi genetik yang perlu untuk replikasi partikel bakteriofag yang baru. Bagian pangkal dan ekor merupakan bagian tempat menempelnya bakteriofag pada titik tertentu pada bakteri (Subandi, 2010).

Para ahli menyebutkan virus adalah organisme hidup dan tak hidup (Subandi, 2010):

1. Virus sebagai makhluk hidup:
 - a. Virus dapat bereproduksi dengan sangat cepat, tetapi hanya terjadi pada sel.
 - b. Inang yang hidup.
 - c. Virus dapat bermutasi.
2. Virus sebagai benda mati:
 - a. Virus adalah aseluler yang tidak memiliki sitoplasma dan organel lainnya.
 - b. Virus tidak melakukan metabolisme sendiri, sehingga untuk memperbanyak diri, virus menggunakan metabolisme sel inangnya

Penyakit yang ditimbulkan oleh virus Virus yang menyerang manusia (Campbell, 2010):

1. Influenza, disebabkan oleh Orthomyxovirus.
2. Campak, disebabkan oleh Paramyxovirus.
3. Herpes simplex, yang disebabkan oleh Herpesvirus varicellae.
4. Papiloma (kanker serviks), disebabkan oleh Papovavirus.
5. AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome) disebabkan oleh virus HIV (Human Immunodeficiency Virus).

10.3.3 Jamur / Fungi

Jamur adalah organisme kecil, umumnya mikroskopis, eukariotik, berupa filament (bening), bercabang, menghasilkan spora, tidak mempunyai klorofil, dan mempunyai dinding sel yang mengandung kitin, selulosa atau keduanya. Sebagian besar dari 100.000 spesies jamur yang telah diketahui sangat saprofit, hidup pada bahan organik mati, yaitu membantu pelapukan. Beberapa diantaranya lebih kurang 50 spesies, menyebabkan penyakit pada manusia, dan lebih kurang sebanyak itu menyebabkan penyakit pada hewan, sebagian besar dari pada itu berupa penyakit yang tidak berarti pada kulit atau anggota tubuh. (Agrios, 1996).

Menurut (Gandjar, 2006) Mikosis adalah penyakit yang disebabkan oleh fungi. Mikosis dapat dikelompokkan sebagai:

1. Mikosis superfisial, yang disebabkan oleh kapang dan penyebarannya terjadi di permukaan tubuh.
2. Mikosis sistemik, disebabkan oleh fungi patogen yang menghasilkan mikrokonidia atau oleh khamir dan penyebarannya melalui peredaran darah ke jaringan dalam tubuh.
3. Mikosis dalam (deep mycosis), juga disebabkan oleh fungi yang membentuk mikrokonidia dan oleh khamir, serta tumbuh di bagian jaringan yang dalam yang akan membengkak.

10.3.4 Mikroorganisme / Protozoa

Protozoa merupakan anggota hewan yang paling sederhana. Tubuh mereka sangat sederhana tersusun dari sel tunggal, memiliki ukuran mikroskopis, sebagian besar hidup bebas tetapi ada yang hidup parasit pada bermacam-

macam jenis hewan. Protozoa tersusun atas organel, karena merupakan diferensiasi dari satu sel. Protozoa merupakan eukariotik dengan inti yang diselubungi oleh membran (selaput). Protozoa bergerak dengan menggunakan flagela, silia, dan pseudopodia (Ashadi and Handayani, 1992).

Protozoa merupakan mikroorganisme eukariot uniseluler yang kehilangan dinding selnya dan termasuk ke dalam kerajaan Protista. Terdapat kurang lebih Protozoa bergerak dengan menggunakan flagela, silia, dan pseudopodia. 20.000 spesies protozoa, ada yang menyebabkan penyakit (Subandi, 2010).

Menurut Subandi (2010) Penyakit yang ditimbulkan oleh protozoa:

1. Entamoeba histolytica yang menyebabkan disentri ameba.
2. Acanthamoeba dapat menginfeksi mata, sumsum tulang belakang dan otak.
3. Giardia lamblia dapat menyebabkan infeksi usus besar yang disebut giardiasis.
4. Trichomonas vaginalis menginfeksi vagina dan saluran kencing laki-laki.
5. Trypanosoma brucei gambiense menyebabkan sakit tidur Afrika
6. Balantidium Coli yang menyebabkan infeksi semacam diare.

10.3.5 Cacing

Cacing adalah salah satu hewan yang menyebabkan suatu penyakit, di Indonesia cukup banyak jumlah penyakit cacingan yang terjadi pada anak - anak sekolah dasar. Cacing biasanya masuk ketubuh manusia melalui pori - pori kulit. Ada beberapa jenis cacing yaitu Ascaris lumbricoides, Trichuris trichiura, Necator americanus, Ancylostoma duodenale, dan Strongyloides stercoralis. Salah satu contoh yang secara umum yaitu Cacing Gelang (Ascaris lumbricoides) yaitu:

Penularan cacing gelang melalui telur cacing yang terdapat pada feses, kemudian menempel pada suatu objek yang pada akhirnya disentuh oleh manusia, lalu tangan manusia yang tidak higienis memasukkan makanan beserta dengan telur cacing yang menempel pada tangan manusia ke dalam mulut, menetas di usus halus. Larvanya menembus dinding usus halus menuju pembuluh darah atau saluran limfe, lalu dialirkan ke jantung, kemudian mengikuti aliran darah ke paru - paru. Larva di paru - paru menembus dinding

pembuluh darah, lalu dinding alveolus, masuk rongga alveolus, kemudian naik ke trakea melalui bronkiolus dan bronkus. Dari trakea larva ini menuju ke faring, sehingga menimbulkan rangsangan pada faring. Di usus halus larva berubah menjadi cacing dewasa. Sejak telur matang sampai cacing dewasa bertelur diperlukan waktu kurang lebih dua bulan (Sutanto et al., 2008)

Gangguan yang disebabkan cacing dewasa biasanya ringan. Kadang-kadang penderita mengalami gejala gangguan usus ringan seperti mual, nafsu makan berkurang, diare atau konstipasi. Pada infeksi berat, terutama pada anak dapat terjadi malabsorpsi sehingga memperberat keadaan malnutrisi. Efek yang serius terjadi bila cacing-cacing ini menggumpal dalam usus sehingga terjadi obstruksi usus (ileus) (Margono and Abidin, 2003) .

10.3.6 Infeksi atau Bloodborne Pathogen

Kecelakaan dalam bekerja dapat diakibatkan oleh kelalaian pekerja, bekerja melebihi batas kemampuan atau ergonomis yang buruk dalam bekerja. Dalam bidang kesehatan, kelalaian dalam bekerja bisa terjadi apa saja. Salah satunya adalah tertusuk jarum atau benda tajam di rumah sakit. Jarum suntik dan alat medis yang tajam merupakan alat medis yang bersentuhan langsung dengan jaringan tubuh dan darah pasien. Tenaga kesehatan yang lalai dapat tertular melalui jarum suntik yang terkontaminasi cairan tubuh pasien yang terinfeksi.

Petugas kesehatan berisiko terpapar darah dan cairan tubuh yang terinfeksi (bloodborne pathogen) yang dapat menimbulkan infeksi HBV (Hepatitis B Virus), HCV (Hepatitis C Virus) dan HIV (Human Immunodeficiency Virus) melalui berbagai cara, salah satunya melalui luka tusuk jarum atau yang dikenal dengan istilah Needle Stick Injury atau NSI (Hermana, 2006). Luka atau cedera akibat tertusuk jarum atau benda tajam lainnya merupakan hal yang sangat perlu diperhatikan. Apabila seorang petugas kesehatan tanpa sengaja terluka akibat tertusuk jarum yang sudah terkontaminasi cairan tubuh orang yang sakit maka berisiko terjadi penularan sekurang - kurangnya 20 patogen potensial.

Dua patogen yang sangat berbahaya adalah Hepatitis B (HBV) dan Human Immunodeficiency Virus (HIV). Hepatitis B (HBV) adalah infeksi pada hati atau liver. Penyakit ini sering ditemui dan penyebarannya 100 kali lebih cepat dari HIV dan dapat menyebabkan kematian. Kecelakaan dalam bekerja dapat diakibatkan oleh kelalaian pekerja, bekerja melebihi batas kemampuan atau ergonomis yang buruk dalam bekerja. Dalam bidang kesehatan, kelalaian

dalam bekerja bisa terjadi apa saja. Salah satunya adalah tertusuk jarum atau benda tajam di rumah sakit. Jarum suntik dan alat medis yang tajam merupakan alat medis yang bersentuhan langsung dengan jaringan tubuh dan darah pasien. Tenaga kesehatan yang lalai dapat tertular melalui jarum suntik yang terkontaminasi cairan tubuh pasien yang terinfeksi. Petugas kesehatan berisiko terpapar darah dan cairan tubuh yang terinfeksi (bloodborne pathogen) yang dapat menimbulkan infeksi HBV (Hepatitis B Virus), HCV (Hepatitis C Virus) dan HIV (Human Immunodeficiency Virus) melalui berbagai cara, salah satunya melalui luka tusuk jarum atau yang dikenal dengan istilah Needle Stick Injury atau NSI (Hermana, 2006).

Luka atau cedera akibat tertusuk jarum atau benda tajam lainnya merupakan hal yang sangat perlu diperhatikan. Apabila seorang petugas kesehatan tanpa sengaja terluka akibat tertusuk jarum yang sudah terkontaminasi cairan tubuh orang yang sakit maka berisiko terjadi penularan sekurang-kurangnya 20 patogen potensial. Dua patogen yang sangat berbahaya adalah Hepatitis B (HBV) dan Human Immunodeficiency Virus (HIV). Hepatitis B (HBV) adalah infeksi pada hati atau liver. Penyakit ini sering ditemui dan penyebarannya 100 kali lebih cepat dari HIV dan dapat menyebabkan kematian.

Bab 11

Ventilasi dan Higiene Sanitasi di Tempat Kerja

11.1 Pendahuluan

Ventilasi berperan penting dalam kesehatan lingkungan, kesehatan masyarakat khususnya di tempat kerja. Banyak penelitian menunjukkan hubungan signifikan antara ventilasi dan kejadian penyakit berbasis lingkungan seperti tuberculosis paru atau penyakit lainnya. Sistem ventilasi yang baik diperlukan pada ruangan kerja untuk meningkatkan kenyamanan dalam bekerja terutama untuk ruangan-ruangan produksi yang menggunakan mesin-mesin yang mengeluarkan panas (Pandiangan, Huda dan Rambe, 2013).

Manfaat ventilasi yang baik tak hanya membuat di tempat kerja terasa lebih nyaman, tetapi juga membuat penghuninya lebih sehat. Tempat kerja yang tidak memiliki saluran ventilasi dapat meningkatkan risiko terjadinya infeksi pernapasan dan penyebaran penyakit yang diderita oleh penghuni rumah tersebut. Disamping ventilasi, untuk menerapkan kesehatan di tempat kerja dengan menjaga kebersihan makanan dengan memperhatikan higiene dan sanitasi tidak hanya dari bahan makanan namun juga dari kualitas lingkungannya. Kebutuhan akan makanan yang hygiene dipengaruhi oleh faktor sanitasi tempat, keselamatan kerja dan higiene penjamah makanan.

Karena makanan merupakan substansi yang dibutuhkan dan memegang peranan yang penting untuk kesehatan manusia, mengingat setiap saat dapat terjadi penyakit yang disebabkan oleh makanan. Peningkatan kesehatan yang optimal dapat dilihat dari pengelolaan makanan dan minuman secara baik dan memenuhi standar mutu. Karena itu, dibutuhkan perhatian dari segi nilai gizi, nilai kemurnian, serta dari segi kebersihan. Tanpa lingkungan yang selalu dipelihara dan diawasi, maka makanan dapat menyebabkan sumber penyakit akibat kontaminasi suatu zat kimia, biologis, dan fisik.

11.2 Ventilasi di Tempat Kerja

11.2.1 Pengertian Ventilasi

Ventilasi adalah proses pertukaran udara dengan cara pengeluaran udara terkontaminasi dari suatu ruang kerja, melalui saluran buang, dan pemasukan udara segar melalui saluran masuk. Menurut Geetha, N. dan Velraj, R. (2012), ventilasi alami adalah teknik pendinginan pasif untuk mempertahankan tingkat kualitas udara yang baik yang dicapai dengan cara alami. Dalam beberapa kasus, bangunan memerlukan sirkulasi udara yang lebih besar untuk mengkompensasi temperatur dan kelembaban udara tinggi dalam ruangan agar memenuhi kebutuhan kesegaran yang berasal dari udara luar. Desain yang baik dari sebuah bangunan yang berventilasi alami memerlukan pemahaman yang baik tentang pola aliran udara dan efek dari bangunan sekitarnya. Tujuannya adalah agar mendapatkan sirkulasi udara bersih yang cukup pada seluruh bagian ruang dalam bangunan. Pemenuhan tujuan ini tergantung pada lokasi jendela, desain interior dan karakteristik angin (Geetha, 2012).

Faktor utama yang memengaruhi pola aliran udara memasuki bangunan adalah ukuran dan bentuk lubang inlet, lokasi bukaan, jenis dan konfigurasi dari inlet termasuk konfigurasi dari unsur-unsur yang berdekatan lainnya seperti partisi internal, proyeksi dan vegetasi (Hamzah et al., 2017). Gratia dkk (2004) berkesimpulan bahwa infiltrasi udara dengan sistem ventilasi alami dapat digunakan untuk meningkatkan kenyamanan termal pada ruang-ruang dalam bangunan, tetapi efisiensi sistem ini tergantung pada kondisi iklim, sehingga beberapa strategi untuk mengurangi panas internal mungkin diperlukan pada kondisi tertentu.

11.2.2 Fungsi Ventilasi

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 (2013), 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. Secara umum, ventilasi berfungsi mengalirkan udara dari luar ke dalam ruangan dan sebaliknya, sehingga terjadi pergantian udara yang sehat untuk dihirup. Seiring dengan keluarnya udara dari dalam, ventilasi juga menjadi saluran keluarnya polusi dari dalam rumah

Fungsi utama 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) (Ranescho, 2015). Sistem ventilasi ruangan memiliki tiga fungsi utama yaitu: (1) Menjamin adanya pergantian udara dalam ruangan, (2) Memberi kenyamanan bagi pengguna ruangan, dan (3) Mendinginkan material dan perabot yang ada dalam ruangan (Hamzah et al., 2017).

11.2.3 Jenis Ventilasi

Menurut Ranescho (2015), secara umum beberapa jenis ventilasi adalah sebagai berikut:

1. Ventilasi alami (natural ventilation)

Ventilasi alami yaitu aliran udara yang masuk melalui pintu, jendela ataupun lubang angin yang sengaja dibuat. 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 di tempat 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.

2. 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 dihisap dan dihembuskan oleh kipas ke dalam ruangan bercampur dengan bahan pencemar sehingga terjadi pengenceran. Kemudian udara kotor yang telah diencerkan tersebut dihisap dan di buang keluar.

3. 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 dihisap oleh ventilasi, sebelum sampai pada tenaga kerja.

