



Higiene Industri

Pesatnya industrialisasi di satu sisi telah membawa dampak yang menguntungkan, namun di sisi lain telah menimbulkan efek yang merugikan. Dari sisi ekonomi perkembangan industri telah meningkatkan pendapatan perkapita penduduk, menekan angka pengangguran serta social effect positif lainnya, namun dari sisi kesehatan kerja telah menimbulkan dampak yang cukup membahayakan. Penggunaan berbagai bahan yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, proses kerja yang mengandung risiko bahaya serta hasil produksi atau produk sampingan yang juga dapat mengandung bahaya telah meningkatkan risiko terjadinya gangguan kesehatan dan keselamatan kerja. Untuk menghindari gangguan kesehatan kerja dari kegiatan sebuah usaha diperlukan praktek higiene industri yakni dengan mengadakan penilaian kepada faktor-faktor penyebab penyakit kualitatif dan kuantitatif dalam lingkungan kerja dan perusahaan melalui pengukuran yang hasilnya dipergunakan untuk dasar tindakan korektif kepada lingkungan tersebut serta bila perlu pencegahan, agar pekerja dan masyarakat sekitar suatu perusahaan terhindar dari bahaya akibat kerja.

Penyelenggaraan higiene perusahaan dan kesehatan kerja akan memberi manfaat besar bagi kesejahteraan tenaga kerja dan produktivitas kerja. Aspek kesejahteraan dan produktivitas adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan dalam sebuah proses produksi, kedua aspek inilah yang akan mewujudkan tenaga kerja yang sehat dan produktif serta tidak dihindangi penyakit akibat kerja dan tidak ditimpa kecelakaan kerja.

Buku ini khusus disusun untuk mahasiswa FKM yang sedang mengambil mata kuliah higiene perusahaan. Penyusunan buku ini didasarkan atas pengamatan tentang tema-tema sentral yang sering mengemuka dan berbagai potensi bahaya yang sering dijumpai di berbagai industri. Penulisan buku ini juga disesuaikan dengan kurikulum sarjana kesehatan masyarakat dan standar kompetensi SKM minat K3. Semoga dengan terbitnya buku ini dapat memperkaya buku-buku referensi tentang kesehatan dan keselamatan kerja khususnya higiene industri.



Dr. Iwan Muhammad Ramdan, S.Kp, M.Kes, dilahirkan di Kuningan 7 September 1975, penulis menamatkan kuliahnya di Program Doktor Ilmu Kedokteran dan Kesehatan Universitas Gadjah Mada (UGM), dengan minat utama Kesehatan dan Keselamatan Kerja, setelah sebelumnya mendapatkan gelar Magister Kesehatan minat utama K3 pada universitas yang sama. Karier pendidikannya dimulai dari menyelesaikan Sarjana Keperawatan dari Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran Bandung. Sejak tahun 2004 penulis menjadi dosen tetap di Fakultas Kesehatan Masyarakat di Universitas Mulawarman, Kalimantan Timur setelah sebelumnya menjadi dosen pada Sekolah Tinggi Kesehatan dan Akademi Keperawatan Jenderal Ahmad Yani Cimahi Jawa Barat.

Aktifitas organisasi yang dijalani saat ini adalah sebagai Sekretaris Asosiasi Ahli Kesehatan dan Keselamatan Kerja (A2K3) wilayah Kalimantan Timur. Aktif dalam kegiatan ilmiah (seminar, kursus, training dan kegiatan keilmuan lainnya) di dalam dan luar negeri. Penulis juga aktif dibidang penelitian/riset ilmiah serta karya penulisan dan publikasi, serta aktifis KAGAMA Balikpapan.

**Penerbit
Bimotry**
www.penerbitbimotry.com

ISBN 978-602-7767-02-7



978 602 77 67 02 7

Iwan Muhammad Ramdan, P.hD

Higiene Industri

Penerbit
Bimotry



Higiene Industri

Iwan Muhammad Ramdan

Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman

**Penerbit
Bimotry**
www.penerbitbimotry.com

copyright @**Higiene Industri**
2013, Allright reserved
Hak cipta dilindungi undang-undang

Penyunting : Bambang Arianto
Penyelaras Aksara : Bekti Handayani
Desain Sampul : Bimotry

Diterbitkan oleh
Penerbit Bimotry
(CV. Bimotry Bulaksumur Visual)

Jl. Monjali, Selokan Mataram Karangjati No 326
Sleman - Yogyakarta
Telp (0274) 7022309
email :bulaksumur 4@yahoo.com
<http://www.penerbitbimotry.com>

Cetakan I tahun 2013

Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan
Higiene Industri,---Yogyakarta
-Editor; Bambang Arianto,-- Penerbit Bimotry, 2013
184 hlm.; 14,5 x 21
ISBN 978 - 602 - 7767 - 06 - 5
I. Judul II. Bimotry

2015

Didistribusikan oleh CV. Bimotry Bulaksumur Visual
Jl. Sembung, Sukoharjo, Ngaglik, Sleman Yogyakarta 55581
Email: bimotry_jogja@yahoo.com Website : www.penerbitbimotry.com
Telp (0274) 7022309 SMS 08529216 1818

Prakata

Pesatnya industrialisasi di satu sisi telah membawa dampak yang menguntungkan, namun di sisi lain telah menimbulkan efek yang merugikan. Dari sisi ekonomi perkembangan industri telah meningkatkan pendapatan perkapita penduduk, menekan angka pengangguran serta *social effect* positif lainnya, namun dari sisi kesehatan kerja telah menimbulkan dampak yang cukup membahayakan. Penggunaan berbagai bahan yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, proses kerja yang mengandung risiko bahaya serta hasil produksi atau produk sampingan yang juga dapat mengandung bahaya telah meningkatkan risiko terjadinya gangguan kesehatan dan keselamatan kerja. Untuk menghindari gangguan kesehatan kerja dari kegiatan sebuah usaha diperlukan praktek higiene industri yakni dengan mengadakan penilaian kepada faktor-faktor penyebab penyakit kualitatif dan kuantitatif dalam lingkungan kerja dan perusahaan melalui pengukuran yang hasilnya dipergunakan untuk dasar tindakan korektif kepada lingkungan tersebut serta bila perlu pencegahan, agar pekerja dan masyarakat sekitar suatu perusahaan terhindar dari bahaya akibat kerja.

Penyelenggaraan higiene perusahaan dan kesehatan kerja akan memberi manfaat besar bagi kesejahteraan tenaga kerja dan produktivitas kerja. Aspek kesejahteraan dan produktivitas adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan dalam sebuah proses produksi, kedua aspek inilah yang akan mewujudkan tenaga kerja yang sehat dan produktif serta tidak dihindangi penyakit akibat kerja dan tidak ditimpa kecelakaan kerja.

Buku ini khusus disusun untuk mahasiswa FKM yang sedang mengambil mata kuliah higiene perusahaan. Penyusunan buku ini didasarkan atas pengamatan tentang tema-tema sentral yang sering mengemuka dan berbagai potensi bahaya yang sering dijumpai di berbagai industri. Penulisan buku ini juga disesuaikan dengan kurikulum sarjana kesehatan masyarakat dan standar kompetensi SKM minat K3. Semoga dengan terbitnya buku ini dapat memperkaya buku-buku referensi tentang kesehatan dan keselamatan kerja khususnya higiene industri.

Dalam kesempatan ini penulis memanjatkan Puji dan Syukur dipanjatkan ke Hadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan petunjukNya, sehingga penulisan buku ini dapat terselesaikan. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penerbitan buku ini.

Samarinda, 01 Oktober 2012
Iwan M. Ramdan

DAFTAR ISI

	Halaman
Prakata	
Bab I	
Pendahuluan	9
A. Pengertian higene industri	9
B. Stressor di tempat kerja	10
C. Ilmu kesehatan masyarakat dan higene industri	11
D. Sejarah higene perusahaan	15
E. Dasar hukum pelaksanaan	18
F. Penanggung jawab pelaksanaan higene perusahaan	20
Bab II	
Pengenalan potensi bahaya di tempat kerja dan metode pengendalian umum	22
A. Klasifikasi potensi bahaya di tempat kerja	22
B. Metode pengenalan potensi bahaya (hazard) di tempat kerja.	23
C. Metode pengukuran dan evaluasi potensi bahaya di tempat kerja	27
D. Metode umum pengendalian bahaya di tempat kerja	30
Bab III	
Komunikasi bahaya	36
A. Pengertian	36
B. Pentingnya komunikasi bahaya	37
C. Proses komunikasi bahaya	38
D. Metode komunikasi	38
E. Material Safety Data Sheet (MSDS)	38
F. Bagian – bagian dalam MSDS	39
Bab IV	
Kebisingan	45
A. Pengertian	45
B. Jenis-jenis kebisingan	46
C. Penilaian kuantitatif kebisingan	48
D. Pengukuran kebisingan	52
E. Nilai ambang batas kebisingan	54
F. Dampak kebisingan pada kesehatan	55
G. Pengaruh paparan kebisingan	56
H. Pengendalian kebisingan	58
Bab V	
Getaran (Vibrasi)	60
A. Pengertian	60
B. Parameter getaran	60
C. Karakteristik getaran	61
D. Jenis dan efek getaran	61
E. Nilai ambang batas getaran	63
F. Pengukuran getaran	64
G. Efek getaran terhadap tubuh manusia dan pemeriksaan kesehatan	65
H. Pengendalian getaran di tempat kerja	66
Bab VI	
Pencahayaannya di tempat kerja	68
A. Pengertian	68
B. Jenis dan Sistem Pencahayaannya	68
C. Jenis-Jenis Sistem Pencahayaannya	73
D. Kualitas Pencahayaannya	75

	G. Standar Pencahayaan di Ruangan	77
	H. Pengukuran Pencahayaan	80
	I. Kelelahan Mata	83
Bab VII	Tekanan Panas	88
	A. Pengertian tekanan panas	88
	B. Keseimbangan Tubuh Manusia	88
	C. Faktor yang mempengaruhi tekanan panas	89
	D. Pengukuran tekanan panas	91
	E. Nilai ambang batas tekanan panas	93
	F. Dampak tekanan panas	93
	G. Pencegahan dampak merugikan tekanan panas	95
	H. Pengendalian tekanan panas	96
	I. Tekanan panas dan kelelahan kerja	97
Bab VIII	Hazard biologis di tempat kerja	110
	A. Pengertian	110
	B. Klasifikasi agen penyebab penyakit	111
	C. Cara penularan	112
	D. Virulensi dan kemampuan menginfeksi	116
	E. Faktor pekerjaan dan dampak biohazards	116
	F. Upaya pengendalian paparan biohazard di tempat kerja.	126
Bab IX	Paparan debu di tempat kerja	128
	A. Beberapa pengertian terkait debu	128
	B. Karakteristik dan jenis Debu	129
	C. Penetrasi dan penumpukan debu pada saluran pernafasan	133
	D. Dampak paparan debu	138
	E. Penyakit akibat paparan debu	139
	F. Diagnosis, pencegahan dan pengobatan penyakit paru akibat debu	146
	G. Evaluasi faktor debu lingkungan kerja	148
	H. Pengendalian debu di tempat kerja	153
Bab X	Hazard psikologis	156
	A. Pengertian	156
	B. Mekanisme paparan hazard psikososial	158
	C. Stress Kerja	161
	Daftar Pustaka	175

BAB I

PENDAHULUAN

A. Pengertian Higene Industri

Menurut *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* (1998), higene industri adalah ilmu tentang antisipasi, rekognisi/pengenalan, evaluasi dan pengendalian kondisi tempat kerja yang dapat menyebabkan tenaga kerja mengalami kecelakaan kerja dan atau penyakit akibat kerja. Higene industri menggunakan metode pemantauan dan analisis lingkungan untuk mendeteksi luasnya tenaga kerja yang terpapar. Higene industri juga menggunakan pendekatan teknik, pendekatan administratif dan metode lain seperti penggunaan alat pelindung diri, desain cara kerja yang aman untuk mencegah paparan berbagai bahaya di tempat kerja.