11.2.4 Membangun Ventilasi yang Baik

Ventilasi yang baik harus dapat mengatur pergantian udara sehingga ruangan tidak terasa panas, tidak terjadi kondensasi uap air atau lemak pada lantai, dinding dan langit-langit. Menurut Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1098/ Menkes/SK/ VII/2003 (2003), persyaratan ventilasi yang baik adalah sebagai berikut:

1. Bangunan atau ruangan tempat pengolahan makanan harus dilengkapi dengan ventilasi yang dapat menjaga keadaan nyaman.
2. Sejauh mungkin ventilasi harus cukup (+ 20% dari luas lantai), untuk
 - a. Mencegah udara dalam ruangan terlalu panas
 - b. Mencegah terjadinya kondensasi uap air atau lemak pada lantai, dinding atau langit-langit.
 - c. Membuang bau, asap dan pencemaran lain dari ruangan

Untuk memperoleh ventilasi yang baik dapat dilaksanakan dengan cara (Ranescho, 2015):

1. Ventilasi alamiah, merupakan ventilasi yang terjadi secara alamiah, di mana udara masuk ke dalam ruangan melalui jendela, pintu, atau lubang angin yang sengaja dibuat.
2. Ventilasi mekanik, merupakan ventilasi buatan dengan menggunakan:
 - a. AC (air conditioner), yang berfungsi untuk menyedot udara dalam ruang kemudian disaring dan dialirkan kembali dalam ruangan;
 - b. Fan (baling-baling) yang menghasilkan udara yang dialirkan ke depan;
 - c. Exhaust, merupakan baling-baling penyedot udara dari dalam dan luar ruangan untuk proses pergantian udara yang sudah dipakai.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan saat membangun ventilasi:

1. Volume dan kualitas udara dari luar yang dapat masuk melalui ventilasi. Ventilasi yang baik tidak hanya dapat mengalirkan, tapi sebaiknya bisa menyaring udara juga.
2. Arah pergerakan udara, sebisa mungkin dari area yang bersih ke area yang kotor.
3. Udara dari luar harus dapat masuk ke tiap ruangan, menggantikan udara kotor dan polusi yang terjadi di dalam rumah

11.2.5 Faktor Pendukung Ventilasi yang Baik

Menurut dr. Kevin Adrian (2018), faktor pendukung untuk ventilasi yang baik adalah:

1. Jendela yang terbuka lebar untuk membebaskan udara masuk ke ruangan. Tapi jendela ini juga memungkinkan polusi dari luar masuk ke dalam rumah, seperti asap kendaraan bermotor, asap pabrik, dan debu dari jalan raya. Solusi yang lebih baik adalah jendela yang dilengkapi penyaring, seperti kasa yang dapat mengalirkan udara masuk, tapi bisa mencegah debu masuk ke dalam rumah.
2. Nyalakan AC untuk menjaga ruangan tidak lembab.
3. Untuk mengurangi risiko gas berbahaya, pilihlah bahan pembersih dan cat yang bertuliskan 'tidak mengandung VOC'. Jenis pembersih yang berbentuk semprot akan memicu pelepasan gas berbahaya ke udara. Oleh karenanya, lebih baik gunakan produk yang berbentuk cairan atau pasta.
4. Rumah yang terlalu lembab seringkali diakibatkan oleh aliran air yang tidak terkontrol. Tutup tempat-tempat lokasi air bocor, menetes, atau merembes, seperti gudang, loteng, atau garasi. Periksa dan segera perbaiki jika ada atap yang bocor. Sedapat mungkin keringkan baju di luar ruangan.
5. Untuk mencegah gas dari kompor terjebak di dalam dapur, nyalakan kipas angin atau pastikan untuk membuka jendela di sekitar dapur. Selain itu, servis dan bersihkan kompor secara teratur untuk mengurangi risiko produksi gas berbahaya.
6. Tungau debu biasanya berkembang biak dalam ruangan yang lembab. Memperbanyak ventilasi dan menyalakan AC dapat menjaga agar ruangan tetap kering. Sebisa mungkin tidak perlu menutup lantai atau dinding dengan karpet karena berisiko menjadi tempat tungau debu hidup. Bersihkan debu pada perabot rumah secara teratur dengan vacum cleaner dan lap.
7. Langkah utama membebaskan rumah dari kepulan asap rokok adalah dengan membuat semua penghuni berhenti merokok. Namun jika

tidak memungkinkan, setidaknya dapat meminta perokok untuk merokok di luar rumah.

8. Sedapat mungkin, jaga agar ventilasi dapur dan kamar mandi langsung terhubung dengan udara luar. Dua ruangan ini adalah sumber utama tingginya kadar kelembaban udara dalam rumah.
9. Kesehatan memang bermula dari rumah. Periksa apakah tempat tinggal atau tempat bekerja telah memenuhi standar kesehatan, termasuk standar ventilasi yang baik. Jika sedang mencari tempat tinggal baru, pastikan memeriksa kelayakan saluran udaranya untuk lebih menjamin lingkungan hidup yang sehat bagi keluarga.

11.3 Higiene Sanitasi di Tempat Kerja

11.3.1 Pengertian Higiene dan Sanitasi

Menurut Purnawijayanti (2001) istilah higiene adalah ilmu yang berhubungan dengan masalah kesehatan dan berbagai usaha untuk mempertahankan atau untuk memperbaiki kesehatan. Menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2004), hygiene adalah upaya kesehatan dengan cara memelihara dan melindungi kebersihan subjeknya seperti kebersihan piring, membuang bagian makanan yang rusak untuk melindungi keutuhan makanan secara keseluruhan.

Menurut Rauf (2013) sanitasi berasal dari bahasa Latin, artinya sehat. Dalam konteks industri pangan, sanitasi adalah penciptaan dan pemeliharaan kondisi-kondisi higiene dan sehat. Higiene pangan adalah semua kondisi dan ukuran yang perlu untuk menjamin keamanan dan kesesuaian pangan pada semua tahap rantai makanan. Sanitasi merupakan suatu ilmu terapan yang menggabungkan prinsip-prinsip desain, pengembangan, pelaksanaan, perawatan, perbaikan dan atau peningkatan kondisi-kondisi dan tindakan higiene. Pengaplikasian sanitasi mengacu pada tindakan-tindakan higiene yang dirancang untuk memperhatikan lingkungan yang bersih dan sehat untuk penyiapan, pengolahan dan penyimpanan pangan.

Sanitasi makanan adalah salah satu usaha pencegahan yang menitikberatkan kegiatan dan tindakan yang perlu untuk membebaskan makanan dan minuman dari segala bahaya yang dapat mengganggu kesehatan, mulai dari sebelum makanan diproduksi, selama dalam proses pengolahan, penyimpanan, pengangkutan, sampai pada saat di mana makanan dan minuman tersebut siap untuk dikonsumsi kepada masyarakat atau konsumen (Prabu, 2009).

Menurut Azhar (2011), sanitasi makanan lebih ditekankan pada upaya membebaskan makanan dari zat-zat yang membahayakan kehidupan, atau mencegah agar bahan makanan yang mengandung zat-zat yang membahayakan kehidupan tidak sampai dikonsumsi. Prinsip hygiene sanitasi makanan dan minuman adalah pengendalian terhadap empat faktor hygiene dan sanitasi makanan, yaitu faktor tempat, peralatan, orang dan bahan makanan (Depkes, 2006). Hygiene dan sanitasi tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lain karena erat kaitannya. Misalnya hygiene sudah baik karena mau mencuci tangan, tetapi sanitasinya tidak mendukung karena tidak cukup tersedianya air bersih, maka mencuci tangan tidak sempurna (Depkes, 2004).

11.3.2 Manfaat dan Tujuan Hygiene Sanitasi

Menurut Undang Undang No. 36 tahun 2009 mengenai kesehatan disebutkan bahwa dibutuhkan pemantapan dan peningkatan dalam kegiatan kesehatan, salah satunya dalam upaya pengamanan makanan dan minuman agar kegiatan kesehatan yang berhubungan dengan upaya tersebut dapat berhasil guna dan bermanfaat khususnya bagi masyarakat. Hal ini juga suatu upaya agar masyarakat aman dari penyebaran makanan dan minuman yang tidak memenuhi persyaratan mutu (Kemenkes, 2013).

Beberapa manfaat dapat kita rasakan apabila kita menjaga sanitasi di lingkungan kita, yaitu mencegah penyakit menular, mencegah kecelakaan, mencegah timbulnya bau tidak sedap, menghindari pencemaran, mengurangi jumlah (presentase sakit). Lingkungan menjadi bersih, sehat dan nyaman (Atmoko, 2017).

Menurut Ambius (2015) manfaat dari higiene dan sanitasi di tempat kerja adalah:

1. Tempat bekerja terjamin kebersihannya dan kenyamanannya.
2. Melindungi para pasien dan karyawan dari faktor lingkungan pengolahan dapur rumah sakit yang dapat merugikan kesehatan fisik maupun mental.
3. Penyakit menular dapat dicegah.
4. Kecelakaan kerja dapat dicegah.

Menurut Kusnoputranto (2005), sanitasi makanan bertujuan untuk:

1. Menjamin keamanan dan kemurnian makanan
2. Mencegah konsumen dari penyakit
3. Mencegah penjualan makanan yang akan merugikan pembeli
4. Mengurangi kerusakan/pemborosan makanan

11.3.3 Implementasi Higiene dan Sanitasi di Tempat kerja

Implementasi higiene dan sanitasi di tempat kerja dapat dilihat pada hasil penelitian yang dilakukan oleh T. Prasetyo Hadi Atmoko (2017) di Rumah Makan Dhamar Palembang adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan higiene dan sanitasi pada karyawan, peralatan dapur, serta area dapur agar setiap produk yang dihasilkan bersih, sehat, dan berkualitas.
2. Adanya tes kesehatan bagi karyawan oleh dinas kesehatan supaya karyawan benar-benar dalam keadaan sehat sehingga makanan terhindar dari penyakit.
3. Menampilkan expired time di setiap makanan yang disajikan sehingga pembeli dapat memperhitungkan batas waktu makanan dapat dimakan.
4. Mencegah timbulnya masalah gangguan kesehatan pada karyawan dengan adanya aktivitas dapur dengan memperhatikan standar kelayakan dapur.
5. Menciptakan suasana aman, nyaman bagi personel yang terlibat dalam pengolahan makanan.

6. Mengupayakan area dapur, peralatan dapur senantiasa terpelihara kesehatannya.
7. Menciptakan suasana kerja yang asri dan sehat.
8. Pesanan makanan dalam bentuk box, porsi yang disajikan sesuai dengan anjuran dari dinas kesehatan sehingga sesuai dengan takaran nilai gizi yang seimbang.

Kemudian hasil dari penelitian T. Prasetyo Hadi Atmoko (2017) juga, bahwa dapur Rumah Makan Dhamar secara nyata sudah memenuhi syarat kesehatan sebagai berikut:

1. Selalu dalam keadaan bersih
2. Mempunyai cukup persediaan air bersih untuk mencuci bahan makanan
3. Mempunyai tempat sampah
4. Alat-alat dapur selalu dalam keadaan bersih
5. Mempunyai ventilasi yang cukup guna memasukkan udara segar serta mengeluarkan asap dan bau yang kurang sedap
6. Mempunyai tempat penyimpanan yang baik, tidak tercemar oleh bibit penyakit, serangan serangga dan tikus
7. Tidak meletakkan zat-zat yang berbahaya (insektisida) berdekatan dengan bumbu dapur atau bahan makanan.

Dampak dari implementasi higiene dan sanitasi di tempat kerja bahwa dari pelanggan di Rumah Makan Dhamar selalu merasa puas, hal itu terbukti dengan tetap loyal, membeli produk baru yang ditawarkan, merekomendasikan produk makanan, bersedia membayar lebih, dan memberi masukan atau saran kepada Rumah Makan Dhamar Palembang (Atmoko, 2017).

Bab 12

Pengendalian Vektor Penyakit di Tempat Kerja

12.1 Pendahuluan

Sebuah usaha industri dan manufaktur melibatkan banyak departemen penting mulai dari fasilitas & pemeliharaan infrastruktur, yang berperan untuk menciptakan kualitas produksi yang baik. Sebagai kegiatan yang dipenuhi dengan banyak Sumber Daya Manusia, kesehatan dan keselamatan menjadi hal yang sangat penting. Perlindungan yang memadai dan antisipasi berbagai risiko sangat penting untuk menghindari timbulnya kejadian yang tidak terduga dari bahaya yang dimungkinkan dalam lingkungan kerja industri dan manufaktur.

Saat menjalankan kegiatan yang berkembang besar dalam industri yang kompetitif dan dinamis di Indonesia, juga penting untuk memastikan hal seperti hari kerja yang hilang (work day lost), penggantian biaya medis, biaya yang tidak terduga, dan biaya operasional yang harus di minimalisasi. Mencegah pengeluaran membengkak akibat kesehatan dan keselamatan kerja adalah salah satu poin penting untuk menjaga kegiatan operasional, produktivitas, dan finansial perusahaan tetap stabil (Haryono, 2018).

Berbagai hal yang termasuk dalam situasi tidak terduga akibat vektor ialah serangan rayap, korsleting listrik yang mengakibatkan kebakaran dikarenakan tikus menggerogoti kabel elektrik, keracunan makanan akibat kontaminasi makanan dengan kotoran kecoa dan potensi wabah demam berdarah karena nyamuk berkembang biak di lingkungan perusahaan.

Pada area produksi yang sedang beroperasi, pegawai dan produk berjalan tiada henti dan tidak terelakkan termasuk juga pergerakan vektor jika sanitasi lingkungan kerja tidak terjaga dengan baik. Vektor merupakan ancaman berisiko tinggi bagi industri dan rantai pasokannya. Selain merusak inventori dengan berbagai cara, yang jauh lebih penting adalah vektor juga sangat berbahaya bagi kesehatan dan keselamatan pekerja yang dapat memengaruhi kinerja, mengganggu operasi, dan pada akhirnya menyebabkan kerugian dan hilangnya pendapatan (Abdurrozzaq Hasibuan, Bonaraja Purba, Ismail Marzuki, Mahyuddin Efendi Sianturi, Rakhmad Armus, Sri Gusty, Muhammad Chaerul Efbertias Sitorus, Khariri, Erniati Bachtiar, Andi Susilawaty, 2020).

Keberadaan vektor penyakit seperti lalat, kecoa, nyamuk dan binatang pengganggu (tikus), dalam dunia industri masih kurang mendapat perhatian pihak manajemen. Hal ini dapat disebabkan, karena vektor dan tikus di industri tidak langsung dapat menimbulkan penyakit, tetapi hanya sebagai perantara penularan penyakit. Walaupun sebagai perantara penularan penyakit, adanya vektor lalat, kecoa, nyamuk dan tikus dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan tenaga kerja di industri (Awoke et al., 2006).

12.1.1 Pengawasan Vektor Penyakit di Tempat Kerja

Pada dasarnya dalam pengawasan vektor penyakit seperti lalat, kecoa, dan nyamuk baik di pemukiman masyarakat maupun di industri tidak ada perbedaan, bedanya hanya dari segi lokasi. 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.

Adapun prinsip dasar dalam pengawasan atau pengendalian vektor penyakit yang dapat dijadikan sebagai pegangan sebagai berikut (Ramlan, 2018):

1. Pengendalian vektor harus menerapkan bermacam macam cara pengendalian agar vektor tetap berada di bawah garis batas yang tidak merugikan atau membahayakan.
2. Pengendalian vektor tidak menimbulkan kerusakan atau gangguan ekologi terhadap tata lingkungan hidup.

Sementara konsep dasar pengendalian vektor:

1. Harus dapat menekan densitas vektor.
2. Tidak membahayakan manusia.
3. Tidak mengganggu keseimbangan lingkungan.

Tujuan pengawasan/pengendalian vektor di industri antara lain (World Health Organization, 2017):

1. Mencegah wabah penyakit yang tergolong vector borne disease, memperkecil risiko kontak antara manusia dengan vektor penyakit dan memperkecil sumber penularan penyakit atau reservoir.
2. Mencegah dimasukkannya vektor atau penyakit yang baru ke suatu kawasan yang bebas dilakukan dengan pendekatan legal, maupun dengan aplikasi pestisida (spraying, baiting, trapping).

12.1.2 Vektor Penyakit yang Sering Ditemukan di Tempat Kerja

Vektor Lalat

Lalat diketahui dapat terbang sejauh 20 mil untuk menemukan makanan. Air sangat penting untuk lalat dan mereka biasanya tidak dapat hidup tanpa itu selama lebih dari 48 jam. Lalat merupakan gangguan umum pada setiap area yang terdapat makanan. Biasanya lalat ditemukan di ketika ada makanan dan sumber air seperti dapur dan kantin. Lalat juga mampu menyebarkan penyakit seperti kolera, disentri, polio dan tifus (Susilawaty, 2020).