Di Indonesia, Higene industri didefinisikan sebagai spesialisasi dalam ilmu higene beserta prakteknya yang dengan mengadakan penilaian kepada faktor-faktor penyebab penyakit kualitatif dan kuantitatif dalam lingkungan kerja dan perusahaan melalui pengukuran yang hasilnya dipergunakan untuk dasar tindakan korektif kepada lingkungan tersebut serta bila perlu pencegahan, agar pekerja dan masyarakat sekitar suatu perusahaan terhindar dari bahaya akibat kerja (Suma'mur, 1999). Sedangkan menurut UU no. 14 tahun 1969 Higene perusahaan adalah Lapangan kesehatan yang ditunjukkan kepada pemeliharaan dan mempertinggi derajat kesehatan tenaga kerja, dilakukan dengan mengatur pemberian pengobatan, perawatan tenaga kerja yang sakit, mengatur persediaan tempat, cara dan syarat untuk pencegahan penyakit baik akibat kerja maupun umum serta menetapkan syarat-syarat kesehatan perumahan tenaga kerja.

Pendapat lain mengatakan "*Industrial Hygiene is the applied science concerned with identification, measurement, appraisal of risk and control acceptable standards of physical, chemical and biological factors arising in from the work place which may effect the health or well being of those at work in the community*". Higene Industri juga didefinisikan sebagai : *encompasses the anticipation, recognition, evaluation and control of chemical, physical or biological stresses arising in or from the workplace that may cause sickness, impaired health or significant discomfort and inefficiency among workers*. Dalam penyusunan program kerja higene industri harus mencakup beberapa masalah pokok antara lain : *Hazard Communication, Laboratory Safety (Chemical Hygiene), Hearing Conservation , Confined Space Entry , Handling and Disposing of Hazardous Waste , Back Protection , Ergonomics, Asbestos Management , Building Air Quality, Chemical Exposure Assessment , Personal Protective Equipment , Respiratory Protection , Blood borne Pathogens Protection dan Tuberculosis Protection*.

The British Occupational Hygiene Society (BOHS) mendefinisikan "*occupational hygiene is about the prevention of ill-health from work, through recognizing, evaluating and controlling the risks*". Sedangkan The International Occupational Hygiene Association (IOHA) mendefinisikan higene industri sebagai *the discipline of anticipating, recognizing, evaluating and controlling health hazards in the working environment with the objective of protecting worker health and well-being and safeguarding the community at large*.

Dari berbagai definisi diatas maka dapat disimpulkan bahwa higene industri adalah disiplin ilmu kesehatan yang bertujuan untuk melindungi tenaga kerja dan masyarakat sekitar

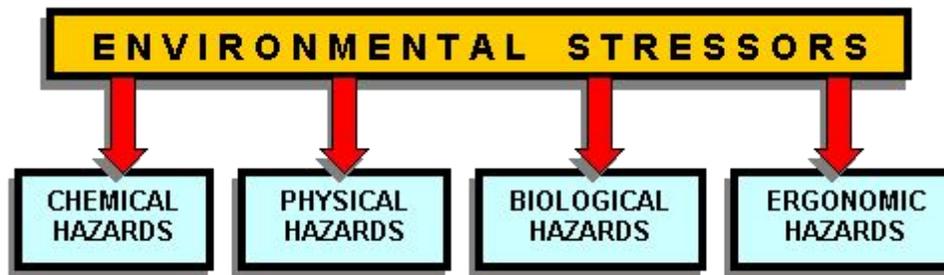
perusahaan agar terhindar dari penyakit akibat kerja dan atau kecelakaan kerja melalui upaya pengenalan, berbagai pengukuran lingkungan kerja serta manusianya dan serangkaian upaya pengendalian.

Stressor di tempat kerja

Ahli higene industri memfokuskan perhatiannya pada evaluasi kondisi kesehatan yang optimal dari lingkungan kerja dan merekomendasikan perbaikan prosedur kerja untuk melindungi kesehatan, berdasarkan data kuantitatif yang lengkap, pengalaman dan pengetahuannya yang mendalam. Rekomendasi ahli higene industri bisa juga berupa pengisolasian sumber bahaya, substitusi bahan dari yang berbahaya ke bahan yang kurang berbahaya dan juga mendesain prosedur kerja yang aman.

Untuk memastikan kondisi kesehatan lingkungan kerja dan lingkungan lain yang terkait, ahli higene industri terfokus pada *recognition* (pengenalan), *evaluation* (pengukuran) dan *control* (pengendalian dari stresor lingkungan kerja yang bisa berbentuk stressor fisik, kimia, biologi, ergonomis maupun psikologis yang dapat menyebabkan penyakit akibat kerja, penurunan kesehatan atau ketidaknyamanan ketika bekerja). Stressor fisik bisa berbentuk kebisingan, getaran, tekanan suhu dan tekanan udara yang ekstrim tinggi atau ekstrim rendah, serta radiasi elektromagnetik dan radiasi yang mengion. Stressor kimia bisa berbentuk gas, debu, kabut, serbuk, spray, cairan atau uap air. Stressor biologis bisa berasal dari bakteri, jamur, serangga, tungau, virus, tikus, nyamuk dan lain-lain. Stressor ergonomik bisa berbentuk gerakan kerja yang berulang, tekanan kerja, kelelahan kerja, posisi tubuh ketika bekerja, monoton/kebosanan akibat kerja yang monoton dan berbagai kekhawatiran.

Secara skematis dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



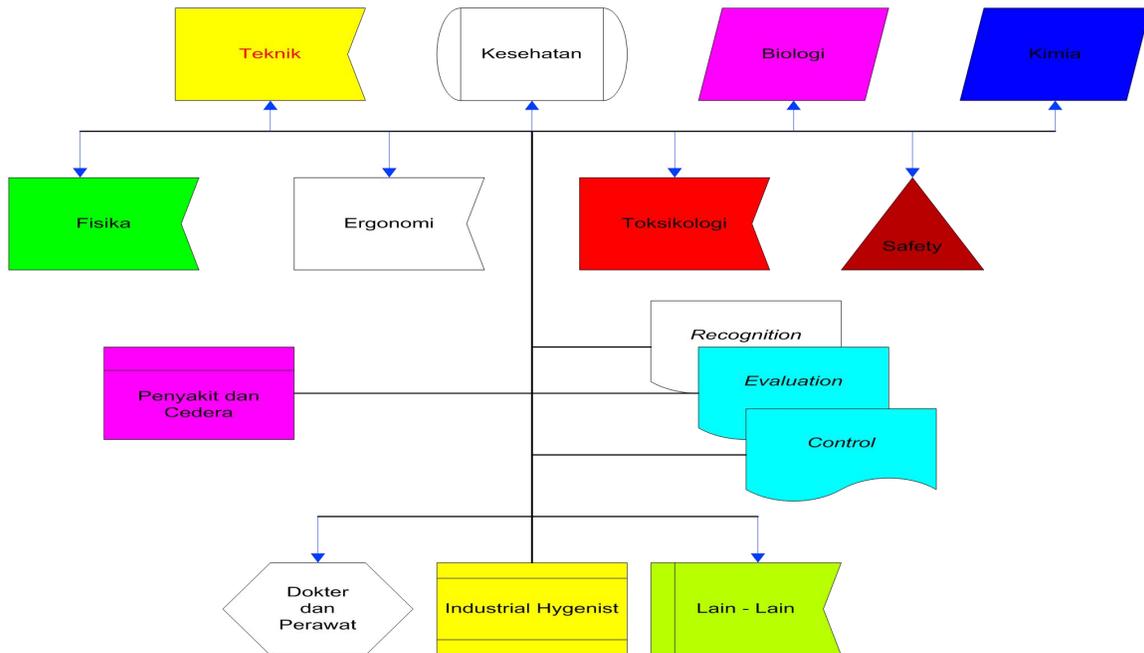
Gambar 1.1 : Stressor Lingkungan

Di tempat kerja, ahli higene industri juga harus mengantisipasi stressor lain yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan seperti : bahan baku utama produksi, bahan baku pendukung produksi, interaksi kimia dari berbagai bahan, produk sampingan, limbah hasil produksi, peralatan kerja dan prosedur kerja.

Ilmu Kesehatan Masyarakat dan Higene Industri

Higene industri adalah salah satu bagian dari ilmu kesehatan kerja, dan ilmu kesehatan kerja itu sendiri adalah bagian dari ilmu kesehatan masyarakat yang dipraktikkan di perusahaan atau masyarakat sekitar perusahaan. Sesuai dengan pengertiannya bahwa ilmu kesehatan kerja merupakan ilmu terapan dari berbagai disiplin ilmu dengan langkah-langkah

mengidentifikasi bahaya lingkungan kerja, pengukuran, penilaian resiko dan pengontrolan yang dicocokkan dengan standar yang berlaku secara fisik, kimia dan biologi yang ada di tempat kerja yang berdampak pada kesehatan dan kesejahteraan manusia ditempat kerja atau pada komunitas tertentu. Berbagai disiplin ilmu yang termasuk aplikatif ke dalam ilmu kesehatan kerja tersebut antara lain teknik, kimia, fisika, biologi, ergonomi, kesehatan, keselamatan, toksikologi. Untuk lebih jelas hal ini dapat dilihat dari skema dibawah ini :



Gambar 1.2
Berbagai disiplin ilmu yang aplikatif terhadap higene perusahaan

Higiene perusahaan dan kesehatan kerja sebagai satu kesatuan spesialisasi dalam ilmu kesehatan masyarakat. Ilmu kesehatan kerja merupakan ilmu yang sangat luas sehingga berbagai keahlian dari berbagai aspek pengetahuan terlibat di dalamnya. Kerjasama yang erat dalam berbagai disiplin tersebut merupakan hal yang penting. Namun demikian perlu diketahui bahwa kesehatan kerja merupakan cabang dalam ilmu kesehatan masyarakat yang diterapkan untuk masyarakat pekerja. Antara kesehatan masyarakat dan kesehatan kerja terdapat kesamaan yaitu, keduanya mempelajari masalah-masalah kesehatan yang berhubungan dengan manusia serta lingkungan fisik, biologi, kimia dan sosial secara umum. Namun perbedaannya terletak pada kesehatan kerja mempelajari manusia dalam hubungannya dengan pekerjaan dan lingkungan kerjanya, baik fisik maupun mental, sedangkan kesehatan masyarakat mempelajari manusia dalam hubungannya dengan lingkungannya di luar tempat kerja, serta mempelajari semua faktor-faktor yang berhubungan dengan pekerjaan, metode kerja, kondisi kerja dan lingkungan kerja, yang mungkin dapat menyebabkan penyakit kecelakaan atau gangguan kesehatan lainnya, misalnya bahaya-bahaya kimia dan fisik seperti infeksi dari debu, uap asam, gas-gas yang terhirup, penyakit-penyakit yang disebabkan oleh bahan-bahan perangsang, kesakitan akibat bising, silikosis akibat terhirup dan tersiram bahaya debu silika bebas (SiO_2) dalam paru-paru, kecelakaan akibat kerja yang terlalu lama dan lain-lain.

Menurut Suma'mur (1999) tujuan utama penyelenggaraan higene perusahaan dan kesehatan kerja adalah : Sebagai alat untuk mencapai derajat kesehatan tenaga kerja yang tinggi, dan sebagai alat untuk meningkatkan produktivitas. Sementara itu terdapat beberapa perbedaan antara praktek kesehatan masyarakat dan praktek higene industri walaupun keduanya terdapat dalam area yang sama yaitu bidang kesehatan. Perbedaan itu antara lain sebagai berikut:

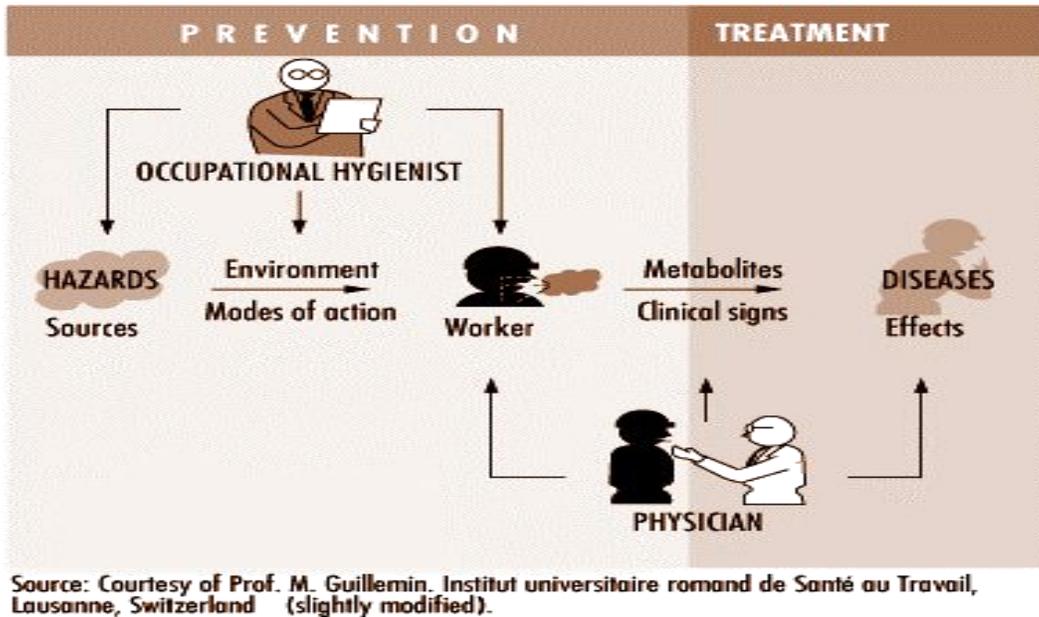
Higene Industri	Kesehatan Masyarakat
<ul style="list-style-type: none"> •Tujuan utama masyarakat pekerja •Mengurus golongan karyawan yg mudah didekati •Ditandai efektifnya <i>pre-employment</i> dan <i>periodic screening</i> •Yang dihadapi lingkungan Kerja •Tujuan utama produktifitas •Dibiayai perusahaan/masyarakat. Pekerja •Perkembangan pesat stl revolusi industri •Perundang-undangan dalam lingkup ketenagakerjaan 	<ul style="list-style-type: none"> •Masyarakat umum sbg sasaran utama •Mengurus masyarakat yg sukar dicapai •Sulit pemeriksaan periodik •Lingkungan umum mrp problem pokok •Tujuan utama kesehatan masyarakat •Dibiayai pemerintah •Perkembangan cepat setelah kemajuan ilmu ttg jasad renik •Perundang-undangan kesehatan

Selain melakukan kegiatan pengenalan, evaluasi dan pengontrolan terhadap berbagai potensi bahaya di tempat kerja, seorang ahli higene industri juga mempunyai fungsi tambahan yaitu :

1. Mendidik dan melatih para pekerja dan pihak manajemen tentang resiko atau bahaya pekerjaan dan tata cara yang terbaik untuk memperkecil resiko atau bahaya yang timbul
2. Menyediakan label-label atau striker yang berhubungan dengan pencegahan atau peringatan terhadap bahan-bahan berbahaya
3. Membantu merancang bangunan baru dan mengadakan beberapa perubahan untuk bangunan yang ada dalam rangka meminimalkan resiko bagi pekerja
4. Membuat catatan-catatan sebagai referensi sehingga berguna bagi pengukuran lingkungan pabrik di masa depan
5. Mengadakan penelitian-penelitian terhadap resiko yang berkaitan dengan kesehatan khusus di tempat kerja sesuai dengan peraturan yang berlaku.

ILO / WHO Committee menyebutkan bahwa Ilmu Kesehatan Kerja mempunyai aspek promotif dan mempertahankan tingkat kesehatan tenaga kerja setinggi-tingginya secara fisik, psikologis, dan sosial pada setiap macam pekerjaan. Dalam hal ini dibutuhkan keikutsertaan manajemen perusahaan dan tenaga kerja sehingga tujuan dan cita-cita higene perusahaan dan kesehatan kerja tercapai. Keberhasilan hiperkes dan keselamatan kerja dapat dicapai dengan keikutsertaan tenaga profesional seperti : dokter, perawat, ahli higene kerja, ahli

epidemiologi, ahli ergonomi, dan ahli teknik. Wewenang dan tanggungjawab setiap anggota tim yang termasuk dalam tim atau divisi keselamatan dan kesehatan kerja disesuaikan dengan kewenangan profesinya masing-masing. Dalam hal ini perawat sebagai salah satu *medical profesional* berada dalam pihak *Physician*. Skup atau area kerja antara dokter perusahaan dengan petugas higiene industri dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3
Pembagian tugas dan kewenangan dalam tim K3

D. Sejarah Higiene Perusahaan

1. Di Dunia

Menurut OSHA (1998) kesadaran tentang higiene industri telah muncul sejak lama (sebelum tahun masehi/SM). Hubungan antara lingkungan dengan kesehatan tenaga kerja telah dikenali pada abad ke 4 sebelum masehi ketika Hipocrates mencatat adanya racun yang berbahaya pada industri pertambangan. Pada abad pertama masehi, Pliny (sarjana tertua) mendeskripsikan risiko kesehatan pada pekerjaan yang berhubungan dengan zinc dan sulfur. Pliny menganjurkan penggunaan masker wajah yang terbuat dari kulit binatang untuk melindungi pekerja dari paparan debu dan serbuk timah. Pada abad ke dua, seorang dokter Yunani yang bernama Galen secara akurat mendeskripsikan proses patologis penyakit akibat paparan timah, dan juga mendeskripsikan paparan debu tembaga dan kabut asap.

Sebelum abad ke-16 higiene perusahaan kerja belum nampak, baru sesudahnya beberapa ahli mulai memusatkan perhatiannya terhadap penyakit-penyakit pada pekerja pertambangan dan pekerjaan lainnya. Hal ini ditandai oleh seorang sarjana Jerman bernama Agricola (1556) yang mulai menulis buku yang berjudul "*De Re Metalica*", sedangkan Paracelcus (1569) menulis buku yang berjudul "*Von der Bergucht und Anderen Berkrankheiten*". Dalam bukunya kedua ahli ini menggambarkan

pekerjaan-pekerjaan dalam tambang, cara mengolah bijih besi, dan penyakit-penyakit yang diderita oleh para pekerja beserta gagasan-gagasan pencegahannya. Agricola menganjurkan ventilasi dan penggunaan tutup muka sedangkan Paracelsus menguraikan hal-hal yang kita kenal sekarang dengan istilah Toksikologi Industri.

Perkembangan selanjutnya Bernardino Ramazzini (1633 – 1714) menulis buku “*De Morbis Artificum Diatriba*” dalam buku itu diuraikan panjang lebar mengenai berbagai penyakit dan jenis pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja. Ia lah yang meletakkan dasar-dasar yang kuat bahwa pekerjaan dapat menimbulkan penyakit termasuk cara menegakan diagnosa penyakit akibat kerja. Ramazzini memberikan nasehat kepada para sejawatnya agar meminta kepada pasien untuk menceritakan pekerjaannya ketika sedang melakukan anamnesa (pengkajian pada pasien). Ramazzini dikenal sebagai Bapak Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja.

Seiring dengan perkembangan Revolusi Industri di Inggris sebagai akibat ditemukannya berbagai cara produksi baru, mesin produksi dan lain-lain maka Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja berkembang dengan pesat pula.