Lalat membawa organisme penyebab penyakit yang ada pada tubuh mereka seperti helai rambut yang ada di tubuh, kaki dan bagian mulut. Mereka menyebarkan organisme ini dengan menjatuhkan feses ke makanan, oleh sebab itu pengendalian serangga sangat penting untuk membatasi ruang gerak lalat (Fahmiah, Susilawaty and Bujawati, 2017).

Lalat rumah cenderung berkembang biak dalam udara hangat maupun lembab ataupun tempat pembuangan sampah. Mereka adalah pembawa utama penyebaran penyakit. Mereka akan memperoleh makan dari sejumlah besar makanan yang ada, termasuk makanan manusia, makanan hewan pakan ternak, sampah, dan kotoran. Memastikan kebiasaan baik pada lingkungan rumah tangga dan restoran dengan cara membuang sampah secara teratur dan rajin menutup tempat sampah adalah beberapa langkah awal yang merupakan dasar untuk mencegah lalat sebelum mereka mengincar sumber makanan yang ada.

Lalat buah berkembang biak di saluran air yang tidak bersih dan memakan buah matang, sayuran, dan produk fermentasi. Mereka biasanya ditemukan di area dapur atau kantin. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mencegah lalat dapur ialah menyimpan makanan dengan baik, hindari meninggalkan sisa makanan di tempat terbuka, jangan meninggalkan bekas peralatan makan menumpuk di wastafel selama berjam-jam yang akan berpotensi mengundang sumber makanan bagi lalat tersebut (Permana and Putra, 2018).

Vektor Kecoa

Keberadaan kecoa biasanya ditemukan di dapur, kantin, kantor, ruang produksi dan area gudang di sebuah pabrik industri. Pengendalian kecoa diperlukan untuk meminimalkan potensi bahaya yang dapat ditimbulkan. Kecoa cenderung dapat menularkan penyakit dengan membawa kuman dan bakteri yang didapat dari tempat yang kotor. Mereka menularkan penyakit yang dapat menyebabkan gejala keracunan makanan dan menodai permukaan yang bersentuhan dengan mereka. Semut dan kecoa paling sering ditemukan di area sekitar dapur, pantry dan kantin (World Health Organization, 2015).

Vektor Tikus

Menjadi salah satu pemain penting global Asia dalam teknologi dan aplikasi, pasar industri dan manufaktur Indonesia terus berupaya mencari dan mengembangkan bermacam solusi, produk, serta proses industri. Upaya berkesinambungan dan terus menerus dituntut agar pasar terus berkembang

menjadi pusat manufaktur yang inovatif kelas dunia. Oleh karena itu, reputasi dan pertumbuhan bisnis yang konsisten berperan sangat penting.

Reputasi suatu brand yang buruk dan kerusakan pada hasil akhir industri akan menjadi suatu ancaman kerugian finansial yang kehadirannya tidak akan diharapkan oleh para pelaku bisnis saat ini. Untuk mencegah ancaman kerugian finansial dalam industri dan manufaktur para pelaku bisnis juga harus menaruh perhatian khusus terhadap suatu area di mana risiko serangan suatu hama tikus akan terjadi, area tersebut dapat berupa gudang, area produksi, dan ruang server IT.

Tikus dapat menggigit kemasan kotak/ kardus produksi, tikus juga dapat menemukan cara bagi mereka menuju ruang server IT. Selain itu, tikus dapat mengerat kabel listrik yang dapat berpotensi menyebabkan korsleting dan bahaya kebakaran. Kebiasaan mengerat mereka juga dapat merusak furniture yang ada. Tahukah Anda? Hanya dibutuhkan celah sebesar 1 cm bagi tikus untuk meloloskan diri dan mencapai area industri anda. Jalan masuk bagi tikus untuk menjangkau lalu merusak bisnis anda hanya dengan melewati lubang tembok pembatas di area industri, lubang pada plafon, serta celah yang berada pada bawah pintu area industri. Dengan demikian, sangat penting bagi pemilik usaha untuk melakukan perlindungan hama yang efektif guna melindungi barang di gudang dari hama tikus.

Sebuah bisnis industri dengan daerah yang terbuka besar merupakan area yang menantang dalam pengendalian hama. Dikarenakan tikus dapat dengan mudahnya keluar masuk di berbagai entry point. Program yang dilakukan oleh pengendalian hama profesional dapat membantu anda dalam mengenali entry point (Narida, 2014).

12.2 Berbagai Upaya Pengendalian Vektor Penyakit di Tempat Kerja

12.2.1 Pengendalian Vektor Lalat

Lalat adalah salah satu insekta yang termasuk ordo diptera (serangga yang memiliki sepasang sayap berbentuk membran). Lalat merupakan salah satu serangga yang dapat menjadi vektor atau binatang perantara yang

menghantarkan penyakit ke manusia antara lain: typhus, parathypus, disentri basiler, disentri amuba dan sebagainya. Spesies lalat mencapai 60.000 spesies tetapi tidak semua yang menimbulkan gangguan kesehatan. Lalat yang berpengaruh pada kesehatan lingkungan penting untuk diketahui ; lalat rumah (*Musca domestica*), lalat kandang (*Stomoxys calcitrans*), lalat hijau (*Phenisia* sp.), lalat daging (*Sarcophaga* sp.) dan lalat kecil (*Fannia* sp.). Genus lalat yang paling penting adalah jenis lalat yang termasuk genus musca.

Sifat dan cara hidup lalat, adalah sebagai berikut (Fahmiah, Susilawaty and Bujawati, 2017):

1. Lalat hidupnya di tempat yang kotor seperti tinja manusia dan hewan, sampah.
2. Untuk berkembang biak lalat membutuhkan udara yang panas serta lembab dan tersedia makanan yang cukup.
3. Lalat menyukai bau yang busuk serta makanan minuman yang merangsang penciuman.
4. Lalat tertarik pada cahaya lampu
5. Lalat dapat terbang berpindah pindah sampai menempuh jarak 200 meter sampai 1000 meter. oleh karena itu TPA sampah harus berada jauh dari pemukiman penduduk sesuai dengan jarak terbang lalat.
6. Lalat tidak menyukai warna biru.

Lalat merupakan serangga dengan metamorfosis sempurna, pada usia 4 sampai 20 hari lalat betina sudah bisa menghasilkan telur. telurnya berbentuk oval, warna putih, ukuran 10mm dan biasanya mengelompok, pada tiap kelompok bisa mencapai 75 sampai dengan 150 butir telur. Telur diletakkan pada tempat yang terhindar dari sinar matahari dan ada makanannya. telur dan tempayaknya tidak tahan pada suhu 750C. Telur menetas berubah menjadi tempayak (12 jam) pada waktu 4 s.d 7 hari berubah menjadi kepompong (warnanya merah tua atau coklat). kepompong mencari tempat yang kering untuk bersembunyi. jika suhu sesuai maka akan berubah menjadi dewasa setelah 3 hari. Sebelum terbang memerlukan waktu satu jam untuk mengeringkan tubuh dan sayap. lebih kurang 15 jam, kemudian hidup sebagaimana lalat dewasa. Usia lalat antara 2 sampai 4 minggu, tetapi akan lebih lama jika udara dingin (Ramlan, 2018; Permana and Putra, 2018).

Pengawasan ini ditujukan terutama untuk serangga dan binatang pengerat yang menularkan penyakit. Dalam keadaan bencana walaupun tidak merupakan prioritas utama seperti halnya upaya penyediaan air bersih dan makanan, pengendalian atau pengawasan vektor pengganggu tetap harus dijalankan agar tidak menambah masalah kesehatan lingkungan di industri. Ditujukan pada telur, dengan menghilangkan tempat berkembang-biaknya lalat seperti gundukan sampah, di antaranya adalah; ditujukan pada tempayak, menghindari menumpuk sampah pada tempat yang lembab.

Keberadaan lalat di industri, selain dapat mengganggu kenyamanan tenaga kerja dalam bekerja, lalat juga dapat menularkan penyakit pada tenaga kerja, untuk diperlukan usaha pengendalian vektor lalat sebagai berikut (World Health Organization, 2017):

1. Usaha pencegahan (prevention) mencegah kontak dengan vektor pemberantasan nyamuk, kelambu, misalnya di tempat istirahat tenaga kerja lubang-lubang ventilasinya dipasang kawat kasa, sehingga dapat mengurangi nyamuk masuk ke ruangan istirahat.
2. Usaha penekanan (suppression) menekan populasi vektor sehingga tidak membahayakan kehidupan manusia
3. Usaha pembasmian (eradication) menghilangkan vektor sampai habis
4. Metode pengendalian Vektor lalat, dilakukan dengan:
 - a. Pengendalian secara alamiah (naturalistic control) memanfaatkan kondisi alam yang dapat memengaruhi kehidupan vector jangka waktu lama.
 - b. Pengendalian terapan (applied control) memberikan perlindungan bagi kesehatan manusia dari gangguan vektor sementara
 - c. Upaya peningkatan sanitasi lingkungan (environmental sanitation improvement)
 - d. Pengendalian secara fisik mekanik (physical mechanical control) modifikasi atau manipulasi lingkungan landfilling, draining.
 - e. Pengendalian secara biologis (biological control) memanfaatkan musuh alami atau pemangsa atau predator, fertilisasi
 - f. Pengendalian dengan pendekatan per UU (legal control) karantina

- g. Pengendalian dengan menggunakan bahan kimia (chemical control)

12.2.2 Pengendalian Vektor Kecoa

Hama yang paling umum dalam pabrik pengolahan makanan dan fasilitas jasa makanan di seluruh dunia adalah kecoa. Kecoa ini membawa dan menyebarkan organisme berbagai penyakit. Membawa sekitar 50 mikroorganisme yang berbeda (seperti Salmonella dan Shigella), Poliomielitis, dan Vibrio cholerae, agen penyebab kolera. Kecoa menyebarkan organisme yang tidak diinginkan melalui kontak dengan makanan, khususnya melalui menggigit dan mengunyah.

Kecoa tersebut dapat dikontrol melalui identifikasi dan penghapusan bahan-bahan yang tersimpan penuh dan penyimpanan produk. Nilai metil bromida untuk kontrol terbatas karena kerumitannya penggunaan, biaya, dan mengantisipasi fase-out. Sebuah teknologi yang potensial untuk mengendalikan Rokok Kumbang adalah perlakuan panas. Termal perawatan di mana suhu udara di sekitarnya meningkat menjadi 48°C dan ditahan selama 24 jam adalah yang paling mematikan bagi serangga. Oleh karena banyaknya kecoa yang mengganggu maka peralatan luar harus dinaikkan 23 sampai 30 cm yang jelas dari permukaan untuk mencegah suka tikus. Semak-semak harus minimal 10 m dari fasilitas makanan. Para ahli merekomendasikan bahwa strip rumput bebas 0,6 sampai 0,9 m dalam ukuran ditutupi dengan lapisan batu kerikil atau 2,5-3,8 cm di sekitar gedung pengolahan makanan (Purnama, 2017); (Ir. Sutrisno Koswara, 2006).

Pengendalian kecoa dalam perusahaan makanan harus secara berkesinambungan melalui sanitasi yang efektif dan penggunaan bahan kimia. Bentuk yang paling penting dari kontrol sanitasi efektif. Hama ini membutuhkan makanan, air, dan tempat bersembunyi terlindung. Exterior pencahayaan, termasuk lampu parkir, harus terdiri dari bola lampu uap natrium (lampu kuning) yang menarik serangga lebih sedikit dibandingkan dengan jenis pijar standar.

Kemasan tahan serangga adalah strategi pengendalian yang mungkin tidak selalu dimasukkan ketika mempertimbangkan kontrol non kimia atau teknik pengecualian. Serangga produk disimpan bervariasi dalam kemampuan mereka untuk paket kontes. Hama ini dapat menembus, melalui bahan kemasan atau penyerang yang dapat masuk melalui jahitan atau bukaan.

Serangga dapat berbeda beda dalam kemampuan mereka untuk memasukkan paket pada tahap kehidupan yang berbeda. Kemasan film mungkin berbeda dalam kemampuan mereka untuk mencegah masuknya serangga. Sebagai contoh, film polypropylene lebih tahan terhadap serangga masuk daripada penggunaan polivinil klorida polimer.

Kecoa menyebarkan organisme yang tidak diinginkan melalui kontak dengan makanan, khususnya melalui gigitan. Meskipun mereka lebih suka makanan yang mengandung sejumlah besar karbohidrat, mereka akan memakan substansi buangan manusia, seperti pada kotoran manusia, bahan membusuk, serangga mati (termasuk kecoa lainnya), lapisan sepatu, dan bahan kertas dan kayu. Kecoa paling aktif di daerah gelap dan di malam hari, saat aktivitas manusia sudah mulai berkurang. Kecoa termasuk serangga dalam famili blattidae ordo Orthoptera dan banyak ditemukan didaerah tropika. Serangan ini banyak ditemukan ditempat tempat penyiapan makanan dan ditempat tempat hangat dan lembab, misalnya di atap, dan saluran air kotor. Kecoa ini berkembang biak dengan cepat oleh produksi bulanan kasus telur kecil yang dapat mengandung 15 sampai 40 telur. Tiga spesies kecoa yang paling sering menyerbu kawasan industri, antara lain Kecoa Jerman (*Blatella germanica*), Kecoa Amerika (*Periplaneta americana*), Kecoa Oriental (*Blatta orientalis*).

Beberapa kegiatan yang dapat dilakukan untuk pengawasan kecoa di industri adalah:

Deteksi Keberadaan Kecoa

Kecoa dapat ditemukan di lokasi di mana makanan sedang diproses, disimpan, disiapkan, atau dilayani. Serangga ini cenderung untuk bersembunyi dan bertelur di dalam gelap, hangat, dan daerah yang sulit untuk bersihkan. Tempat favorit mereka adalah ruang dalam ruang kecil, dan tumpukan peralatan dalam rak. Salah satu cara termudah untuk memeriksa kutu kecoa adalah dengan memasukkan serangga ke dalam tempat penyimpanan yang gelap.

Pengontrolan Kecoa

Kutu Kecoa dikontrol dengan mengurangi tempat tempat yang optimal untuk perkembangbiakan kecoa dengan memberikan suhu 5°C . Penggunaan bahan kimia kadang- kadang ditambah dengan insektisida non residual pyrethrin berbasis memaksa serangga dari daerah tersembunyi ke wilayah terbuka, di mana kontak diperbaiki dengan insektisida dapat terjadi. Senyawa lainnya, seperti diazinon microencapsulated flowable, tersedia untuk pengontrolan kecoa dan serangga lain di daerah retakan, atau celah tapi tidak untuk aplikasi

di daerah penanganan makanan. Cairan pestisida, dan siflutrin digunakan sebagai racun saraf yang membunuh serangga. Bahan kimia yang memiliki toksisitas sangat rendah untuk manusia dan hewan peliharaan, dapat ditemukan dalam insektisida komersial seperti Raid. Serbuk, dinatrium octoborate tetrahydrate, adalah formulasi asam borat dengan toksisitas rendah bagi manusia dan hewan peliharaan, tetapi menyebabkan serangga untuk dehidrasi dan mati

Penggunaan Pestisida

Insektisida tidak boleh disemprotkan di daerah makanan selama jam beroperasi. Insektisida harus diterapkan hanya setelah shift, selama akhir pekan, atau pada waktu lain ketika pembentukan makanan ditutup. Tindakan pencegahan harus diambil untuk menjamin terhadap percikan atau drift insektisida keluar dari area pengobatan untuk permukaan yang berdekatan atau ke makanan. Residu insektisida, yang umumnya dalam bentuk kering mengandung senyawa beracun yang sama yang berada dalam semprotan juga tersedia. Mereka membutuhkan keterampilan lebih dalam aplikasi dibandingkan semprotan dan harus dikelola hanya oleh operator pengendalian hama (Lacarin and Reed, 1999).