2. Di Indonesia

Mengenai sejak kapan kesehatan kerja dan usaha-usaha higene perusahaan diterapkan di Indonesia sampai saat ini belum ditemukan referensi yang memadai. Akan tetapi Suma'mur (1996) memprediksi sejarah Kesehatan Kerja dan Higene Perusahaan di Indonesia dimulai sejak jaman penjajahan Belanda. Pada masa itu terdapat dinas kesehatan militer yang selanjutnya menjadi dinas kesehatan sipil, dimana usaha-usaha kesehatan kerja ditunjukkan untuk memberikan pelayanan kesehatan alakadarnya terhadap pekerja-pekerja pribumi agar dapat menghasilkan bahan-bahan yang diperlukan Belanda.

Abad ke-20 dibuat undang-undang kebersihan, kesehatan, dan keselamatan yang sederhana isinya sesuai dengan keperluan pada waktu itu. Perkembangan higene perusahaan dan kesehatan kerja memang tidaklah sepesat di negara-negara lain. Hal ini disebabkan karena memang Indonesia sedang dijajah sehingga beberapa perusahaan justru dibekukan dan posisi tenaga kerja pada waktu itu hanya sebagai pekerja rodi yang tidak diupah layak. Pada masa penjajahan Jepang K3 tidak berkembang sama sekali.

Setelah Indonesia Merdeka Higene perusahaan dan Kesehatan Kerja barulah berkembang. Hal ini ditandai dengan mulai dibuatnya Undang-undang Kerja dan Undang-undang Kecelakaan. Secara institusional tahun 1957 dibentuk Lembaga Kesehatan Buruh, dan pada tahun 1967 dirubah menjadi Lembaga Keselamatan dan Kesehatan Buruh.

Reorganisasi Kabinet Ampera tahun 1966 lebih memperjelas fungsi dan kedudukan Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja dalam aparatur pemerintah. Pada waktu itu secara resmi didirikan Dinas Higene Perusahaan / Sanitasi umum dan Dinas Kesehatan Tenaga Kerja di Departemen Kesehatan. Organisasi swastapun tidak ketinggalan mulai bermunculan seperti Yayasan Higene Perusahaan di Surabaya serta di kota lain seperti Bandung.

Buku yang membahas tentang Ilmu Kesehatan Buruh pertama kali diterbitkan tahun 1967 yang ditulis oleh DR. Suma'mur PK, MSc. Kemudian disusul dengan penerbitan majalah Triwulan Higene Perusahaan, dan Jaminan Sosial muncul untuk pertama kalinya tahun 1968. Pada ini dirintis pula fungsi pembaga Nasional Higene ke arah pendidikan, pelayanan dan riset terapan. Ahli-ahli dari WHO dan ILO mulai berdatangan dan

mengadakan jalinan kerjasama dengan Indonesia. Pada tahun 1970 untuk pertama kalinya Pemerintah Indonesia menerbitkan Perundang-undangan tentang Kesehatan dan Keselamatan kerja. Selanjutnya pada tahun 1972 diadakan Seminar Nasional tentang K3 dan Dr. H. Ibnu Sutowo diangkat sebagai Ketua Kehormatan Ikatan K3.

Dalam perkembangan selanjutnya, dalam suatu Kongres Nasional Hiperkes yang diadakan di Sahid Garden Hotel Yogyakarta tahun 1986 diangkat Bapak DR. dr. Suma'mur Prawira Kusuma., M.Sc sebagai Bapak Hiperkes Indonesia.

E. Dasar Hukum Pelaksanaan

Landasan hukum pelaksanaan higiene perusahaan dan kesehatan kerja mencakup Undang-undang Kesehatan dan Undang-undang yang terkait dengan ketenagakerjaan. Dalam Undang-undang No. 36 tahun 2009 tentang Kesehatan tepatnya Bab XII pasal 164, 165 dan 166 diatur tentang kesehatan kerja sebagai berikut :

Pasal 164 :

- (1) Upaya kesehatan kerja ditujukan untuk melindungi pekerja agar hidup sehat dan terbebas dari gangguan kesehatan serta pengaruh buruk yang diakibatkan oleh pekerjaan.
- (2) Upaya kesehatan kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi pekerja di sektor formal dan informal.
- (3) Upaya kesehatan kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berlaku bagi setiap orang selain pekerja yang berada di lingkungan tempat kerja.
- (4) Upaya kesehatan kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) berlaku juga bagi kesehatan pada lingkungan tentara nasional Indonesia baik darat, laut, maupun udara serta kepolisian Republik Indonesia.
- (5) Pemerintah menetapkan standar kesehatan kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2).
- (6) Pengelola tempat kerja wajib menaati standar kesehatan kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (5) dan menjamin lingkungan kerja yang sehat serta bertanggung jawab atas terjadinya kecelakaan kerja.
- (7) Pengelola tempat kerja wajib bertanggung jawab atas kecelakaan kerja yang terjadi di lingkungan kerja sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 165 :

- (1) Pengelola tempat kerja wajib melakukan segala bentuk upaya kesehatan melalui upaya pencegahan, peningkatan, pengobatan dan pemulihan bagi tenaga kerja.
- (2) Pekerja wajib menciptakan dan menjaga kesehatan tempat kerja yang sehat dan menaati peraturan yang berlaku di tempat kerja.
- (3) Dalam penyeleksian pemilihan calon pegawai pada perusahaan/instansi, hasil pemeriksaan kesehatan secara fisik dan mental digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan.
- (4) Ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 166

- (1) Majikan atau pengusaha wajib menjamin kesehatan pekerja melalui upaya pencegahan, peningkatan, pengobatan dan pemulihan serta wajib menanggung seluruh biaya pemeliharaan kesehatan pekerja.
- (2) Majikan atau pengusaha menanggung biaya atas gangguan kesehatan akibat kerja yang diderita oleh pekerja sesuai dengan peraturan perundang-undangan.
- (3) Pemerintah memberikan dorongan dan bantuan untuk perlindungan pekerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2).

Selain Undang-undang Kesehatan, produk Perundang-undangan lain yang mengatur pelaksanaan hygiene perusahaan dan kesehatan keselamatan kerja antara lain : Undang-undang nomor 11 tahun 1962 tentang Hygiene untuk usaha-usaha bagi umum, Undang-undang Nomor 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan, Undang-undang Nomor 14 Tahun 1969 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Mengenai Tenaga Kerja (Lembar Negara No. 55 tahun 1969), Undang-undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, Undang-undang Nomor 3 Tahun 1992 Tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja, Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi No. Per.03/Men/1982 tentang Pelayanan Kesehatan Kerja, Peraturan Menteri Perburuhan Nomor 7 Tahun 1964 Tentang Syarat Kesehatan, Kebersihan Serta Penerangan Dalam Tempat Kerja, Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 05 tahun 1996 tentang Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3), serta peraturan-peraturan lain yang relevan dan masih berlaku di Indonesia.

F. Penanggung Jawab Pelaksanaan Hygiene Perusahaan

1. Di Indonesia

Pelaksanaan Hygiene Perusahaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Indonesia secara kelembagaan menjadi tanggung jawab dua instansi yaitu Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi serta Departemen Kesehatan.

2. United States of America (USA)

Dalam buku ini sengaja penulis menampilkan contoh pelaksanaan Hygiene Perusahaan dan Kesehatan serta Keselamatan Kerja di *United States of America (USA)* karena banyak produk berupa standar-standar internasional dan peraturan-peraturan yang banyak diadopsi atau dipakai oleh perusahaan-perusahaan baik Perusahaan dalam negeri maupun perusahaan asing yang beroperasi di Indonesia.

a. OSHA

The Occupational Safety and Health Administration (OSHA) adalah bagian dari Departemen Ketenagakerjaan (Department of Labor). OSHA membuat dan mengimplementasikan standar-standar dan peraturan-peraturan hygiene perusahaan, kesehatan dan keselamatan kerja, mengadakan inspeksi dan investigasi untuk menjamin dan memastikan pemenuhan atau pelaksanaan dari berbagai regulasi, memberikan penghargaan atas prestasi yang dicapai, serta memberikan hukuman bagi pelanggaran. OSHA juga memberikan pendampingan dan layanan konsultasi bagi tenaga kerja dalam pelaksanaan standar kerja dan regulasi, serta memberikan program,-program pelatihan dan publikasi.

OSHA juga menerbitkan beberapa persyaratan yang berhubungan dengan hygiene industri, antara lain :

↳ Penggunaan label-label peringatan dan poster sehingga tenaga kerja menjadi

waspada terhadap berbagai potensi bahaya, tanda-tanda pemaparan, tindakan pencegahan dan penatalaksanaan darurat.

- ↳ Memebrikan saran atau anjuran terhadap kebutuhan penggunaan alat pelindung diri dan teknologi lain yang berhubungan dengan pencegahan
- ↳ Melaksanakan test medis untuk mengetahui efek dari paparan stressor fisik terhadap tenaga kerja
- ↳ Mengarsipkan dan memelihara data-data paparan stressor lingkungan terhadap tenaga kerja dimana diperlukan untuk pengukuran lanjut dan monitoring. Menggunakan hasil test dan monitoring untuk observasi tenaga kerja
- ↳ Membuat catatan dari berbagai test dan pengukuran yang hasilnya diinformasikan terhadap tenaga kerja
- ↳ Memberikan informasi terhadap tenaga kerja yang terpapar stressor lingkungan dan mengadakan serangkaian perbaikan dan pengobatan

b. NIOSH

The National Institute for Occupational safety and Health (NIOSH) adalah bagian dari departemen Kesehatan dan Pelayanan Penduduk (Department of Health and Human Services). NIOSH merupakan agensi yang sangat penting dalam pelaksanaan Higene Industri di Amerika Serikat. Fokus utama dari badan ini adalah meneliti level toksisitas dan nilai ambang batas yang masih diperkenankan dari berbagai substansi hazard. NIOH menyiapkan rekomendasi untuk standar OSHA terhadap substansi hazard dan hasil studi NIOSH juga dibuat dan disediakan bagi tenaga kerja.

Area penelitian dari NIOH terdiri dari divisi Biomedis dan Ilmu Prilaku, Pusat Studi Penyakit Saluran Pernafasan, Surveillance, Evaluasi hazard, dan studi lapangan dan pelatihan dan pengembangan tenaga kerja. Hasil kerja dari berbagai divisi ini selalu diperbaharui secara terus menerus dan memberikan rekomendasi batas paparan dalam rangka menciptakan kondisi kerja yang aman dan sehat.