Sebelum penggunaan insektisida digunakan untuk produk makanan dimakan atau area pasokan penyimpanan, semua makanan terbuka dan barang pasokan harus ditutup di area yang akan disemprotkan. Peralatan yang digunakan dalam penyemprotan pasti akan menjadi tercemar dan harus benar benar dibersihkan sebelum digunakan kembali. Hal ini paling baik dilakukan dengan menggosok senyawa pembersih dengan air panas, lalu berkumur. Produk yang mengandung sisa jenis insektisida tidak boleh digunakan pada setiap permukaan yang bersentuhan dengan makanan. Sebuah prosedur fumigasi ini tidak dianjurkan kecuali tampaknya menjadi metode efektif saja, dan bahkan kemudian hanya apabila dilakukan oleh fumigator profesional. Dalam situasi harus personil pabrik biasa atau supervisor mencoba jenis pekerjaan kecuali mereka benar benar terlatih. Bahkan ketika fumigators profesional yang melakukannya, para manajer pabrik harus memastikan diri bahwa semua tindakan pencegahan telah diambil sesuai dengan praktek praktek keselamatan yang berlaku.

Tindakan pencegahan dengan menggunakan pestisida, harus dipertimbangkan ketika menerapkan pestisida (Lacarin and Reed, 1999; Awoke et al., 2006):

1. Wadah pestisida harus diidentifikasi dan diberi label.
2. Exterminators bekerja harus memiliki asuransi pada pekerjaan mereka untuk melindungi pendirian, karyawan, dan pelanggan.
3. Instruksi harus diikuti ketika menggunakan pestisida. Bahan kimia ini harus digunakan hanya untuk tujuan yang ditunjuk. Sebuah insektisida efektif terhadap satu jenis serangga tidak dapat merusak hama lainnya.
4. Racun paling lemah yang akan menghancurkan hama harus digunakan dengan konsentrasi yang dianjurkan.
5. Semprotan berbasis minyak dan berbahan dasar air harus digunakan di lokasi yang sesuai. semprotan berbasis minyak harus diterapkan di mana air dapat menyebabkan terjadinya korsleting listrik, menyusut kain, atau jamur penyebabnya. semprotan air tersebut harus dapat diterapkan di lokasi lokasi di mana minyak dapat menyebabkan kebakaran, kerusakan karet atau aspal, atau bau yang menyenangkan.
6. Lama terkena semprotan harus dihindari. Pakaian pelindung harus dipakai selama aplikasi, dan tangan harus dicuci setelah aplikasi pestisida.
7. Makanan, peralatan, dan peralatan tidak boleh terkontaminasi dengan pestisida.

Selain itu untuk meminimalkan kemungkinan kontaminasi, fasilitas makanan harus disimpan jauh dari tempat pestisida disimpan. Pestisida persediaan harus diperiksa secara periodik untuk memverifikasi persediaan dan untuk memeriksa kondisi produk, dilakukan tindakan pencegahan penyimpanan sebagai berikut (World Health Organization, 2017):

1. Pestisida harus disimpan di daerah kering dan pada suhu yang tidak melebihi 35 oC.
2. Daerah di mana pestisida harus disimpan terletak jauh dari makanan penanganan dan area penyimpanan makanan, dan harus dikunci. Senyawa ini harus disimpan secara terpisah dari bahan bahan

berbahaya lainnya, seperti senyawa pembersih, produk minyak bumi, dan bahan kimia lainnya.

3. Pestisida tidak boleh dipindahkan dari paket paket mereka berlabel ke wadah penyimpanan lainnya. Penyimpanan pestisida dalam kemasan makanan kosong dapat menyebabkan keracunan pestisida.
4. Pestisida wadah kosong harus ditempatkan dalam wadah plastik ditandai untuk pembuangan limbah berbahaya. Bahkan wadah kosong merupakan potensi bahaya karena bahan beracun sisa mungkin ada. Kertas dan koran dapat dibakar, tetapi kaleng aerosol kosong tidak harus dihancurkan melalui pembakaran.

Mencegah kontak produk makanan terhadap pestisida

Program pengendalian kecoa pada industri makanan memerlukan kecermatan yang tinggi agar tidak terjadinya kontaminasi produk makanan baik dengan insektisida yang digunakan selama proses pengendaliannya:

Inspeksi Barang yang Baru Datang

1. Melakukan pemeriksaan barang atau bahan baku yang baru datang dengan sesame dan mendalam, termasuk pemeriksaan kendaraan pembawa, pallet dan alat bantu lainnya yang dipergunakan
2. Membuat kebijakan yang tegas terhadap barang atau bahan baku yang bermasalah (ditolak atau difumigasi dahulu sebelum masuk ke bagian penerimaan atau gudang penyimpanan).

12.2.3 Pengendalian Vektor Tikus

Tikus disebut juga hewan pengerat atau rodentia. Di industri tikus sering dijumpai gedung gedung perkantoran atau ruang administrasi yang kurang dijaga kebersihannya. Di ruang perkantoran dapat kita jumpai di plafon atau diriol sekitar perkantoran. Demikian juga di bagian produksi perusahaan atau industri, apabila kebersihan di bagian produksi kurang saniter, biasanya tikus sering dijumpai, misalnya di tempat tumpukan sampah atau riol riol bagian produksi (Haryono, 2018).

Tikus atau Rodent adalah hewan pengerat yang memiliki banyak jenis, yaitu ada aquatic rodent (rodent yang hidup di air), leaping rodent (rodent yang biasanya hidup di rumput atau padang pasir), tunneling rodent (rodent yang

hidup di terowongan) dan tree dwelling rodent (rodent yang hidup terutama di pohon) (Awoke et al., 2006).

Berdasarkan sudut ilmu kesehatan lingkungan, keempat jenis rodent tersebut perlu mendapatkan pengawasan yang seksama baik di pemukiman masyarakat maupun di perindustrian. Namun, pengawasan rodentia mengenal prioritas sehingga yang paling perlu untuk dilakukan pengawasan adalah golongan tunneling rodent. Hal tersebut dikarenakan, hewan pengerat golongan ini senang hidup di lingkungan pemukiman manusia dan lingkungan perindustrian.

Salah satu golongan tunneling rodent adalah tikus. Tikus merupakan hewan liar dari golongan mamalia dan dikenal sebagai hewan pengganggu dalam kehidupan manusia. Hewan pengerat dan pemakan segala jenis makanan (omnivora) ini sering menimbulkan kerusakan dan kerugian dalam kehidupan manusia antara lain dalam bidang pertanian, perkebunan, pemukiman dan kesehatan serta di perindustrian. Tikus sudah mampu beradaptasi dengan baik serta menggantungkan dirinya pada kehidupan manusia dalam hal pakan dan tempat tinggal. Selain itu, tikus dapat membahayakan manusia karena mampu menularkan penyakit pada manusia (Awoke et al., 2006).

Tikus merupakan hewan yang mempunyai preferensi makanan yang banyak, baik yang berasal dari tumbuhan maupun dari hewan. Walaupun demikian biji-bijian seperti gandum, beras dan jagung tampaknya lebih disukai daripada yang lain. Seekor tikus dapat merusak 283 bibit padi per hari atau 103 batang padi bunting per hari. Setelah itu, tikus juga menyukai umbi-umbian seperti ubi jalar dan ubi kayu. Makanan yang berasal dari hewan terutama adalah serangga dan hewan-hewan kecil lainnya. Makanan dari hewan ini merupakan sumber untuk pertumbuhan dan untuk memperbaiki bagian-bagian tubuh yang rusak, sedangkan makanan yang berasal dari tumbuhan dimanfaatkan sebagai sumber tenaga.

Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa kebutuhan makanan seekor tikus setiap hari kira-kira 10% dari bobot tubuhnya, tergantung dari kandungan air dan gizi dalam makanannya. Tikus merupakan hewan yang aktif pada malam hari sehingga sebagian besar aktivitas makannya dilakukan pada malam hari. Tikus memiliki sifat "neo-fobia", yaitu takut atau mudah curiga terhadap benda-benda yang baru ditemuinya. Dengan adanya sifat tikus yang demikian, maka makanan akan dimakan adalah makanan yang sudah biasa ditemui. Dia akan mencicipi dulu makanan yang baru ditemuinya.

Hal ini dapat memengaruhi keberhasilan pengendalian secara kimia dengan menggunakan umpan beracun, sehingga harus diusahakan agar umpan yang digunakan adalah umpan yang disukai oleh tikus dan tempat umpan yang digunakan adalah benda-benda alami yang banyak terdapat di alam. Dan bila makanan yang dimakan tersebut membuat keracunan dengan cepat maka dia akan mengeluarkan suara kesakitan dan tanda bahaya kepada teman-temannya. Maka dari itu untuk penggunaan pestisida kimia sebaiknya digunakan pestisida yang membunuh secara perlahan, di mana tikus tersebut akan mati dalam beberapa hari, sehingga tikus tersebut tidak merasa kapok dan tidak akan tahu kalau makanan yang dimakannya ternyata beracun (Awoke et al., 2006).

Dalam mencari makanan, tikus selalu pergi dan kembali melalui jalan yang sama, sehingga lama-lama terbentuk jalan tikus. Hal ini disebabkan tikus akan merasa aman untuk melewati jalan yang sama, daripada setiap saat harus membuat jalan baru. Jalan yang sama dapat ditandai dengan gesekan benda-benda di sekitar jalan tersebut dengan misainya, dan juga karena adanya air seni yang dikeluarkan pada jalan tersebut yang dapat diciumnya.

Dilihat dari penglihatan menurut para ahli konon tikus ternyata tikus mempunyai penglihatan yang jelek, yaitu ternyata tikus adalah hewan yang buta warna, artinya ia hanya dapat melihat benda-benda berwarna hitam dan putih. Akan tetapi, tikus tampaknya tertarik pada warna-warna hijau, kuning dan hitam. Warna hijau dan kuning diduga merupakan warna daun dan malai tanaman padi yang merupakan makanan utamanya di lapang. Sedangkan warna hitam merupakan warna gelap yang terlihat pada malam hari. Kemampuan tikus dalam melihat benda-benda yang ada di depannya dapat mencapai 10 meter.

Organ penciuman tikus sangat baik, terutama untuk mencium bau makanannya. Tikus jantan dapat mencium bau tikus betina yang sedang birahi untuk dikawinkan. Tikus betina dapat mencium bau anaknya yang keluar dari sarang berdasarkan air seni yang dikeluarkan oleh anaknya.

Pendengaran tikus sangat baik. Tikus dapat mendengar suara-suara dengan frekuensi tinggi, yang tidak dapat didengar oleh manusia. Berdasarkan suara-suara yang dikeluarkan oleh tikus, dapat dibagi menjadi beberapa suara, yaitu (Awoke et al., 2006); (Ramlan, 2018):

1. Suara-suara pada saat akan melakukan perkawinan
2. Suara-suara menandakan adanya bahaya
3. Suara-suara pada saat menemukan makanan

4. Suara- suara pada saat tikus mengalami kesakitan

Sarang yang dibuat biasanya mempunyai lebih dari satu pintu, pintu utama untuk jalan keluar dan masuk setiap hari, pintu darurat yang digunakan dalam keadaan yang membahayakan, misalnya pada saat dikerjar oleh predator ataupun pada saat dilakukan gropyokan, dan pintu yang menuju ke sumber air sebagai minumnya. Pintu darurat ini disamarkan dengan cara ditutupi dengan daun daunan. Selain itu, sarang tikus juga terdiri dari lorong yang berkelok kelok; semakin banyak anggota keluarga tikus, semakin panjang lorong yang dib Sarang tikus juga dilengkapi dengan ruangan atau kamar yang difungsikan untuk beranak dan kamar sebagai gudang tempat menyimpan bahan makanan.

Untuk mengetahui ada tidaknya tikus pada suatu tempat dan mencegah kemungkinan bahaya dari makanan yang tercemar oleh tikus adalah sebagai berikut:

1. Dropping

Adanya kotoran tikus yang ditemukan di tempat atau ruangan yang diperiksa. Tinja tikus mudah dikenal dari bentuk dan warna yang khas, tanpa disertai bau yang mencolok, tinja tikus yang masih baru lebih terang dan mengkilap serta lebih lembut (agak lunak), makin lama maka tinja akan semakin keras.

2. Runways

Jalan yang biasa dilalui tikus dari waktu ke waktu di suatu tempat disebut runways. Tikus mempunyai kebiasaan melalui jalan yang sama, bila melalui lubang di antara eternit rumah, maka jalan yang dilaluinya lambat laun menjadi hitam.

3. Grawing

Grawing merupakan bekas gigitan yang dapat ditemukan, tikus dalam aktivitasnya akan melakukan gigitan baik untuk makan maupun membuat jalan misalnya lubang dinding.

4. Borrow

Borrow adalah lubang yang terdapat pada sekitar beradanya tikus seperti dinding, lantai, perabotan dan lain lain.

5. Bau

Tikus akan mengeluarkan bau yang disebabkan oleh tubuh tikus atau urinnya.

6. Tikus hidup

Tikus hidup akan berkeliaran walaupun hanya sebentar.

7. Ditemukannya Bangka tikus baru atau lama di tempat yang diamati.

Tikus berperan sebagai tuan rumah perantara untuk beberapa jenis penyakit yang dikenal Rodent Borne Disease. Penyakit Penyakit yang tergolong Rodent Borne Disease adalah (Awoke et al., 2006):

1. Pes atau sampar atau plague atau la peste merupakan penyakit zoonosis yang timbul pada hewan pengerat dan dapat ditularkan pada manusia. Penyakit tikus ini menular dan dapat mewabah. Gejalanya antara lain adalah demam tinggi tanpa sebab, timbulnya bubo pada femoral, inguinal dan ketiak juga sesak dan batuk.
2. Salmonellosis yang merupakan penyakit yang disebabkan bakteri salmonella yang dapat menginfeksi hewan dan juga manusia. Tikus yang terinfeksi bakteri ini akan dapat menyebabkan kematian pada manusia dan salmonellosis dapat tersebar dengan melalui kontaminasi feses. Gejalanya antara lain adalah gastroenteritis, diare, mual, muntah dan juga demam yang diikuti oleh dehidrasi.
3. Leptospirosis merupakan infeksi akut disebabkan oleh bakteri leptospira yang menyerang mamalia. Ini dapat menyerang siapapun yang memiliki kontak dengan berbagai benda maupun hewan lain yang mengalami infeksi leptospirosis. Gejalanya antara lain adalah sakit kepala, bercak merah di kulit, gejala demam dan juga nyeri otot.
4. Murine typhus adalah penyakit yang disebabkan oleh Rickettsia typhi atau R. mooseri yang dapat ditularkan melalui gigitan pinjal tikus. Gejalanya antara lain adalah kedinginan, sakit kepala, demam, prostration dan nyeri di seluruh tubuh. Ada juga bintil- bintil merah yang timbul di hari kelima hingga keenam.
5. Rabies merupakan penyakit yang menyerang sistem saraf pusat dan memiliki gejala khas yaitu penderita jadi takut terhadap air dan karena inilah rabies juga sering disebut hidrofobia. Tikus

menyebarkan penyakit ini melalui gigitan. Gejala awal dari rabies tidaklah jelas, umumnya pasien merasa gelisah dan tidak nyaman. Gejala lanjut yang dapat diidentifikasi antara lain adalah rasa gatal di area sekitar luka, panas dan juga nyeri yang lalu bisa saja diikuti dengan sakit kepala, kesulitan menelan, demam dan juga kejang.

6. Rat Bit Fever atau demam gigitan tikus disebabkan oleh gigitan tikus dan biasanya dialami anak-anak di bawah 12 tahun dan penyakit ini memiliki masa inkubasi selama 1 hingga 22 hari. Gejala yang ditimbulkan antara lain adalah sakit kepala, muntah, kedinginan dan demam. Bakteri di dalam gigitan tikus merupakan penyebab dari penyakit tikus ini.