BAB II PENGENALAN POTENSI BAHAYA DI TEMPAT KERJA DAN METODE PENGENDALIAN UMUM

A. Klasifikasi Potensi Bahaya di Tempat Kerja

Menurut Talty (1988), potensi bahaya (*hazard*) yang dapat dijumpai di tempat kerja secara umum dibagi menjadi tiga kelompok yaitu : *toxic hazards* (potensi bahaya yang dihasilkan oleh reaksi kimia dalam tubuh manusia), *physical hazards* (potensi bahaya yang dihasilkan dari gaya fisika yang diberikan pada tubuh manusia sebagai hasil dari beberapa gerakan kerja dan lingkungan kerja, dan potensi bahaya yang lain (termasuk potensi bahaya yang bersifat stress psikologis dan biologis). Sementara itu menurut Suma'mur (1999), faktor-faktor lingkungan kerja yang menjadi penyebab sakit atau timbulnya penyakit akibat kerja adalah sebagai berikut :

1. Faktor fisik seperti :

- b. Suara bising (melampaui Nilai Ambang Batas) dapat menyebabkan ketulian atau pekak
- c. Radiasi sinar-sinar atau sinar radioaktif yang menyebabkan antara lain penyakit susunan darah dan kelainan-kelainan kulit, radiasi sinar infra merah bisa mengakibatkan katarak, sedangkan sinar ultraviolet menjadi penyebab konjungtivitis photoelectric
- d. Suhu yang terlalu tinggi menyebabkan *heat stroke* dan *heat cramps* atau *hyperpyreksia*, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat menimbulkan *frosbite trench foot*.
- e. Penerangan lampu yang kurang baik dapat menyebabkan kelainan pada indra penglihatan atau kesilauan yang memudahkan terjadinya kecelakaan kerja.

2. Faktor kimia, yang mencakup :

- a. Debu yang dapat menyebabkan pneumoconiosis, antara lain silicosis, asbestosis dan lain-lain
- b. Uap logam antara lain menyebabkan metal fume fever, dermatitis dan keracunan
- c. Gas dapat menyebabkan keracunan, misalnya gas CO, H₂S, SO₂ dan lain-lain
- d. Larutan menjadi penyebab dermatitis
- e. Awan atau kabut dapat menimbulkan keracunan

3. Faktor biologis

Misalnya oleh bibit penyakit anthrax pada pekerja

4. Faktor Fisiologis

Timbulnya kelelahan fisik atau perubahan fisik tubuh pekerja secara lambat disebabkan oleh kesalahan kontruksi mesin, sikap badan kurang baik, beban kerja berlebihan, salah cara melakukan pekerjaan dan lain-lain

5. Faktor Psikologis

Termasuk diantaranya hubungan kerja yang tidak baik antara sesama pekerja, atau antara bawahan dan atasan, monoton atau suasana yang membosankan.

B. Metode Pengenalan Potensi Bahaya (*Hazard*) di Tempat Kerja.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur berbagai potensi bahaya yang dapat ditemukan di tempat kerja. Talty (1988) merinci berbagai metode tersebut, antara lain :

1. Laporan kejadian kecelakaan kerja dan atau penyakit akibat kerja
Dalam upaya mengidentifikasi potensi bahaya di tempat kerja, seorang ahli higene industri dapat menggunakan laporan kejadian kecelakaan kerja dan atau penyakit akibat kerja di masa lalu. Dari angka-angka statistik kecelakaan kerja dapat diperoleh gambaran jumlah kejadian, bagian atau divisi kerja yang sering mengalami, tenaga kerja yang mengalami kecelakaan kerja dan informasi lain yang relevan. Dengan kata lain angka-angka statistik kecelakaan kerja dapat menggambarkan secara deskriptif maupun analitik kecelakaan kerja yang telah terjadi. Analisis yang seksama terhadap kejadian kecelakaan kerja di masa lalu dapat dipergunakan dalam menentukan metode yang akan dipergunakan untuk menurunkan risiko kejadian kecelakaan kerja di masa yang akan datang.
2. Pemeriksaan fisik.
Pemeriksaan kesehatan sebelum bekerja di tambah dengan pemeriksaan kesehatan secara periodik dapat membantu mengidentifikasi kondisi kronis atau akut yang mungkin disebabkan karena tenaga kerja mengalami kontak dengan potensi bahaya di lingkungan kerja. Sebagai contoh, jika hasil pemeriksaan audiometrik terhadap sekelompok tenaga kerja didapatkan penurunan (hasil pemeriksaan sebelum bekerja dibandingkan dengan hasil pemeriksaan periodik) maka ada kemungkinan kelompok tenaga kerja tersebut terpapar kebisingan yang telah melewati nilai ambang batas yang diperkenankan. Dari hasil itu juga perlu dilakukan pemeriksaan lanjutan terhadap sistem giliran kerja, pemeriksaan kebisingan seluruh bagian kerja dan hasilnya dibandingkan dengan NAB yang diperkenankan.
3. Keluhan tenaga kerja
Dalam beberapa kasus, tenaga kerja telah mengetahui berbagai potensi bahaya di tempat kerja walaupun belum diberi penjelasan oleh ahli higene industri. Tenaga kerja ini mungkin telah mendapatkan penjelasan oleh petugas sebelumnya. Kondisi hubungan kerja yang kondusif akan membantu terjalannya komunikasi yang baik antara tenaga kesehatan dengan petugas higene industri. Tenaga kerja akan melaporkan pada petugas higene industri jika mereka menemukan potensi bahaya yang mengancam di tempat kerja, apalagi jika mereka sudah merasakan gejala akibat paparan dengan berbagai potensi bahaya tersebut.
4. Pemeriksaan rutin
Beberapa peralatan atau perkakas kerja dan alat pelindung diri harus diperiksa atau di kalibrasi secara rutin. Hasil pemeriksaan ini dapat mengindikasikan ada tidaknya potensi bahaya yang mungkin dihadapi tenaga kerja. Berbagai peralatan kerja atau alat pelindung diri yang terus dipakai walaupun telah habis masa pakainya dapat berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja ataupun penyakit akibat kerja. Hasil dari inspeksi dapat memberikan informasi yang berharga untuk mengeliminasi potensi bahaya di tempat kerja.
5. Studi literatur dan diskusi dengan professional lainnya
Berbagai temuan hasil penelitian terbaru oleh para akademisi maupun praktisi K3 yang dikomunikasi melalui jurnal, proseding, seminar atau pelatihan serta hasil kajian atau

diskusi yang berhubungan dengan potensi bahaya di tempat kerja serta pengendaliannya dapat dijadikan masukan yang sangat berharga dalam pengelolaan hygiene industri. Perusahaan juga dapat mengundang para profesional bidang K3 untuk mendiskusikan kondisi kesehatan dan keselamatan kerja di perusahaan yang bersangkutan.

6. *Walk through inspection*

Metode pengkajian ini dipraktekan di lapangan. Penggunaan metode ini dianggap paling efektif namun dibutuhkan tenaga hygiene industri yang berpengalaman untuk melakukannya. Disamping itu pelaksana harus menyadari bahwa tidak semua potensi bahaya dapat dikenali selama pelaksanaan inspeksi jenis ini. Inspeksi tempat kerja dengan metode ini tidak bersifat menyeluruh untuk mengenali potensi bahaya di tempat kerja.

7. Pemeriksaan metode sampling

Walaupun pemeriksaan ini mempunyai beberapa kelemahan, namun penggunaan metode sampling sering digunakan. Metode ini dinilai efektif dari segi waktu dan biaya. Untuk menghasilkan data yang valid dan akurat dibutuhkan keahlian dan pemahaman yang mendalam dalam metode statistik terutama dalam penentuan ukuran sampel dan metode pengambilan sampel yang tepat.

8. *Preliminary hazard analysis*

Analisis potensi bahaya awal ini harus dilakukan dengan prioritas utama pada potensi bahaya yang luas. Metode ini mencoba mengorganisir secara logis fakta-fakta yang ada saat ini untuk menentukan variabel yang akan dimasukkan dalam pengkajian dan metode yang akan digunakan untuk menentukan jika potensi bahaya memang benar-benar ada. Pendekatan ini sangat berharga dalam investigasi sistem kerja yang baru atau sistem kerja modifikasi.

9. Metode review diagram alir produksi

Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi berbagai potensi bahaya dari mulai awal proses produksi (bahan mentah), proses tengah produksi, sampai akhir proses produksi (bahan jadi), serta produk sampingan yang dikeluarkan dari proses produksi tersebut. Pendekatan yang sama juga dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang berhubungan dengan penggunaan peralatan mekanis dan elektrik, stress ergonomik dan paparan suhu pada tenaga kerja.

10. Analisis pohon kesalahan

Metode ini menawarkan analisis sebab akibat, yang dijelaskan dalam urutan terjadinya suatu peristiwa. Walaupun analisis model ini sering digunakan dalam analisis kecelakaan kerja, namun metode ini dapat digunakan oleh ahli hygiene industri untuk mengenali potensi bahaya kesehatan. Prosedur yang digunakan dalam pendekatan ini didokumentasikan dengan baik dalam literature.

11. *Critical incident technique*

Metode ini diterapkan melalui wawancara atau dialog dengan tenaga kerja untuk menentukan praktek-praktek kerja yang tidak aman atau kesalahan-kesalahan yang terjadi selama mereka bekerja. Kejadian-kejadian yang kritis seperti kejadian hampir celaka dikategorikan dan dituangkan ke dalam daftar atau list untuk segera dikendalikan.

12. Model kesalahan dan efek

Metode ini mencoba menganalisis kesalahan-kesalahan yang terjadi dalam sebuah sistem kerja dan dampaknya terhadap potensi bahaya yang mungkin muncul. Teknik ini dapat membantu dalam menentukan kemungkinan kesalahan minor yang akan berpotensi

menimbulkan bencana besar.

13. Analisis keselamatan kerja

Dengan menggunakan teknik ini, masing-masing pekerjaan secara individual, jenis pekerjaan apa yang harus dilakukan dan elemen-elemen apa saja yang dibutuhkan untuk penyelesaian tugasnya. Setiap tugas dan elemen kerja ditinjau untuk menentukan apakah ada kemungkinan tenaga kerja terpapar potensi bahaya. Jika memang ada paparan bahaya, maka akan diambil tindakan berupa modifikasi prosedur kerja, perbaikan alat atau penggunaan berbagai alat pelindung diri untuk meminimalisir paparan.