Pengendalian tikus dapat dilakukan dengan cara:

Pengendalian Non Kimiawi

Upaya pengendalian vektor dan tikus secara non kimia atau tanpa menggunakan bahan kimia, sangat dianjurkan karena dapat mengurangi risiko baik terhadap tenaga kerjanya maupun terhadap produk yang dihasilkan di sebuah industri. Beberapa upaya yang dapat dilakukan adalah (World Health Organization, 2015):

1. Perbaikan sanitasi adalah satu dari beberapa bagian penting dalam pengendalian vektor atau hama yaitu dengan sanitasi gudang yang baik. Sanitasi berguna untuk mengurangi ketersediaan makanan bagi hama dan juga membersihkan debu di mana keduanya dapat meningkatkan kelembaban yang dapat merusak komoditas dan juga disukai serangga hama. Kegiatan sanitasi juga meningkatkan efektivitas aplikasi insektisida, karena sanitasi yang jelek akan menyerap insektisida melalui debu dan serbuk bijian sehingga tidak tersedia untuk hama.
2. Pest exclusion, suatu usaha untuk menghalangi berbagai jalan masuk untuk serangga hama ke dalam gudang. Kegiatan ini meliputi pemasangan kawat kasa, memperbaiki tembok dan lantai yang rusak yang dapat dijadikan tempat persembunyian oleh serangga hama, pemasangan tirai udara dan plastic strip door.

3. Trapping dan biomonitoring. Pemasangan insect light trap, sticky trap, dan pheromone trap. Kedua metode tersebut selain efektif sebagai alat monitor juga efektif sebagai alat pengendalian.
4. Pengaturan suhu yaitu suhu tinggi dan rendah terutama untuk produk dalam kemasan. Pengaturan suhu ini hanya efektif pada skala kecil atau skala menengah pada kemasan karung.
5. Modified atmosphere yaitu merubah lingkungan serangga hama misalnya dengan menggantikan oksigen dengan CO₂ atau nitrogen yang toksik terhadap serangga.

Pengendalian Secara Kimiawi

1. Fumigasi adalah perlakuan dengan cara memberikan insektisida aktif berbentuk gas pada ruang tertutup. Fumigant bisa dalam bentuk padatan seperti metal phosphide yang bila bereaksi dengan uap air akan menghasilkan gas aktif phosphide atau dalam bentuk gas cair seperti methyl bromide.
2. Residual treatment yaitu aplikasi insektisida yang dapat bertahan lebih dari 1 jam dan biasanya diaplikasikan pada permukaan
3. Non Residual treatment yaitu aplikasi insektisida yang tidak meninggalkan residu dalam ruangan. Aplikasi non residu pada industri makanan dapat dilakukan dengan space spray dengan thermal fogging dan atau cold fogging serta semprot langsung pada serangga sasaran.

Pencegahan Secara Fisik dan Mekanis

1. Secara fisik dilakukan dengan eksklusi atau struktur kedap tikus untuk mencegah tikus dapat masuk ke dalam bangunan antara lain dengan menutup semua akses keluar- masuk tikus (celah, lubang) pada bangunan, mengeliminasi sarang atau tempat persembunyian tikus serta memangkas ranting pohon yang menjulur kebagunan, tidak membuat taman terlalu dekat dengan struktur bangunan.
2. Sedangkan secara mekanik dilakukan dengan membuat pelindung (Proofing) sehingga tikus tidak dapat masuk ke dalam rumah,

ruangan dan tempat penyimpanan contohnya dengan memasang plat besi pada pohon. Pengendalian secara mekanis lainnya juga dapat dilakukan antara lain dengan menggunakan perangkap antara lain perangkap lem, perangkap jepit, perangkap massal dan perangkap elektrik. Perangkap merupakan cara yang paling disukai untuk membunuh atau menangkap tikus pada keadaan di mana tikus yang mati di sembarang tempat sulit dijangkau dan dapat menimbulkan bau yang tidak sedap serta sulit.

3. Perangkap

Perangkap Lem Tahapan Pemasangan disesuaikan dengan kondisi kerja:

- a. Gunakan kertas berpelekat yang tersimpan dalam kotak seng untuk lokasi kerja yang terdapat pengolahan makanan, sediaan farmasi atau area sensitif lainnya.
- b. Tempatkan pada lokasi tertentu dekat dinding atau tanda lalu lintas tikus banyak terdapat masing masing berjarak 10 – 25 meter dengan lubang pintu sejajar dengan dinding.
- c. Tempelkan sticker petunjuk dan kartu cek list di atas perangkap lem.
- d. Lakukan pencatatan jumlah tikus yang tertangkap untuk setiap periode.

4. Perangkap Tikus Elektrik (Rat Zapper) Tahapan Pemasangan:

- a. Pemasangan perangkap tikus elektrik dilakukan untuk "Food area" yaitu lokasi yang berdekatan dengan makanan atau ruang produksi, gudang makanan atau area sensitif lainnya.
- b. Penggunaan peralatan tersebut dipergunakan untuk kasus khusus apabila telah digunakan jenis perangkap yang lain dan tidak efektif.
- c. Perangkap tikus elektrik tersebut menggunakan energi listrik dari baterai dengan dilengkapi tombol on/off.
- d. Pada saat pemasangan perangkap elektrik tersebut kondisi tombol "on".
- e. Tempelkan stiker petunjuk di atas perangkap elektrik.

- f. Lakukan pemeriksaan setiap hari oleh teknisi atau minta bantuan pemilik atau penanggung jawab lokasi, bunuh tikus yang terperangkap dan bersihkan perangkap dengan dengan air panas serta ganti umpan tanpa racun bila perlu untuk siap dipasang kembali.

Tikus dapat menimbulkan permasalahan dalam kehidupan manusia baik langsung maupun tidak langsung. Tikus dapat menimbulkan berbagai gangguan dan kerugian, antara lain adalah:

1. Menimbulkan kerugian ekonomi karena tikus memakan bahan bahan makanan yang dihasilkan manusia.
2. Menimbulkan kerusakan pada perabot rumah tangga dan juga kerusakan pada bangunan atau gudang penyimpanan bahan makanan.
3. Di Bidang kesehatan tikus tikus tersebut berperan sebagai tuan rumah perantara untuk beberapa jenis penyakit yang dikenal sebagai Rodent – borne diseases, adalah Penyakit Pes (Plague), Leptospirosis, Scrub typhus, Murine typhus, dan Rat bite fever.

Untuk melakukan pengawasan tikus di lingkungan industri, ada beberapa faktor yang harus diketahui tentang tanda tanda kehidupan tikus tersebut. Tanda Tanda yang dapat diamati untuk mengetahui keberadaan/kehidupan tikus, antara lain:

1. Bekas gigitan atau gerogotan tikus. Tikus yang sering menggerogoti sesuatu, gig depannya dengan cepat menjadi pendek. Untuk mendapatkan makanan, tikus menggerogoti pintu, kotak, tas, dan tempat penyimpanan lainnya.
2. Liang. Tikus norwegia lebih suka bersarang di bawah tanah. Liangnya sering terdapat di sepanjang pagar, dekat pondasi bangunan, di sekitar tempat penyimpanan padi, dan dibawah lempengan beton atau tembok.
3. Kotoran atau feses tikus. Kotoran tikus akan tertinggal di sepanjang tempat yang didatanginya, misalnya, di tempat penyimpanan makanan dan air atau pelabuhan.

4. Jalan yang dilalui tikus. Tikus mengikuti alur khusus sepanjang waktu selama perjalanannya dalam liang atau sarang menuju ketempat penyimpanan makanan dan air
5. Jejak kaki dan ekor. Jejak tikus sering terlihat pada lumpur dan pada beberapa produk makanan seperti tepung.
6. Tanda- tanda gerogotan. Tikus loteng umumnya memanjat bagian belakang dan dasar dari bangunan dan berjalan di sepanjang palang kayu.
7. Kumpulan tanda seperti bau tikus, warna urine, tempat hidup tikus, atau bangkai tikus yang mati disarangnya dan di tempat penyimpanan makanan dapat dijumpai pada pengamatan dari perjalanan investasi tikus.

12.2.4 Pengendalian Vektor Nyamuk

Pada umumnya yang sering teridentifikasi nyamuk di industri adalah nyamuk *Culex* sp., *Aedes aegypti* dan *Anopheles* sp., sehingga pengendalian dan pengawasannya ditujukan terhadap ketiga jenis nyamuk tersebut. Untuk pengendalian dan pengawasan ketiga jenis nyamuk tersebut kita harus mengetahui kebiasaan dan perkembangbiakan nyamuk tersebut. *Aedes aegypti* bersifat diurnal atau aktif pada pagi hingga siang hari. Penularan penyakit dilakukan oleh nyamuk betina karena hanya nyamuk betina yang menghisap darah. Hal itu dilakukannya untuk memperoleh asupan protein yang diperlukannya untuk memproduksi telur.

Nyamuk jantan tidak membutuhkan darah, dan memperoleh energi dari nektar bunga ataupun tumbuhan. Jenis ini menyukai area yang gelap dan benda benda berwarna hitam atau merah. Demam berdarah kerap menyerang anak anak karena anak anak cenderung duduk di dalam kelas selama pagi hingga siang hari dan kaki mereka yang tersembunyi di bawah meja menjadi sasaran empuk nyamuk jenis ini (Hasnidar et al., 2020).

Sementara nyamuk *Anopheles* betina mempunyai kemampuan memilih tempat perindukan atau tempat untuk berkembang biak yang sesuai dengan kesenangan dan kebutuhannya Ada spesies yang senang pada tempat tempat yang kena sinar matahari langsung (*Anopheles sudaicus*), ada pula yang senang pada tempat tempat teduh (*Anopheles umbrosus*). Spesies yang satu berkembang dengan baik di air payau (campuran tawar dan air laut) misalnya

(*Anopheles aconitus*) dan seterusnya. Oleh karena perilaku berkembang biak ini sangat bervariasi, maka diperlukan suatu survei yang intensif untuk inventarisasi tempat perindukan, yang sangat diperlukan dalam program pemberantasan.

Sedangkan Nyamuk *Culex* sp. mempunyai kebiasaan mengisap darah pada malam hari. Jarak terbang biasanya pendek mencapai jarak rata-rata beberapa puluh meter saja. Umur nyamuk *Culex* baik di alam maupun di laboratorium sama seperti *Anopheles*, biasanya kira-kira dua minggu (Permana and Putra, 2018). Pengendalian nyamuk *Culex* dapat dilakukan dengan berbagai cara dan macam.

Macam-macam pengendalian nyamuk *Culex* di antaranya:

1. Pengendalian Alami

Musim, cuaca panas, dingin, kering, tanah tandus, angin besar, curah hujan tinggi dan ketinggian tertentu menyebabkan serangga tidak tahan hidup.

2. Pengendalian Mekanik

Pengendalian ini dilakukan dengan menggunakan alat yang langsung dapat membunuh, menangkap, atau menghalau, menyisir, mengeluarkan serangga dari jaringan tubuh. Cara-cara yang dapat dilakukan antara lain:

- a. Pemasangan kasa nyamuk

Kasa nyamuk adalah sebuah alat yang digunakan untuk menghindari nyamuk agar tidak dapat masuk ke dalam ruangan atau tempat tertentu. Biasanya pemasangan kasa di pintu dan jendela. Kasa nyamuk terdapat beberapa jenis, di antaranya kasa nyamuk magnet, yakni kasa nyamuk yang framenya mengandung medan magnet dari Hoze. Kalau kusen jendela atau pintu sudah terbuat dari bahan yang mengandung besi atau baja, kasa magnetik tinggal ditempelkan begitu saja. Tapi, kalau tidak, ada magnet yang bisa ditempelkan di kusen.

- b. Penggunaan raket elektrik

Raket elektrik adalah alat yang berbentuk raket, dan dapat mengandung aliran listrik pada jaring-jaring raket yang terbuat

dari logam. Sehingga dapat membunuh nyamuk culex secara langsung.

c. Kandang dan Payung perangkap nyamuk

Payung perangkap nyamuk adalah alat yang menyerupai payung dengan atap berupa kain berwarna hitam. Atap payung bagian dalam di beri sirip atau kain yang digantungkan atau dijahit di sela-sela jeruji dengan ukuran 40×40 cm. Kain ini sebagai tempat untuk hinggap dan bersembunyi bagi nyamuk *Culex* sp. Atap payung dan sirip-siripnya merupakan satu kesatuan bangunan payung yang dapat dilepas dari rangkanya untuk dicelup dengan insektisida.

3. Pengendalian Biologi

Keuntungan dari pengendalian secara biologis adalah tidak adanya kontaminasi kimiawi terhadap lingkungan. Beberapa parasit dari golongan nematoda, bakteri, protozoa, jamur dan virus dapat dipakai sebagai pengendalian larva nyamuk. Arthropoda juga dapat dipakai sebagai pengendali nyamuk dewasa. Predator atau pemangsa yang baik untuk pengendalian larva nyamuk terdiri dari beberapa jenis ikan, larva nyamuk yang berukuran lebih besar, larva capung dan crustacea.

Contoh parasit dari golongan nematoda adalah *Romanomermis iyengari* dan *Romanomermis culiciforax*, merupakan 2 spesies cacing yang dapat digunakan untuk pengendalian biologik. Nematoda ini dapat menembus badan larva nyamuk, hidup sebagai parasit sampai larva mati, kemudian mencari hospes baru. Bakteri *Bacillus sphaericus* sangat baik digunakan untuk pengendalian larva culex. Selain itu jenis bakteri lain yang diharapkan dapat pula digunakan sebagai pengendali biologis larva nyamuk adalah: *Bacillus pumilus* dan *Clostridium bifermentans*.

Dua spesies protozoa yang dapat menjadi parasit larva nyamuk ialah: *Pleistophora culicis* dan *Nosema algerae*. Dari hasil penelitian ternyata jamur *Langenidium giganticum* dan *Coelomomyces stegomyiae* baik untuk pengendalian larva nyamuk, sedangkan 2 jenis

jamur lainnya yang juga potensial sebagai pengendali larva adalah: *Tolyopcladium cylindrosporium* dan *Culicinomyces clavisporus*. Kedua jenis jamur ini termasuk kelas Deuteromycetes dan efektif untuk pengendalian larva culex. Sedangkan golongan arthropoda yang bersifat parasit dan dapat membunuh nyamuk dewasa adalah *Arrenurus madarazzi*.

Contoh beberapa jenis ikan pemangsa yang cocok untuk pengendalian nyamuk vektor stadium larva ialah: *Panchax panchax* (ikan kepala timah), *Lebistus reticularis* (Guppy=water ceto), *Gambusia affinis* (ikan gabus), *Poecilia reticulate*, *Trichogaster trichopterus*, *Cyprinus carpio*, *Tilapia nilotica*, *Puntious binotatus* dan *Rasbora lateristrata*. Pemangsa lainnya adalah larva *Toxorhynchites amboinensis*, larva *Culex furcanus* (Saleh et al., 2017); (Fahmiyah, Susilawaty and Bujawati, 2017).

4. Pengendalian Kimia

Pengendalian secara kimia dapat dilakukan dengan insektisida dan larvasida. Insektisida adalah bahan kimia yang digunakan untuk memberantas serangga. Berdasarkan stadium serangga yang dibunuhnya maka insektisida dibagi menjadi imagosida yang ditujukan kepada serangga serta ovisida yang ditujukan untuk membunuh telurnya. Insektisida ini disebarluaskan dalam berbagai formulasi, baik aerosol, oil spray, konsentrat space spray, dan pencelupan. Pencelupan kelambu, korden, serta seragam tentara biasanya menggunakan produk berbahan aktif permethrine.

5. Pengendalian Lingkungan

Pengendalian dilakukan dengan cara mengelola lingkungan (environmental management) yaitu memodifikasi atau memanipulasi lingkungan seperti dengan menerapkan 3M, yaitu menutup, menguras dan menimbun sehingga tidak ada lagi genangan air air yang dapat mencegah atau membatasi perkembangan vektor nyamuk.

a. Modifikasi Lingkungan (environmental management)

Cara ini paling aman terhadap lingkungan, karena tidak merusak keseimbangan alam dan tidak mencemari lingkungan, tetapi

harus dilakukan terus menerus (Ardiansyah, Susilawaty and Nurdiyana, 2015); (Suryadi and Susilawaty, 2015).

- Pengaturan sistem irigasi.
 - Penimbunan tempat penampung air dan pembuangan sampah.
 - Pengeringan air yang menggenang.
 - Pengubahan hutan jadi pemukiman.
 - pengaturan system irigasi.
 - penimbunan tempat tempat yang dapat menampung air dan tempat pembuangan sampah
 - pengaliran air yang menggenang menjadi kering.
- b. Manipulasi Lingkungan (environmental manipulation)
- Cara ini berkaitan dengan pembersihan atau pemeliharaan sarana fisik yang telah ada supaya tidak berbentuk tempat tempat perindukan atau tempat istirahat nyamuk, sebagai contoh misalnya: Culex menyukai air yang kotor seperti genangan air, limbah pembuangan mandi, got (selokan) dan sungai yang penuh sampah terutama pada musim kemarau, nyamuk ini juga dapat menularkan penyakit kaki gajah (Filariasis bancrofti), sehingga kita perlu melancarkan air dalam got yang tersumbat agar tidak menjadi tempat perindukan culex, tidak menggantung baju terutama yang berwarna hitam dikarenakan akan menjadi tempat perindukannya.

Daftar Pustaka

- Abdurrozzaq Hasibuan, B. P. et al. (2020) Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Edited by J. Simarmata. Medan. Available at: <https://kitamenulis.id/2020/11/16/teknik-keselamatan-dan-kesehatan-kerja/>.
- Abdurrozzaq Hasibuan, Bonaraja Purba, Ismail Marzuki, Mahyuddin Efendi Sianturi, Rakhmad Armus, Sri Gusty, Muhammad Chaerul Efbertias Sitorus, Khariri, Erniati Bachtiar, Andi Susilawaty, J. (2020) Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Edited by Janner Simarmata. Yayasan Kita Menulis.
- Adrian, K. (2018) No Title, Alo Dokter. Tersedia pada: <https://www.alodokter.com/ini-alasan-penting-kenapa-harus-ada-ventilasi-di-rumah>.
- Agrios, G. N. (1996) 'Ilmu penyakit tumbuhan', Terjemahan Munzir Busnia dari.
- Agustina, Z. N. (2019) Analisis Paparan Getaran Mekanis Terhadap Kondisi Kesehatan Pekerja Pada Bagian Produksi Di Cv. Mulya Abadi Sukoharjo, Thesis.
- Akibat, Penyakit, and Kerja Pak. (2007). "2. Kecelakaan & Penyakit Akibat Kerja – Badraningsih L., Enny Zuhny K."
- Alfons Willyam Sepang Tjakra, B. J., Ch Langi, J. E. and O Walangitan, D. R. (2013) 'Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Pembangunan Ruko Orlens Fashion Manado', Jurnal Sipil Statik, 1(4), pp. 282–288.

- Alfons Willyam Sepang Tjakra, B. J., Ch Langi, J. E. and O Walangitan, D. R. (2013) 'Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Pembangunan Ruko Orlens Fashion Manado', *Jurnal Sipil Statik*, 1(4), pp. 282–288.
- Amalia (2017) 'Lingkungan fisik tempat kerja'.
- Ambius (2015) *Manfaat Hygiene dan Sanitasi*.
- Aminah, S., Marzuki, I. and Rasyid, A. (2019) 'Analisis Kandungan Klorin pada Beras yang Beredar Di Pasar Tradisional Makassar Dengan Metode Argentometri Volhard', in *Seminar Nasional Pangan, Teknologi, dan Enterpreneurship*, pp. 171–175.
- Annisa, T. A., Siswi, J. and Ekawati (2016) 'Gambaran Manajemen Pengendalian Risiko Paparan Lingkungan Kerja Di Area Terbuka Dalam Pencegahan Penyakit Akibat Kerja', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4), pp. 1689–1699.
- Anwar, E. D. (2011) 'Sistem Prioteksi: Analisis Terhadap Bidang Radiologi Rumah Sakit', *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 1(1), pp. 47–63. doi: 10.21580/phen.2011.1.1.444.
- Ardia Sari, R., Yuniarti, R. and Puspita A, D. (2017) 'Analisa Manajemen Risiko Pada Industri Kecil Rotan Di Kota Malang', *Journal of Industrial Engineering Management*, 2(2), p. 39. doi: 10.33536/jiem.v2i2.151.
- Ardiansyah, E., Susilawaty, A. and Nurdiyanah, S. (2015) 'Studi Kasus Penatalaksanaan Manajemen Penanggulangan Malaria Di Kabupaten Bulukumba', *Jurnal HIGIENE*, 1, pp. 183–196.
- Arsyad, A. (2011) *Media pembelajaran*. Jakarta: P. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- AS/NZS 4801. (2001). *Occupational Health And Safety Management Systems*.
- Ashadi, G. and Handayani, S. (1992) 'Protozoologi Veteriner I', Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Dirjen Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi. IPB Bogor.
- Askar, S. (2016) 'Pengenalan Beberapa Bahan Kimia Berbahaya dan Cara Penanganannya'. Bogor: Balai Penelitian Ternak.

- Atmoko, T. P. H. (2017) "Peningkatan Higiene Sanitasi Sebagai Upaya Menjaga Kualitas Makanan Dan Kepuasan Pelanggan Di Rumah Makan Dhamar Palembang," *Jurnal Khasanah Ilmu*, 8(1), hal. 1–9.
- Awoke et al. (2006) 'Vector and Rodent Control', Ethiopia public health training initiative concerning vector and rodent control, (September), p. 12.
- Badan Standar Nasional, (2009), SNI 7231:2009, Metoda pengukuran intensitas kebisingan di tempat kerja.
- Behavior Based Safety (BBS) (2018) Lean Construction Indonesia.
- Brooks, G. F., Butel, J. S. and Morse, S. A. (2004) Jawetz, Melnick, & Adelberg's medical microbiology. Lange Medical Books/McGraw-Hill, Medical Pub. Division.
- Buntarto. (2015). Panduan Praktis K3 untuk Industri. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Campbell, N. A. (2010) BIOLOGI: JILID 1. EDISI 8. Penerbit Erlangga.
- Chaiklieng, S. et al. (2020) 'Fire risk assessment in fire hazardous zones of gasoline stations', *Journal of occupational health*, 62(1), p. e12137. doi: 10.1002/1348-9585.12137.
- Cooper, D. M. (2009) 'A review of process design factors', *Professional Safety*, (February), pp. 36–45.
- Departemen Kesehatan RI, (2016), Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 70 Tahun 2016 tentang Standar Dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri, Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Departemen Ketenagakerjaan RI, (2018), Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Kerja, Jakarta: Departemen Ketenagakerjaan Republik Indonesia.
- Depkes (2004) Higiene Sanitasi makanan dan Minuman. Jakarta: Depkes RI.
- Depkes (2006) Persyaratan Higiene Sanitasi Rumah Makan dan Jajanan Sekolah, Persyaratan Higiene Sanitasi Rumah Makan dan Jajanan Sekolah.

- Dewi, D. (2012) 'Penerapan Sistem Manajemen Risiko Pada Industri Nasional Sebagai Masukan Untuk Program PLTN', Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Energi Nuklir V, pp. 68–76.
- Dian, F., Poedjomartono, B. and Trikasjono, T. (2015) 'Analisis Keselamatan Radiasi Tindakan Radiologi Intervensional dan Kateterisasi Jantung Vaskular di Cath-Lab Room RSUP Dr. Sardjito', *Jurnal Radiologi Indonesia*, 1(1), pp. 10–22. doi: 10.33748/jradidn.v1i1.2.
- Driscoll, D.P., and L.H. Royster, (2003), Chapter 9: Noise Control Engineering. In *American Industrial Hygiene Association. The Noise Manual*. 5th edition. Edited by E.H. Berger et al. Fairfax, VA: American Industrial Hygiene Association.
- Dwidjoseputro, D. (1985) 'Fisiologi Tumbuhan', Bumi Aksara. Jakarta, 35.
- Dwijayanti, Nikita Ayu. (2018). "Kinerja Program Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Di Perusahaan Plywood Tahun 2012 - 2016." *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health* 7(1): 102.
- Edi Widodo, C. (2003) 'PEMBUATAN ALAT PENDETEKSI KEBAKARAN DENGAN DETEKTOR ASAP', *BERKALA FISIKA*.
- Fahmiyah, A. N. R., Susilawaty, A. and Bujawati, E. (2017) 'Uji Efektivitas Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tobaccum*) dengan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* l) Terhadap Kematian Lalat Rumah (*Musca domestica*)', *IOSR Journal of Economics and Finance*, 3(2), pp. 124–131.
- irusiyyah, N., Widjasena, B. and Ekawati, E. (2016) 'Analisis Implementasi Manajemen Keselamatan Radiasi Sinar-X Di Unit Kerja Radiologi Rumah Sakit Nasional Diponegoro Semarang Tahun 2016', *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*, 4(3), pp. 514–527.
- Fariyah, T. (2016) 'Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Ukm Logam (Studi Kasus : Wl Alumunium)', *Integrated Lab Journal*, 4(1), pp. 77–86.
- Gandjar, I. (2006) *Mikologi dasar dan terapan*. Yayasan Obor Indonesia.
- Geetha, N. dan V. (2012) "Passive cooling methods for energy efficient buildings with and without thermal energy storage - A review," *Energy Science and Research*, 29(2), hal. 913–946.

- Geller, E. S. (2005) 'Behavior-based safety and occupational risk management', *Behavior Modification*, 29(3), pp. 539–561. doi: 10.1177/0145445504273287.
- Gratia, E. Bruyere, I. dan De Herde, A. (2004) "How to use natural ventilation to cool narrow office buildings," *Building and Environment*, 39(10), hal. 1157–1170.
- Gunara, S. (2017) 'Occupational Health and Safety Guidebook', Buku Pedoman Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, 1, pp. 1–152.
- Hajoeningtjas, O. D. (2012) *Mikrobiologi pertanian*. Graha Ilmu.
- Hakim, A. R. (2017) 'Implementasi Manajemen Risiko Sistem Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan (K3L) pada Pembangunan Flyover Pegangsaan 2 Kelapa Gading Jakarta Utara', *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 23(2), p. 113. doi: 10.14710/mkts.v23i2.13438.
- Hamzah, B. et al. (2017) "Kinerja Sistem Ventilasi Alami Ruang Kuliah," *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 6(1), hal. 51–58. doi: 10.32315/jlbi.6.1.51.
- Harber, Philip. (1989). "Handbook of Occupational Safety and Health." *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 31(10): 821.
- Hargiyarto, P. (2005) *Pengamanan dan keselamatan kerja*. Yogyakarta.
- Hariyadi, P. and Dewayanti, R. (2009) 'Memproduksi pangan yang aman', Jakarta: Dian Rakyat.
- Harjanto, N. T., Suliyanto, S. and Ismojowati, E. S. (2013) 'Manajemen bahan kimia berbahaya dan beracun sebagai upaya keselamatan dan kesehatan kerja serta perlindungan lingkungan', *PIN Pengelolaan Instalasi Nuklir*, (8).
- Haryono, S. H. (2018) *Hygiene lingkungan kerja*. Kedua. Yogyakarta: Nuha Medika.
- Hasnidar et al. (2020) *Ilmu Kesehatan Masyarakat*.
- Haworth, N. and Hughes, S. (2012) *Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Handbook of Institutional Approaches to International Business*. doi: 10.4337/9781849807692.00014.

- Heinrich, HW., Petersen, DC., Roos, NR., Hazlett, S., (1980). *Industrial Accident Prevention: A Safety Management Approach*. NY: McGraw-Hill
- Hermana, A. D. (2006) 'Faktor-faktor Yang Berhubungan Dengan Terjadinya Luka Tusuk Jarum Atau Benda Tajam Lainnya Pada Perawat Di Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Cianjur', Depok: Tesis Universitas Indonesia.
- Hidayatullah, R. (2017) 'Dampak Tingkat Radiasi Pada Tubuh Manusia', *Jurnal Mutiara Elektromedik*, 1(1), pp. 16–23. Available at: <http://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/Elektromedik/article/download/140/157/>.
- Hilmi, I. L. and Ratnasari, D. (2018) 'Potensi Bahaya Penyebab Kecelakaan Kerja di Instalasi Farmasi Rumah Sakit Potential Hazard Causes of Workplace Accident in Hospital Pharmacy Installation', 01(September 2020), pp. 25–33.
- Husni, Lalu. (2003). *Pengantar Hukum Ketenagakerjaan Indonesia*. Jakarta: Raja Grafindo Perkasa
- ILO (2013) *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sarana untuk Produktivitas*. Jakarta.
- ILO. (2013). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja: Sarana untuk Produktivitas Kerja (Edisi Bahasa Indonesia)*. Jakarta: International Labour Organization.
- Ir. Sutrisno Koswara, Ms. (2006) 'DALAM INDUSTRI PANGAN Produksi ', Ebookpangan, pp. 1–35.
- Iskandar, L. S. (2017) *keselamatan berbasis perilaku*, CV.Madini Safety Indonesia.
- Ismara, K. I. (2019) 'Pedoman K3 Kebakaran', Universitas Negeri Yogyakarta, pp. 29–31. Available at: [http://mat.fmipa.uny.ac.id/sites/mat.fmipa.uny.ac.id/files/download/Pedoman K3 Kebakaran.pdf](http://mat.fmipa.uny.ac.id/sites/mat.fmipa.uny.ac.id/files/download/Pedoman%20K3%20Kebakaran.pdf) (diakses pada 20 Mei 2020).
- Justine, T.Sirait. (2006). *Memahami Aspek-aspek pengelolaan Sumber Daya Manusia dalam Berorganisasi*. Jakarta: Grasindo.
- Kantor Perburuahan Internasional (2018) 'Risiko Kebakaran Manajemen', Ilo.

- Kemala, A. (2018) 'Faktor Psikososial Lingkungan Kerja (Studi Kasus) Pada Karyawan Pabrik Ssp Pt. X', *Jurnal Psikologi*, 11(1), pp. 95–106. doi: 10.35760/psi.2018.v11i1.2077.
- Kemenkes (2013) Riset Kesehatan Dasar 2013. Tersedia pada: [http://www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil Riskesdas 2013.pdf](http://www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil_Riskesdas_2013.pdf).
- Kementerian Kesehatan RI (2002) Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.
- Komite Nasional Penanggulangan dan Ketulian, (2014), Gangguan Pendengaran Akibat Bising. Komite Nasional Penanggulangan dan Ketulian, Jakarta.
- Kusnoputrando (2005) Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Departemen Kesehatan.
- Lacarin, C. and Reed, B. (1999) 'Emergency Vector Control Using Chemicals', Water, Engineering and Development Centre Loughborough University, p. 134.
- Mansyur, Muchtaruddin. (2007). "Manajemen Risiko Kesehatan Di Tempat Kerja." *Majalah Kedokteran* 57(September): 285–88.
- Margono, S. S. and Abidin, S. A. N. (2003) 'Nematoda usus in Parasitologi Kedokteran'. Jakarta.
- Mariyatin, Tri, Imam Djameluddin, D. B. P. (2019) 'Penilaian Resiko Bahaya Kebakaran Pada Gedung Bertingkat (Studi di MI Terpadu Ibnu Sina Kecamatan Kembang dan MA Hasyim Asy'ari Kecamatan Bangsri Kabupaten Jepara) BAB II Tinjauan Pustaka', Skripsi: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Mastha, A. F., Jayanti, S. and Suroto (2015) 'Hubungan Getaran Lengan-Tangan Degan Hand Arm Vibration Syndrome Pada Pekerja Bagian Pemotongan Dan Penghalusan Pengrajin Gitar Di Sukoharjo', *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 3(3), pp. 277–284.
- Menkes (2003) Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Tersedia pada: <https://indok3ll.com/keputusan-menteri-kesehatan-republik-indonesia-nomor-1098-menkes-sknii-2003/>.

- Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia (1999) 'Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor: KEP.186/MEN/1999 Tentang Unit Penanggulangan Kebakaran Ditempat Kerja', Keputusan Presiden R.I. Nomor Pembentukan Kabinet Reformasi Pembangunan.
- Muliawan, S. Y. (2008) 'Bakteri spiral patogen (treponema, leptospira, dan borrelia)', Jakarta: Erlangga, pp. 63–79.
- Mulyati, S., Katili, M. I. and Kartikasari, Y. (2016) 'Penerapan Keselamatan Kerja Radiasi pada Sistem Pelayanan Fluoroskopi Bagasi Di Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang', LINK, 12(1), pp. 8–11.
- Narida, A. (2014) 'Perilaku Sanitasi, Hygiene Dan Keselamatan Kesehatan Kerja (K3) Dalam Praktik Masakan Indonesia Siswa Program Keahlian Tata Boga Smk Negeri 6 Yogyakarta Tahun Pelajaran 2013-2014', Universitas Negeri Yogyakarta, p. 181. Available at: <http://eprints.uny.ac.id/id/eprint/22071>.
- Nasution. (2001) Manajemen Mutu Terpadu. Jakarta: Galian Indonesia.
- Novi, Darmawan, A. and Pattipawaej, O. C. (2016) 'Analisis Pengaruh Getaran Terhadap Konsentrasi Pekerja', Seminar Nasional Sains dan Teknologi, TI-019(November), pp. 1–12.
- Nurdin, L. (2017) Identifikasi Bahaya Penilaian Risiko Dan Pengendalian, Sibima.
- Nurlida (2015) 'Hubungan Intensitas Penerangan dan Iklim Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Penjahit'.
- OSH, (2002), Approved Code Of Practice For The Management Of Noise In The Workplace, The Occupational Safety and Health Service Department of Labour, Wellington New Zealand.
- OSHA, (2013), Section III, Chapter 5, Noise, U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, Washington, D.C. https://www.osha.gov/dts/osta/otm/new_noise/. Diakses 28 Desember 2020.
- Pandiangan, K., Huda, L. dan Rambe, A. (2013) "Analisis Perancangan Sistem Ventilasi Dalam Meningkatkan Kenyamanan Termal Pekerja Di Ruang Formulasi Pt Xyz," Jurnal Teknik Industri USU, 1(1), hal. 1–6.

- Parinduri, L. et al. (2020) *Manajemen Operasional : Teori dan Strategi*. 1st edn. Edited by Janner Simarmata. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Pengawasan, Direktorat et al. (2004). “Statistik. “Perhitungan Kecelakaan Kerja.”
- Peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi (2011) Nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor/03/MEN/98 Tahun 1998
- Peraturan Pemerintah (2008) ‘PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 60 TAHUN 2008 TENTANG SISTEM PENGENDALIAN INTERN PEMERINTAH’, pp.
- Perburuhan, P. M. (1964) ‘Syarat Kesehatan, Kebersihan Serta Penerangan Dalam Tempat Kerja’, (7), pp. 1–9.
- Permana, A. D. and Putra, R. E. (2018) ‘Serangga dan Manusia’, *Serangga dan Manusia*, pp. 1–53.
- PERMEN PU No.26/PRT/M/2008 (2008) ‘Persyaratan teknis sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan’, PERMEN PU No.26/PRT/M/2008, p. 5.
- PIdR, D. (2008) ‘Dalam: Infeksi Nosokomial Problematika dan Pengendaliannya’, Jakarta, Salemba Medika, pp. 44–46.
- Plog, Barbara A, Jill Niland, Patricia J. Quinlan. (2012). *Fundamentals of Industrial Hygiene*. 4th Edition. Itasca, Illinois: National Safety Council.
- Prabowo, D. (2018) ‘11 Kecelakaan Kerja Terjadi Dalam 6 bulan’, *kompas*.
- Prabu (2009) *Penyimpanan dan Pengangkutan Makanan (Prinsip Food Hygiene)*. Tersedia pada: <https://putraprabu.wordpress.com/2009/01/05/penyimpanan-dan25pengangkutan-makanan-prinsip-food-hygiene/>.
- Pramuditta, L. and Kunaefi, T. D. (2016) ‘Pengaruh Paparan Getaran Mesin terhadap Kelelahan dan Hand ARM Vibration Syndrome (HAVS) pada Pekerja di Industri Beton Pracetak’, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 22(2), pp. 42–51. doi: 10.5614/j.tl.2016.22.2.5.
- Prasetio, F. D. (2017) *Sekilas Tentang Behavior Based Safety*, *Linkedin*.

- Pryor, W. (2012) *Free Radicals in Biology V6*. Elsevier.
- Purnama, S. G. (2017) 'Diktat Pengendalian Vektor', Prodi IKM FK Universitas Udayana, pp. 4–50.
- Purnawijayanti (2001) *Standar Hygiene dan sanitasi dalam proses memasak*. Yogyakarta: Andi Offset.
- 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.
- Rahman, F. U. A. et al. (2020) 'Paradigma baru konsep proteksi radiasi dalam pemeriksaan radiologi kedokteran gigi: dari ALARA menjadi ALADAIP', *Jurnal Radiologi Dentomaksilofasial Indonesia*, 4(2), pp. 27–34. doi: 10.32793/jrdi.v4i2.555.
- Ramlan, J. (2018) *Buku Ajar Kesehatan Lingkungan: Sanitasi Industri dan K3*. Kementerian Kesehatan.
- Ramli S. (2010). *Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Perspektif K3 OSH Risk Management*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Ramli, S. (2010) *Pedoman Praktis Manajemen Resiko dalam Perspektif K3*, dian rakyat.
- Ranescho (2015) *Ventilasi yang Baik untuk Industri*. Tersedia pada: <https://ventilationfan.net/ventilasi-yang-baik-untuk-industri/>.
- Rauf, R. (2013) *Sanitasi Pangan dan HACCP*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Rejeki, S. (2012) *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*, Pusdik SDM Kesehatan.
- Saleh, M. et al. (2017) 'Uji Efektivitas Ekstrak Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Sebagai Insektisida Hayati Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*', *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 3(1), pp. 30–36.
- Secaria, B. O. P., Hartanti, R. I. and Sujoso, A. D. P. (2015) 'Hubungan Paparan Getaran Mesin Gerinda dengan Terjadinya Keluhan Hand Arm Vibration Syndrome pada Pekerja Mebel Informal', *Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat*, 5(2), pp. 1–5.

- Sedarmayanti. (2001) Sumber Daya Manusia Dan Produktivitas Kerja. Bandung: Mandar Maju.
- Septiana, N. R. and Widowati, E. (2017) 'Gangguan Pendengaran Akibat Bising', HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development), 1(1), pp. 73–82.
- Serani, Lina, T. and Isyatun (2015) 'Penerapan Manajemen Risiko Kebakaran di Area PT. Wilmar Bioenergi Indonesia', Lingkungan dan Keselamatan Kerja, 2015(3), pp. 1–6.
- Setyaningsih, Y. (2018) BUKU AJAR HIGIENE LINGKUNGAN INDUSTRI. SEMARANG: FKM UNDIP PRESS.
- Simanjuntak, J., Camelia, A. and Purba, I. G. (2013) 'Penerapan Radiasi pada Instalasi Radiologi di Rumah Sakit Khusus (RSK) Paru Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2013', Ilmu Kesehatan Masyarakat, 4(3), pp. 245–253.
- Soeripto, M. (2008) Higiene Industri. Jakarta: FKUI.
- Sondang P. Siagian (2002). Kiat Meningkatkan Produktivitas Kerja. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sopandi, Y. and Salami, I. R. S. (2013) 'Evaluation Of Radiation Exposure Effect Againts Cytotoxic and Genotoxic Effect To Allium cepa As Bioindicator Of Occupational Environment Condition In The Hospital Radiologic Unit', Jurnal Teknik Lingkungan, 19(2), pp. 205–214.
- Soputan, G., B. Sompie, and R. Mandagri. (2014). "Manajemen Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) (Study Kasus Pada Pembangunan Gedung Sma Eben Haezar)." Jurnal Ilmiah Media Engineering 4(4): 99095.
- Soputan, G., Sompie, B. and Mandagi, R. (2014) 'Manajemen Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) (Study Kasus Pada Pembangunan Gedung Sma Eben Haezar)', Jurnal Ilmiah Media Engineering, 4(4), p. 99095.
- Soputan, G., Sompie, B. and Mandagi, R. (2014) 'Manajemen Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) (Study Kasus Pada Pembangunan Gedung Sma Eben Haezar)', Jurnal Ilmiah Media Engineering, 4(4), p. 99095.
- Subagyo, A. (2018) 'Manajemen Resiko Kebakaran Listrik', docplayer.info.
- Subandi, M. (2010) Mikrobiologi Perkembangan. Remaja Rosdakarya.

- Subaris, dan H. (2008) *Hygiene Lingkungan Kerja*. Yogyakarta: Mitra Cendikia.
- Sugeng Budiono (2003) *Bunga Rampai Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Suma'mur (2014) *Higiene Perusahaan dan kesehatan kerja (Hiperkes)*. Sleman: Jakarta Sagung Seto.
- Suma'mur, P. K. (1989) 'Kesehatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan Kerja, Jakarta: CV', Haji Masagung.
- Suma'mur, P.K, (2009), *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Karja*, Sagung Seto, Jakarta.
- Suma'mur. (2013). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES) Edisi 2*. Jakarta: Sagung Seto.
- Sumardiyono, S. et al. (2018) 'the Effect of Noise and Work Period To Hearing Threshold Value in Textile Industry Workers', *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 2(2), pp. 122–131. doi: 10.21111/jihoh.v2i2.1883.
- Supardjo, B. (1991) 'Keselamatan Pemakaian Bahan Peledak', *Lokakarya Keselamatan dan Kesehatan Kerja BATAN*, Tahun.
- Supriyadi, A. (2018) 'Sistem Proteksi Kebakaran', *Katigaku.Top*. Available at: <https://katigaku.top/2018/10/08/sistem-proteksi-kebakaran-aktif-dan-pasif/>.
- Supriyadi, Nalhadi, A. and Rizaal, A. (2015) 'Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko K3 Pada Tindakan Perawatan dan Perbaikan Menggunakan Metode HIRARC pada PT. X', *Seminar Nasional Riset Terapan*.
- Supriyono, P. et al. (2017) 'Keamanan Peralatan Radiasi Pengion Dikaitkan Dengan Perlindungan Hukum Bagi Tenaga Kesehatan Di Bidang Radiologi Diagnostik', *Soepra, Jurnal Hukum Kesehatan*, 3(1), pp. 102–116. doi: 10.24167/shk.v3i1.702.
- Suryadi, I. and Susilawaty, A. 2015, 'Environmental Overview and Physical Characteristics of Clinical Malaria Patients ' Houses in Caile , Ujungbulu', 4531, pp. 319–322.

- Susanti, N. T., Prasetyarini, S. and Shita, A. D. P. (2016) 'Pengaruh Paparan Radiasi Sinar-X Dari Radiografi Panoramik Terhadap pH Saliva', e- Jurnal Pustaka Kesehatan, 4(2), p. 352357.
- Susilawaty, A. (2020) ISLAM , LINGKUNGAN. Makassar: Alauddin Press.
- Sutanto, I. et al. (2008) 'Buku ajar parasitologi kedokteran', Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- Suyono, K. Z. and Nawawinetu, E. D. (2013) 'Keselamatan Kerja Dengan Safety Behavior Di Pt Dok Dan Perkapalan Surabaya Unit Hull Construction', Thee Indonesian Journal of Occupation Safety and Health, 2, pp. 67–74.
- Suyono, Karina Zain, and Erwin Dyah Nawawinetu. (2013). "Keselamatan Kerja Dengan Safety Behavior Di Pt Dok Dan Perkapalan Surabaya Unit Hull Construction." Thee I
- Swamardika, I. B. A. (2009) 'Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia', Teknologi Elektro, 8(1), pp. 106–109.
- Szokolay (1975) 'Manual of Tropical Housing and Building .Part one : Climatic Design An Introduction to Soil Mechanics and Foundations (Second Edition)', 10(1974), pp. 85–86.
- Tagueha, W. P., Mangare, J. B. and Tj. Arsjad, T. (2018) 'Manajemen Resiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Unsrat)', Sipil Statik, 6(11), pp. 907–916.
- Tambunan, Sihar, (2005), Kebisingan Di Tempat Kerja (Occupational Noise), Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Taneja, M.K, (2014), Noise-Induced Heraring Loss, Indian Institute of Ear Diseases, New Delhi, India, 20(4):151-154.
- Tarwaka (2013) Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas. Surakarta: UNIBA PRESS.
- Tarwaka, Solichul HA Bakri, Lilik Sudjaeng. (2004). Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan dan Produktivitas Kerja. Surakarta: UNIBA PRESS .

- Tetrian, D. and Evalisa, M. (2006) 'Sangat Penting, Pemeriksaan Kesehatan Pekerja Radiasi', *Buletin Alara*, 7(3), pp. 93–101.
- Tim K3 FT UNY (2014) 'Buku Ajar Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)', Keselamatan dan Kesehatan kerja (k3), p. 163.
- Ulva, F. (2019) 'Hubungan Tindakan Kerja Dan Kondisi Kerja Dengan Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Bagian Tiang Besi Di Pt. X Kota Padang Tahun 2017', *Jurnal Keperawatan Abdurrah*, 3(1), pp. 44–50. doi: 10.36341/jka.v3i1.716.
- Utari, D. K. (2008) 'Analisis Manajemen Risiko (Risiko Operasional) Dan Simulasi Monte Carlo Di Industri Makanan Daging Olah', Skripsi Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Utomo, S. (2012) 'Bahan Berbahaya dan Beracun (B-3) dan Keberadaannya di dalam Limbah', *Jurnal Konversi*, 1(1).
- Veys, C. and Niven, R. (1995) 'Practical occupational medicine: By A. Seaton, R. Agius, E. McCloy and D. D'Auria. Edward Arnold, London, 1994.(ISBN 0 340 55936 5.) 266 pp. Price£ 24.95'. No longer published by Elsevier.
- Wibowo, A., Hariyono, W. and Septiasih, K. (2011) 'Hubungan Paparan Whole Body Vibration Dan Masa Pengemudi Pada Po Nikko Putra di Kota Yogyakarta', *Kesehatan Masyarakat Universitas Ahmad Dahlan*, 5(3), pp. 1162–232.
- Widowati Evi (2011) 'Getaran Benang Lusi Terhadap Kelelahan Mata', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), pp. 1–6.
- Wilantika, C. F. (2010) 'Pengaruh Penggunaan Smartphone Terhadap Kesehatan Dan Perilaku Remaja', *NITRO Journal*, 1(1), pp. 1–17.
- Wirawan, I. A. and Ph, D. (2017) 'Identifikasi Hazard Fisik di Tempat Kerja'.
- Wita (2018) Behavior-Based Safety, Synergy Solusi.
- World Health Organization (2017) 'Keeping the vector out: Housing improvements for vector control and sustainable development', World Health Organization, pp. 1–24. Available at: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259404/9789241513166-eng.pdf;jsessionid=2A5A4422CA689EED32C324CC3EC94033?sequence=1>.

-
- World Health Organization, R. O. for S.-E. A. (2015) 'Vector control and personal protection of migrant and mobile populations in the GMS: A matrix guidance on the best options and methodologies', World Health Organization. Available at: <http://www.who.int/iris/handle/10665/204341>.
- Yuliani Setyaningsih. (2018). Buku ajar Higiene Lingkungan Industri. Semarang: FKM UNDIP PRESS.
- Yunus, B. and Bandu, K. (2019) 'Efek radiasi sinar-x pada anak-anak', Makassar Dental Journal, 8(2), pp. 97–104. doi: 10.35856/mdj.v8i2.278.

Biodata Penulis



Dr. Eni Mahawati, S.KM, M.Kes lahir di Kudus, menyelesaikan kuliah dan mendapat gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat UNDIP tahun 1999, Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP 2005, Doktor Ilmu Kedokteran dan Kesehatan UGM tahun 2017. Sejak tahun 1999 hingga sekarang ini masih aktif sebagai Dosen Tetap Fakultas Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro Semarang.