C. Metode Pengukuran dan Evaluasi Potensi Bahaya di Tempat Kerja

Tujuan utama dari praktik higiene industri adalah untuk mengenali paparan potensi bahaya, memastikan ada tidaknya paparan terhadap tenaga kerja dan mengembangkan metode untuk mengendalikan paparan potensi bahaya tersebut. Dibawah ini diuraikan metode pengenalan potensi bahaya di tempat kerja menurut Talty (1988) :

Pengenalan potensi bahaya

Walk-Through Survey :

Tujuan survey ini bukan untuk mengidentifikasi paparan potensi bahaya (hazard) secara keseluruhan atau untuk mengidentifikasi metode penanggulangan yang digunakan untuk mengendalikan potensi bahaya tersebut, melainkan hanya untuk mengenali sistem operasi yang dijalankan di perusahaan. Tujuan yang pertama adalah lebih memahami perusahaan secara keseluruhan, produk yang dihasilkan, tenaga kerja yang mengerjakan, gambaran umum perusahaan dan lingkungan kerja secara keseluruhan.

Pengenalan potensi bahaya (pendahuluan).

Setelah memahami gambaran sistem operasi perusahaan secara keseluruhan, selanjutnya dirancang studi yang lebih mendalam untuk mengidentifikasi paparan potensi bahaya. Dalam tahap ini perlu disertakan catatan hasil walk through survey, diagram alir produksi, deskripsi kerja masing-masing bagian dan berbagai prosedur kerja yang diberlakukan.

Penilaian dimulai dengan memilih salah satu area kerja yang dianggap paling penting, pertimbangkan pula paparan yang sering terjadi. Sebagai contoh kontaminan di udara, potensi bahaya yang bersifat fisik, dan materi/bahan berbahaya. Dengan mempertimbangkan jenis paparan terhadap tenaga kerja, ahli higiene industri perlu melihat kembali catatan-catatan proses kerja, bahan yang digunakan, deskripsi kerja dan berbagai prosedur kerja yang digunakan. Fokus utama pada tahap ini adalah mengidentifikasi seluruh potensi paparan.

Untuk memudahkan pada tahap survey awal, petugas higiene industri bisa menggunakan daftar isian seperti yang dapat dilihat pada tabel 2.1 untuk setiap jenis paparan potensi bahaya yang berbeda perlu diberikan penjelasan yang mencakup jenis potensi bahaya yang ada, kemungkinan sumber bahaya dan kemungkinan penyebab. Penjelasan harus singkat tapi jelas. Aitem penting selanjutnya pada survey pendahuluan ini adalah jumlah tenaga kerja yang berpotensi terpapar. Informasi ini akan membantu dalam mengidentifikasi prioritas jenis tindakan atau pencegahan yang dapat dilakukan. Pada dasarnya memang seluruh potensi bahaya harus dikendalikan, namun karena berbagai keterbatasan dan efisiensi maka penanganan berbagai potensi bahaya ini perlu dibuatkan urutan prioritas. Jika pada

pengkajian awal sudah didapatkan upaya penanggulangan potensi bahaya, maka investigator harus memastikan apakah upaya tersebut telah berjalan sesuai perencanaan atau tidak.

Tahapan selanjutnya adalah mengkaji sudah seberapa jauh potensi bahaya telah berdampak terhadap tenaga kerja. Secara umum dampak paparan bahaya terhadap tenaga kerja dibagi menjadi tiga kerja dibagi menjadi tiga kategori yaitu : level rendah, dimana potensi bahaya sudah mengganggu tenaga kerja dan berpotensi dampak yang berbahaya; level menengah, dimana potensi bahaya sudah membahayakan tenaga kerja; dan level tinggi, dimana potensi bahaya dapat menyebabkan kecelakaan atau kematian. Kategorisasi potensi bahaya ini hanya bersifat umum, perusahaan dapat mengembangkan kategorisasi sendiri.

Tabel 2.1
Contoh daftar periksa studi pendahuluan
potensi bahaya di tempat kerja

Bagian kerja : Tanggal periksa :
 Petugas pemeriksa :

Jenis paparan	Deskripsi potensi bahaya	Tenaga kerja yang berpotensi terpapar	Pengendalian yang sedang/telah dilaksanakan	Level paparan	Kemungkinan keberadaan bahaya	Prioritas

Gambar 2.1

Contoh desain pengkajian potensi bahaya

Lokasi/Bagian kerja :.....

Jenis paparan :.....

Tanggal :.....

Deskripsi potensi bahaya :.....

Jumlah tenaga kerja yang berpotensi terpapar (NAB) :.....

Hasil yang diperoleh dari studi :.....

Rekomendasi tindakan :.....

Pengkajian Potensi Bahaya Pendahuluan

Peralatan Kerja :.....

Prosedur kerja :.....

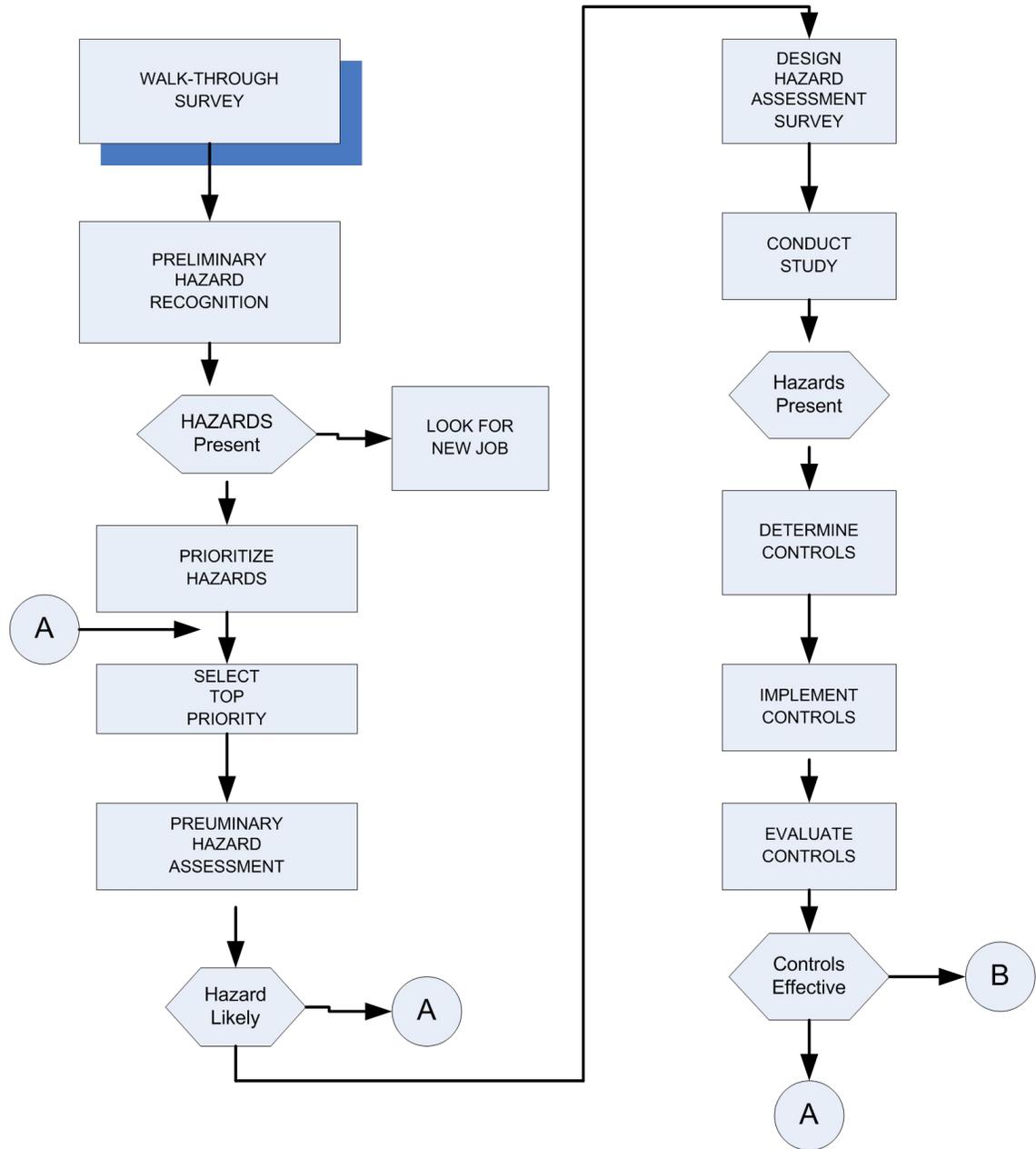
Hasil / rekomendasi :.....

Peralatan kerja :

Lokasi pengambilan sampel :.....

Jadual pengambilan sampel :.....

Hazard Assessment Study Outline



Sumber : Talty (1998)

D. Metode Umum Pengendalian Bahaya di Tempat Kerja

Pada uraian sebelumnya telah dibahas berbagai metode pengenalan bahaya di tempat kerja, hal ini termasuk pada tahapan pengenalan dan evaluasi. Pada bagian ini akan diuraikan tahapan selanjutnya dari tugas ahli higene industri yakni metode umum yang dapat dilakukan dalam upaya pengendalian berbagai potensi bahaya di tempat kerja. Tugas utama ahli higene

industri secara umum terdiri dari 4 fungsi yaitu : A) Pengenalan berbagai potensi bahaya di tempat kerja; B) pengukuran lingkungan kerja untuk menentukan potensi bahaya yang ada/terdapat di lingkungan kerja; C) Identifikasi dan rekomendasi untuk pengendalian potensi bahaya yang dihadapi tenaga kerja dan D) Antisipasi potensi bahaya, yaitu upaya pencegahan / antisipasi paparan potensi bahaya terhadap tenaga kerja.

Terdapat beberapa prinsip utama dalam pengendalian potensi bahaya di tempat kerja : pertama, semua potensi bahaya dapat dikendalikan. Kedua, terdapat beberapa metode pengendalian potensi bahaya di tempat kerja, ketiga beberapa metode jika digabungkan dapat berhasil dan keempat dalam beberapa situasi diperlukan penggabungan beberapa metode pengendalian untuk mendapatkan hasil yang optimum. Dibawah ini diuraikan metode umum untuk pengendalian hazard di tempat kerja (CDC, 2012; NYCOSH, 2012; CCOHS, 2012).

1. Substitusi

Metode pertama yang dapat dipergunakan untuk pengendalian potensi bahaya di tempat kerja adalah melakukan substitusi. Substitusi dapat berupa substitusi bahan, substitusi proses dan substitusi alat. Penggabungan beberapa metode substitusi dapat dilakukan pada kondisi-kondisi tertentu untuk mendapatkan hasil yang optimal. Pertimbangan pertama untuk menggunakan metode substitusi adalah : apakah terdapat bahan yang kadar racun atau kadar bahayanya lebih rendah dari bahan yang digunakan saat ini. Contoh dari metode ini adalah penggunaan trichloroethylene untuk menggantikan karbon tetraklorida dan chlorinated aliphatic untuk menggantikan benzene. Dalam kasus lain seperti penggunaan solven untuk proses pelarutan bahan, disubstitusikan dengan air detergen untuk menghasilkan hasil pelarutan yang sama dengan tingkan keamanan bahan yang lebih baik untuk tenaga kerja.