Qurnia Fitriyatnur, Lahir di Magelang pada tanggal 23 April 1989. Mengenyam pendidikan formal di SDN Paremono 0 (1996). SMP N 1 Mungkid (2004), SMA N 1 Muntilan (2007). Sarjana di Fakultas Psikologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, dan Magister Profesi Psikolog di Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Ketertarikan dengan dunia pendidikan, industri dan organisasi sudah terlihat semenjak remaja. Diawali dengan mengikuti kegiatan internship di PT. Pindad Persero ketertarikan dibidang industry ditekuni dengan mengambil pendidikan profesi psikolog peminatan industry da organisasi. Mendapat dukungan penuh dari seorang suami Dr. Bahrul Fawaid. S.HI.,M.SI penulis kemudian mendirikan sebuah CV yang bergerak dalam pengembangan sumber daya manusia. Selain itu ketertarikan di dunia pendidikan membuat penulis memilih profesi dosen sebagai pilihannya.

Penulis merupakan dosen di Fakultas Psikologi Universitas Nasional Karangturi Semarang. Ketertarikannya berorganisasi juga tampak dalam pelbagai kegiatan antara lain, Bendahara II Himpunan Psikologi Indonesia Wilayah Jawa Tengah,

Pengelola TK Darussalam, Direktur CV. Thif Alayna Management dan juga aktif di Komunitas HRD Kota Semarang. Penulis data dihubungi melalui telpon/wa 085875334706 maupun email: qurniafitriyatnur@gmail.com



Cici Apriza Yanti, SKM, M.H.Sc. Dosen Fakultas Kesehatan Program Studi Kesehatan Masyarakat, Universitas Fort De Kock. Penulis dilahirkan di Kota Payakumbuh, 6 April 1983. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan, Universitas Fort De Kock Bukittinggi. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Biturrahmah Padaang dan melanjutkan S2 pada Community Health Science Universiti Kebangsaan

Malaysia. Penulis menekuni bidang ilmu Kesehatan Masyarakat pada peminatan Epidemiologi dan Statistik Kesehatan. Beberapa mata kuliah yang diampu di kampus yakni Surveilans Epidemiologi Biostatistik, dan Manajemen data. Beberapa Buku yang pernah dipublikasikan oleh penulis diantaranya Manajemen dan Analisa data, Biostatistik Kesehatan, Sistim Informasi Kesehatan dan Pemberdayaan Masyarakat. Selain menulis buku, penulis juga telah menghasilkan publikasi pada jurnal nasional terakreditasi antara lain Penularan DBD di Kota Bukittinggi (Analisis Perilaku dan Lingkungan), Pengaruh Metode Audiovisual Dan Leaflet Terhadap Peningkatan Pengetahuan Dan Sikap Keluarga Dalam Penanganan Tuberkulosis Paru Di Wilayah Kerja Puskesmas Tigo Baleh Kota Bukittinggi, Pengembangan model Peer Support Intervention Sebagai Upaya Meningkatkan Perilaku Hidup Sehat Klien Hipertensi. Riwayat pekerjaan penulis saat ini sebagai ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Fort De Kock, untuk kegiatan keorganisasian di luar kampus penulis ikut dalam anggota IAKMI Kota Bukittinggi sebagai Koordinator Bidang Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Penulis dapat dihubungi melalui email ciciaprizayanti@fdk.ac.id



Puspita Puji Rahayu, S.Psi., M.Si dilahirkan di Jakarta pada 21 Januari 1993. Puspita menyelesaikan pendidikan Sarjana Psikologi di Fakultas Psikologi Universitas Diponegoro tahun 2015 dan pendidikan Magister Ilmu Psikologi di Fakultas Psikologi Universitas Indonseia tahun 2018. Puspita merupakan dosen Psikologi di Fakultas Psikologi Universitas Nasional Karangturi Semarang. Sejak tahun 2018 hingga saat ini ia menjabat sebagai Ketua Lembaga Pengembangan Pendidikan dan Penjaminan Mutu Universitas Nasional Karangturi Semarang. Artikel ilmiah hasil penelitian dan kegiatan akademik Puspita dapat diakses melalui id google scholar: JEVU6r4AAAAJ.



Cici Aprilliani, SKM. MKM. Lahir di Koto Tengah Simalanggang (Kabupaten Lima Puluh Kota) Provinsi Sumatera Barat pada tanggal 8 April 1993. Lulus Program Sarjana di Universitas Fort De Kock Bukittinggi pada Tahun 2015, dan lulus program Pasca Sarjana di Universitas Fort De Kock Bukittinggi pada tahun 2018. Sejak Juni 2019 sampai sekarang mengabdikan sebagai Dosen Tetap di Universitas Fort De Kock. Mengampu mata kuliah Kesehatan Keselamatan Kerja dan administrasi kebijakan kesehatan pada Fakultas Kesehatan

Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat.

Aktif melakukan penelitian, pengabdian masyarakat dan juga publikasi di beberapa jurnal, proceeding nasional terakreditasi terkait kesehatan keselamatan kerja.



Dr. Ir. Muhammad Chaerul, ST, S.K.M, M.Sc adalah putra kelahiran Wawondula, dari pasangan Mustaring Beddu dan Hj. Herniati Tagily. Sarjana Teknik Geologi diperoleh dari Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin tahun 2007. Sarjana Kesehatan Masyarakat Prodi Kesehatan Lingkungan di dapatkan pada tahun 2014. Master of Science diperoleh dari Program studi Magister Pengelolaan Lingkungan, Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada tahun 2011. Program Doktor diperoleh dari Program Studi Ilmu Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin tahun 2016. Sedangkan Profesi Insinyur

diperoleh dari Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin 2020 dengan Insinyur Profesional Madya di Bidang Teknik Lingkungan. Sekarang penulis menjadi salah satu dosen tetap di Prodi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan Universitas Fajar Makassar.

Buku ini adalah hasil kumpulan ide dan karya tulisan terbaik dari teman-teman yang giat menulis dan tema dari buku ini sangat sesuai dengan ilmu yang penulis tekuni selama ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada tim yang sudah memberikan kesempatan untuk bergabung di dalam penulisan buku ini.



Eko Hartini, S.T., M.Kes lahir di Semarang, menyelesaikan kuliah dan mendapat gelar Sarjana Teknik Kimia UNDIP tahun 1999 dan Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP 2010. Sejak tahun 2000 hingga sekarang ini masih aktif sebagai Dosen Tetap Fakultas Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro Semarang.



Mila Sari, S.ST, M.Si. Staf Dosen Jurusan Kesehatan Masyarakat, Universitas Fort De Kock Bukittinggi. Penulis dilahirkan di Pilubang, 13 Mei 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan, Universitas Fort De Kock Bukittinggi. Menyelesaikan pendidikan D3 dan D4 pada Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Lingkungan Universitas Negeri Padang. Penulis menekuni bidang ilmu lingkungan dan kesehatan lingkungan. Beberapa mata kuliah yang diampu di kampus yakni Analisis Kualitas

Lingkungan, Kesehatan Pemukiman dan Perumahan, Epidemiologi Kesehatan Lingkungan, Analisa mengenai Dampak Lingkungan, Manajemen Pengendalian Vektor. Penulis juga telah menghasilkan publikasi internasional bereputasi dan nasional terakreditasi antara lain : Effectiveness of Soursop Seed Extract *Annona muricata* L as a Natural Repellent on *Aedes Aegypti*, The relationship between work period and use of personal protective equipment with respiratory disorder complaints in brick craftsman in Sintuk Toboh Gadang District Padang Pariaman Regency, Hubungan Tempat Perindukan Nyamuk *Anopheles Sundaicus* Dengan Kejadian Malaria Di Kabupaten Pasaman Barat, Ekstrak Daun *Pepayacarica papaya* l. Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*, Perbedaan Kepadatan Telur Nyamuk *Aedes Aegypti* Berdasarkan Lantai, Hubungan Perilaku Dengan Kepadatan Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) Penulis juga merupakan Ketua UPT Inovasi dan Entrepreneurship Universitas Fort De Kock Bukittinggi, Ketua Pusat Studi Lingkungan Hidup Universitas Fort De Kock Bukittinggi, Penulis dapat dihubungi melalui email milasari111326@gmail.com



Dr. Ismail Marzuki, M.Si, lahir di Kabere, 03 Juli 1973. Pendidikan formal yang telah diikuti SD Negeri 19 Kabere Tahun 1980-1986, SMP Negeri Kabere Tahun 1986-1989, dan SMA Negeri 1 Enrekang 1989-1992. Gelar sarjana Sains (kimia) disandang tahun 1999, di Jurusan Kimia F.MIPA UNHAS, dan gelar Magister Sains (M.Si) Tahun 2003. Menyelesaikan program Doktor Pada Bulan Januari tahun 2016, Program Pascasarjana UNHAS.

Karir sebagai akademisi dimulai tahun 2000 hingga sekarang. Status PNS (Dosen) diperoleh pada Tahun 2005, pada unit kerja Kopertis (L2dikti) Wil. IX Sulawesi. Jabatan struktural yang pernah di sandang, yakni: Direktur Akademi Analis Kimia Yapika Makassar, (Tahun 2002-2008), Ketua I Bidang Akademik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKES) Yapika Makassar (Tahun 2008-2012). Ketua Stikes Bina Mandiri Gorontalo (Tahun 2014-2015), Di mutasi ke Universitas Fajar (UNIFA) Tahun 2015, Prodi home base Teknik Kimia. Tugas tambahan yang diamanahkan oleh UNIFA adalah Pimred Jurnal Techno Entrepreneur Acta (2016-sekarang), Ketua Unit Pusat Karir UNIFA (Tahun 2016-2018) dan Ketua Lembaga Penjaminan Mutu Internal UNIFA, (2019-2020), serta Dekan Fak. Pascasarjana Univ. Fajar, (2020-sekarang). Sejak pandemik Coviv-19 dan masa pemulihan dengan kebiasaan hidup baru bergabung dalam komunitas Yayasan Kita Menulis, yang hingga saat ini telah menulis 12 chapter pada 12 judul buku yang berbeda.



Efbertias Sitorus, S.Si., M.Si. Lahir di Medan, 22 Mei 1992, Sumatera Utara, Indonesia, merupakan anak dari Drs. Edward Sitorus, M.Si dan Juliana Tarigan, S.Pd. Menyelesaikan studi Sarjana Kimia dari Universitas Negeri Medan, Magister Kimia (bidang analitik) di Universitas Sumatera Utara. Menulis buku sejak tahun 2019. Kegiatan saat ini melaksanakan tri darma perguruan tinggi dan aktif sebagai staff pengajar di Fakultas Pertanian Universitas Methodist Indonesia. Penulis dapat dihubungi melalui email : efbertias.s92@gmail.com



Jamaludin, M.Kom, seorang praktisi dan akademisi yang lahir di Bah Jambi, 11 Januari 1973 memiliki latar belakang sarjana teknik informatika dari Sekolah Tinggi Poliprofesi Medan dan magister komputer dari Universitas Sumatera Utara dengan peminatan komputer. Saat ini bertugas sebagai dosen di Politeknik Ganesha Medan sejak tahun 2013 sampai sekarang. Aktif dalam penelitian dan pengabdian kepada masyarakat untuk merealisasikan kerja dosen dalam Tri Dharma

Perguruan Tinggi. Mulai aktif menulis buku sejak September 2019 sampai sekarang. Kemudian aktif juga menulis artikel di media cetak/online mulai sejak September 2020 sampai sekarang. Tema yang digemari dalam penulisan buku adalah komputer, bisnis online dan pendidikan.



Andi Susilawaty, lahir di Parepare-Sulawesi Selatan pada 14 Januari 1980. Berasal dari keluarga sederhana yang berkultur suku Bugis. Mengenyam pendidikan formal di SD Neg. 28 Pare-pare, sejak 1985 hingga lulus tahun 1991. Selanjutnya meneruskan sekolah di SMP Negeri 3 Pare-pare, tamat tahun 1994, kemudian menapak jenjang lanjutan di SMU Negeri 1 Pare-pare, tamat tahun

1997. Kuliah di Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin sejak tahun 1997. Di sini ia mulai menekuni berbagai aspek alamiah alam semesta. Kecintaan pada lingkungan hidup mendorongnya mulai berkarir sebagai freelancer konsultan Dokumen Pengelolaan Lingkungan pada BAPEDALDA Kota Makassar sejak menyelesaikan Sarjana Sains Biologi pada tahun 2002. Setahun kemudian, ia melanjutkan studi pada jenjang strata dua konsentrasi Kesehatan Masyarakat Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar. Setelah lulus S2 pada tahun 2005, penulis berhasil diterima sebagai Tenaga Pengajar pada Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar yang ditekuninya hingga saat ini. Pendidikan strata tiga ditempuh penulis ditengah kesibukan tugas dan tanggungjawab sebagai Ketua Program Studi Kesehatan Masyarakat UIN Alauddin Makassar periode 2009-2013. Program pendoktoran dilalui penulis selama 4 tahun 3 bulan pada Program Studi Ilmu Kedokteran-Konsentrasi Kesehatan Masyarakat sejak September 2010 hingga mencapai

gelar Doktor pada tahun Januari 2015. Selama kurang lebih 13 tahun penulis berkiprah sebagai dosen, penulis pernah mengikuti Program Short Course di Griffith University, Brisbane pada tahun 2008-2009, Short Course Advocacy and Community Engagement di Coady Institute, StFX University Canada pada tahun 2011, pada tahun yang sama menjadi peserta Program Internship pada ICES di Toronto Canada. Lalu kembali menginjakkan kaki di Canada selama 10 minggu pada tahun 2016 sebagai peserta Short Course Community Based Research di Center for CBR University of Toronto. Selepas meraih gelar Doktor, penulis diamanahi sebagai Wakil Dekan Bidang Administrasi Umum dan Keuangan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar periode 2015-2019. Saat ini penulis aktif dalam kegiatan mengajar, meneliti dan menulis buku. Beberapa buku yang telah ditulis: 1. Sejarah Kesehatan Masyarakat (2007); 2. Penyediaan Air Bersih (2009); 3. Dasar Kesehatan Lingkungan (2012); 4. Kesehatan Lingkungan Pesisir dan Pulau Kecil (2015); 5. Ilmu Kesehatan Masyarakat, dll.

KESELAMATAN KERJA dan KESEHATAN LINGKUNGAN INDUSTRI

Keselamatan dan Kesehatan Kerja, utamanya di lingkungan industri, menjadi hal yang tidak bisa lagi diabaikan. Hal ini terkait langsung maupun tidak langsung dengan strategi peningkatan kinerja, minimalisasi risiko, serta pencegahan kecelakaan di tempat kerja. Pada akhirnya, diharapkan terwujud efektivitas dan efisiensi kerja yang berujung pada peningkatan keuntungan usaha dan menghindari kerugian materiel maupun imateriel

Buku ini disusun mencakup unsur-unsur keilmuan terkait keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan industri. Isi buku ini dibagi dalam dua belas bab, meliputi 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, penerangan dan iklim kerja, getaran dan radiasi, bahaya kimia dan biologi, ventilasi dan higiene sanitasi, serta pengendalian vektor penyakit di tempat kerja.

Buku ini membahas tentang:

- Bab 1 Pengelolaan Bahaya Di Lingkungan Kerja
- Bab 2 Kecelakaan Kerja Dan Produktivitas Kerja
- Bab 3 Statistik Dan Investigasi Kecelakaan Kerja
- Bab 4 Behavior Based Safety
- Bab 5 Risiko Kebakaran Di Tempat Kerja
- Bab 6 Manajemen Risiko Di Tempat Kerja
- Bab 7 Kebisingan Di Tempat Kerja
- Bab 8 Penerangan Dan Iklim Kerja
- Bab 9 Getaran Dan Radiasi Di Tempat Kerja
- Bab 10 Bahaya Kimia Dan Biologi Di Tempat Kerja
- Bab 11 Ventilasi Dan Higiene Sanitasi Di Tempat Kerja
- Bab 12 Pengendalian Vektor Penyakit Di Tempat Kerja



YAYASAN KITA MENULIS
press@kitamenulis.id
www.kitamenulis.id

ISBN 978-623-6840-40-5



9 786236 840405