Pertimbangan kedua adalah : dapatkah proses kerja sebuah produksi diubah, sehingga dapat mengurangi paparan bahaya pada tenaga kerja? atau apakah ada metode kerja yang lebih baik dan lebih aman?. Perbaikan metode kerja dapat dilakukan secara keseluruhan atau hanya sebagai saja dalam rangka mengurangi paparan bahaya terhadap tenaga kerja. Salah satu prinsip umum yang berlaku adalah pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus biasanya lebih aman daripada pekerjaan yang dilakukan secara selang-seling.

Contoh dari proses ini adalah mengganti proses pengecatan dari penggunaan mesin semprot (spray) dengan metode mencelup. Proses pencelupan akan meminimalkan beredarnya partikel berbahaya di udara yang dapat terhirup oleh tenaga kerja. Contoh lain adalah penggunaan sistem pengangkatan/pemindahan benda secara otomatis untuk menggantikan metode manual, metode otomatis ini juga dianggap lebih efektif dan efisien untuk mengganti peran tenaga kerja. Contoh lainnya adalah penggunaan metode tertutup dalam proses penambangan batu bara untuk mengurangi partikel debu batubara.

Jenis terakhir dari metode substitusi adalah substitusi alat kerja. Apakah terdapat peralatan kerja yang lebih aman untuk dipergunakan tenaga kerja? apakah peralatan kerja yang dipergunakan sekarang bisa diubah atau dimodifikasi sehingga potensi bahayanya dapat berkurang. Contoh dari metode ini adalah substitusi metode kerja terbuka dengan metode tertutup dengan menggunakan penutup/pelindung mesin untuk alat2 yang bergerak seperti rantai. Contoh lainnya adalah penggunaan catalytic converter pada mobil untuk mengurangi polutan sisa pembakaran bahan bakar minyak.

2. Isolasi

Metode lain yang tersedia untuk mengurangi risiko paparan bahaya pada tenaga kerja adalah dengan cara mengurangi atau menghilangkan sumber paparan dari lingkungan kerja yakni dengan mengisolasi sumber paparan. Metode isolasi ini dapat dilakukan dengan beberapa cara. Pertama memisahkan sumber paparan dengan tenaga kerja. Sumber paparan ditempatkan lebih jauh dari tempat aktivitas tenaga kerja. Metode kedua adalah melindungi atau membuat sekat antara sumber bahaya dengan tenaga kerja. Metode ketiga adalah menggunakan prosedur kerja tertutup atau sistem otomatis dimana penggunaan tenaga kerja secara manual sangat minimal, dan metode keempat adalah penggunaan sistem pengoperasian jarak jauh, yang mana penggunaannya bisa menggunakan kabel atau sistem nir kabel. Contoh dari metode keempat ini adalah pengoperasian mesin rontgen dimana mesin rontgen dioperasikan dari ruangan yang berbeda.

3. Ventilasi

Ventilasi adalah metode yang digunakan untuk mengendalikan tekanan udara dan kualitas udara di tempat kerja. Ventilasi digunakan untuk membersihkan polutan di udara di tempat kerja. Ventilasi juga digunakan untuk tujuan kenyamanan bekerja. Ventilasi juga dirancang untuk memasok udara bersih ke tempat kerja sehingga proses kerja dapat berjalan sesuai rencana.

Jenis-jenis ventilasi yang sering digunakan di industri adalah :

- a. *Comfort ventilation* : ventilasi kenyamanan ini menggerakkan dan mengkondisikan udara untuk menjamin kenyamanan bekerja. Sistem ini berfungsi mengontrol jumlah panas yang diterima dan dilepaskan oleh tenaga kerja serta kelembaban udara ruangan kerja. Penggunaan AC (*air conditioning*) di ruangan kerja, ruang komputer atau di dalam area kerja adalah contoh comfort ventilation. Kenyamanan akan tercapai dengan mengatur suhu yg dikehendaki, mengeluarkan udara yang kotor dan memasukkan udara yang bersih.
- b. *Local exhaust ventilation* : ventali pembuangan lokal digunakan untuk menghilangkan kontaminan di udara yang dihasilkan dari sumber lokal. Udara yang terkontaminasi partikel berbahaya dibuang atau ditiupkan keluar untuk digantikan dengan menghisap udara yang lebih bersih dari sumber lain. Pemasangan exhaust fan di ruangan boiler merupakan contoh local exhaust ventilation.
- c. *Local supply ventilation* : adalah memasok udara bersih ke tempat kerja. Sistem ventilasi ini bisa digabungkan dengan local exhaust ventilation. Dengan kata lain udara yang kotor dibuang dan udara yang bersih dipompakan masuk.
- d. *Make up air* : adalah memberikan persediaan udara bersih kepada lingkungan kerja untuk menggantikan udara yang telah terkontaminasi. Tanpa pemberian udara bersih yang cukup, local exhaust sistem tidak akan efektif.
- e. *Dilution ventilation* : ventilasi dilusi adalah memberikan udara bersih dan mngeluarkan udara yg kotor dari area kerja yang lebih besar. Secara umum ventilasi dilusi tidak dapat diaplikasikan pada tempat kerja dengan potensi bahaya yang besar dan tidak efektif dari segi hasil dan biaya
- f. *Natural ventilation* : sistem ventilasi alamiah menggunakan karakteristik

perpindahan udara alamiah untuk mengeluarkan polutan di ruangan kerja tanpa bantuan alat atau mesin.

4. Pengendalian administratif

Pengendalian secara administratif adalah upaya yang dapat dilakukan perusahaan untuk meminimalisir waktu paparan potensi bahaya/hazard dengan tenaga kerja. Upaya ini biasanya dapat berhasil optimal jika digabungkan dengan upaya pengendalian lain yang telah diuraikan sebelumnya. Contoh pengendalian secara administratif meliputi pelatihan tenaga kerja, monitoring area kerja dan monitoring tenaga kerja, pengaturan kerja bergilir, pemeliharaan gedung yang baik dan perencanaan pemeliharaan untuk menjamin semua sistem kerja berjalan baik.

1. Pelatihan tenaga kerja

Pelatihan tenaga kerja sangat menguntungkan dalam upaya meminimalisir paparan hazard terhadap tenaga kerja. Melalui pelatihan, tenaga kerja diajarkan untuk dapat mengidentifikasi potensi bahaya dan melaporkan sebelum insiden terjadi serta mempelajari dan mempraktekan berbagai prosedur kerja yang aman. Pelatihan K3 juga sangat bermanfaat bagi tenaga kerja untuk mengubah perilaku yang tidak aman menjadi perilaku yang aman dalam bekerja.

2. Monitoring area kerja atau tenaga kerja

Berbagai peralatan untuk monitoring lingkungan kerja dapat diaplikasikan dalam metode ini seperti pengukuran suhu, kelembaban, dan kecepatan angin. Pemasangan indicator polutan di ruangan kerja seperti debu, NO, CO dan lain-lain juga bisa dilakukan terus menerus. Berbagai peralatan yang lebih canggih sudah dapat ditemukan misalnya model alarm jika polutan di ruangan kerja sudah melewati nilai ambang batas yang diperkenankan.

3. Monitoring biologis tenaga kerja

Pemeriksaan biologis/kesehatan tenaga kerja sangat bermanfaat untuk memastikan apakah tenaga kerja telah terpapar bahan-bahan berbahaya atau masih dalam batas toleransi. Pemeriksaan kesehatan berkala perlu dilakukan pada seluruh tenaga kerja, apalagi bagi tenaga kerja yang ditempatkan di tempat kerja yang mengandung banyak potensi bahaya maka pemeriksaan kesehatan khusus perlu dilakukan

4. Sistem kerja bergilir (rotasi kerja)

Pengaturan giliran kerja dapat mengontrol atau mengendalikan waktu paparan hazard dengan tenaga kerja. Semakin pendek waktu kerja tenaga kerja semakin kecil pula risiko yang dihadapi tenaga kerja untuk terpapar bahan atau prosedur kerja yang berbahaya

5. Alat Pelindung Diri

Penggunaan alat pelindung diri adalah alternatif terakhir setelah berbagai upaya penanggulangan telah dilakukan dan dirasakan belum berhasil secara optimal. Selama penggunaan alat pelindung diri dipakai, ahli higene industri harus tetap mencoba dan mencari alternatif penanggulangan lainnya. Setiap alat pelindung diri harus dipastikan

tepat sesuai dengan hazard yang ditemukan dan dipergunakan secara benar. Pada saat pengadaan alat pelindung diri juga harus diadakan pengetesan untuk memastikan alat pelindung diri tersebut kuat dan tidak mengganggu kenyamanan tenaga kerja. Berbagai alat pelindung diri dan penggunaannya akan dibahas dalam bab terpisah

Alat pelindung diri dapat dikategorikan sebagai berikut :

- a. Pelindung kulit, seperti sarung tangan, pakaian kerja dan apron
- b. Pelindung mata, seperti safety glasses, goggles, face shields dan hood
- c. Pelindung telinga seperti ear plugs dan ear muffs
- d. Pelindung pernafasan seperti air purifying respirators, air supplied respirator dan self contained breathing unit
- e. Pelindung lain seperti sepatu safety, diving suits dan environmental control suits

6. Menentukan Metode penggunaan yang tepat

Langkah pertama untuk menentukan metode pengontrolan yang tepat adalah memastikan bahwa hazard telah diidentifikasi dengan tepat. Ahli higene industri harus mengetahui potensi bahaya apa yang akan dikendalikan, rute jalan masuk terhadap tubuh tenaga kerja seperti melalui pernafasan atau melalui saluran pencernaan. Setelah hazard diidentifikasi dan dideskripsikan dengan jelas, selanjutnya adalah mengidentifikasi metode untuk mengenalkan hazard tersebut. Penggunaan salah satu metode saja mungkin dianggap tidak efektif sehingga harus menggabungkannya dengan metode yang lain.

Setelah beberapa alternative metode penanggulangan hazard teridentifikasi maka selanjutnya adalah menentukan metode pengendalian apa yang lebih efektif jika dilihat dari segi biaya operasional serta biaya pemeliharaan dan metode apa yang paling berpeluang berhasil dalam mengurangi atau menghilangkan potensi paparan hazard terhadap tenaga kerja. Setelah metode terpilih dioperasikan, maka perlu dilakukan pemeliharaan secara periodik.

BAB III KOMUNIKASI BAHAYA

A. Pengertian

Pada bab sebelumnya telah diuraikan berbagai potensi bahaya yang terdapat dalam industri dan metode pengukurannya. Setelah selesai melakukan identifikasi hazard (*risk assessment*) maka hasil identifikasi tersebut harus dikomunikasikan. Sebagus apapun hasil identifikasi hazard, maka upaya pengendalian tidak akan berhasil jika tidak dikomunikasikan kepada seluruh tenaga kerja dan pihak-pihak terkait. Agar berhasil optimal, dalam komunikasi hazard ini ahli higiene industri perlu mempertimbangkan potensi bahaya yang ada, tingkat pengetahuan dan kompetensi tenaga kerja, metode komunikasi yang efektif serta panduan nasional atau internasional.

Komunikasi bahaya atau populer dengan istilah *HazCom (hazard communication)* itu sendiri menurut Spellman (2006) adalah suatu metode untuk menginformasikan atau menunjukkan bahwa suatu bahan atau area kerja mengandung jenis bahaya tertentu. Dengan adanya petunjuk ini maka setiap orang yang akan melakukan pekerjaan dengan bahan berbahaya tersebut atau akan bekerja di area berbahaya tersebut dapat mengantisipasi dan melakukan tindakan pencegahan sehingga tidak terpapar.

Di Indonesia, menurut UU no. 1 tahun 1970 pasal 9 ayat 1 telah disyaratkan bahwa setiap pengusaha wajib mengkomunikasikan bahaya di tempat kerja kepada seluruh tenaga kerja. Komunikasi ini mencakup : a) Kondisi-kondisi dan bahaya-bahaya yang dapat timbul dalam tempat kerja; b) Semua pengamanan dan alat-alat perlindungan yang diharuskan dalam tempat kerja; c) Alat-alat perlindungan diri bagi tenaga kerja yang bersangkutan; dan d) Cara-cara dan sikap yang aman dalam melaksanakan pekerjaannya. Lebih jauh di syaratkan juga dalam standar sistem manajemen K3 (OHSAS 18001), klausul 4.4.2 selain apa yang disyaratkan di UU no.1/1970, juga komunikasi ini mencakup *awareness* atau kesadaran dari pekerja terhadap kebijakan K3 perusahaan dan konsekuensi jika tidak menjalankan prosedur kerja yang ada termasuk apa yang harus dilakukan dalam kondisi darurat.

B. Pentingnya komunikasi bahaya

Menurut OSHA (2009) inti dari komunikasi bahaya adalah peringatan. Penggunaan berbagai macam produk kimia baik untuk rumah tangga maupun untuk industri yang semakin meningkat, sementara itu pengetahuan dan keterampilan masyarakat untuk membedakan bahan yang aman atau bahan yang berbahaya masih terbatas. Untuk itu diperlukan komunikasi bahaya sehingga dampak yang merugikan dari penggunaan berbagai bahan kimia tersebut dapat dihindari. Di tempat kerja, komunikasi bahaya memastikan bahwa pekerja yang mungkin terkena bahan kimia berbahaya tahu tentang bahaya bahan kimia dan memahami bagaimana untuk melindungi diri dari paparan. Komunikasi bahaya juga mencakup berbagai prosedur kerja dan tempat-tempat yang dapat membahayakan tenaga kerja.

Bahan kimia dapat membahayakan secara fisik maksudnya bahan kimia tersebut bersifat tidak stabil, jika tidak ditangani dengan baik dan benar dapat menimbulkan ledakan atau kebakaran. Bahan kimia yang secara fisik membahayakan mempunyai karakteristik : cairan mudah terbakar, gas bertekanan, mudah meledak, mudah terbakar, reaktif terhadap air,

dapat menyebabkan bahan lain mudah terbakar dan dapat menyala spontan di udara.

Bahan kimia yang membahayakan kesehatan dapat merusak jaringan tubuh manusia yang terkena, organ-organ vital, atau sistem internal. Umumnya, semakin tinggi toksisitas bahan kimia semakin tinggi pula efek kerusakan yang ditimbulkan. Efek kerusakan yang ditimbulkan bervariasi dari efek sementara sampai efek permanen, hal ini tergantung dari dosisnya, toksisitas, dan durasi paparan bahan kimia. Efek kesehatan dari paparan bahan kimia berbahaya dapat berdurasi pendek, segera dan sering muncul (efek akut) atau gejala persisten yang biasanya muncul setelah lama paparan (efek kronis). Efek terhadap kesehatan dapat diklasifikasikan berdasarkan bagaimana bahan kimia tersebut mempengaruhi jaringan, organ vital, atau sistem internal : zat karsinogenik dapat menyebabkan kanker, zat korosif dapat merusak jaringan, agen hematopoetik dapat menyebabkan kerusakan system darah, agen hepatotoksin dapat menyebabkan kerusakan hati, zat iritan dapat menyebabkan peradangan pada jaringan, zat yang dapat menyebabkan kerusakan nepron ginjal (nerpotoksin), zat yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan syaraf (neurotoksin), zat yang dapat menyebabkan kerusakan system reproduksi, endokrin dan reaksi alergi.

C. Proses komunikasi bahaya

Komunikasi bahaya dimulai ketika produsen bahan kimia dan importir mengevaluasi produk mereka untuk menentukan bahaya dari masing-masing produk kimianya. Selanjutnya, mereka mempersiapkan lembar/data keselamatan bahan atau dikenal dengan singkatan MSDS (*material safety data sheet*). Sebuah MSDS mencakup informasi rinci tentang produk bahaya. Produsen dan importir harus mencantumkan MSDS dan label peringatan dengan masing-masing wadah produk yang mereka mengirim ke pelanggan. Bagian dari proses kerja yang mungkin membahayakan tenaga kerja juga harus dituliskan dalam rencana komunikasi bahaya. Rencana yang sudah disusun harus mencerminkan hasil identifikasi bahaya di tempat kerja, dan menjelaskan bagaimana cara penggunaan MSDS, tanda-tanda peringatan bahaya, pelatihan-pelatihan untuk penanganan berbagai bahan kimia serta metode menghindari paparan.

D. Metode Komunikasi

Terdapat beberapa metode komunikasi bahaya, antara lain :

1. Melalui lisan, misalnya melalui pelatihan-pelatihan
2. Melalui tulisan, misalnya melalui MSDS atau poster
3. Melalui visual, misalnya melalui pemasangan label, tanda bahaya serta rambu-rambu bahaya

E. Material Safety Data Sheet (MSDS)

Material Safety Data Sheet (MSDS) adalah informasi terperinci yang dibuat oleh produsen / manufaktur atau importir dari suatu bahan yang menjelaskan mengenai sifat kimia, bahaya yang ada, batas bahaya yang diperbolehkan, cara penanggulangan yang aman serta pertolongan pertama seandainya terjadi paparan. MSDS dapat dimanfaatkan oleh perusahaan serta tenaga kerja yang bersangkutan dalam menangani atau mengelola material tersebut. Pada umumnya informasi mengenai bahaya dan pencegahannya harus lebih difokuskan.

Setiap tempat kerja harus memiliki MSDS untuk setiap bahan kimia berbahaya yang digunakan dalam pekerjaan dan MSDS yang ada harus bisa dibaca dengan mudah oleh setiap tenaga kerja, jika tenaga kerja tidak memahami bahaya asing (biasanya bahasa Inggris) maka

perusahaan wajib menterjemahkannya ke dalam bahasa Indonesia. Jika tenaga kerja meminta MSDS pada perusahaan sementara perusahaan tersebut tidak mempunyai MSDS maka dalam waktu 1 hari kerja MSDS tersebut harus sudah tersedia. Perusahaan mempunyai kewajiban untuk melatih tenaga kerjanya mengenai bagaimana cara membaca suatu informasi dalam MSDS dan bagaimana cara menggunakannya. Selain itu perusahaan juga harus menjamin MSDS tersebut sesuai dengan bahan yang dipergunakan pada perusahaan tersebut.

F. Bagian – Bagian Dalam MSDS

Menurut Spellman (2006) dalam MSDS harus tercantum antara lain : identitas bahan kimia (label nama); potensi bahaya fisik; cara pengukuran dan pengontrolan; potensi bahaya terhadap kesehatan; apakah terdapat zat karsinogenik; prosedur gawat darurat dan pertolongan pertama; tanggal pembuatan dan tanggal kadaluarsa; nama, alamat dan nomor telepon perusahaan pembuat bahan atau importer; data bahaya api dan ledakan; reaktivitas; dan petunjuk khusus.

MSDS secara standar internasional harus menggunakan bahasa Inggris dan mengandung bagian-bagian sebagai berikut:

Bagian I : Identitas Bahan (*Chemical Identity*)

- Nama umum serta nama lain dan struktur kimia.
- Identitas dalam harus sama dengan identitas yang ada dalam label pada kemasan bahan.

Bagian II : Kandungan bahaya (*Hazardous Ingredients*)

- Untuk bahan berbahaya campuran yang telah dites sebagai satu campuran yang berbahaya maka nama kandungannya komposisi bahan yang diasosiasikandengan bahaya harus tercantum.
- jika bahan campuran belum dites secara keseluruhan maka nama bahankandungan berbahaya dengan kadar 1% atau lebih dicantumkan. Nama bahan yang karsinogen dan kadarnya yang lebih dari 0.1 % harus tercantum.
- Semua komponen yang menghasilkan bahaya fisik dicantumkan.
- Semua bahan yang kadarnya dibawah 1% (0.1% untuk karsinogen) harus dicantumkan jika kadar tersebut melebihi dari standard Permissible Exposure Limit (PEL) atau Threshold Limit Value (TLV) atau standard lain.

Bagian III : Karakteristik fisik dan kimia (*Physical and Chemical Char.*)

Karakteristik fisik dan kimia yang terkandung dalam bahan tersebut harus dicantumkan. Karakteristik tersebut antara lain : boiling and freezing points, density, vapor pressure, specific gravity, solubility, volatility, and the warna dan bau. Karakteristik ini sangat penting untuk desain alat yang aman pada tempat kerja.

Bagian IV : Data Bahaya Api dan Ledakan (*Fire and Explosion Hazard Data*)

Kandungan yang mengakibatkan bahaya api dicantumkan. Juga keadaan yang memungkinkan timbulnya bahaya api serta ledakan dicantumkan. Rekomendasi mengenai jenis Extinguisher dan jenis pemadaman juga dicantumkan.

Bagian V : Data Reaktivitas (*Reactivity Data*)

Bagian ini menunjukkan informasi tentang bahan kimia lain yang bereaksi dengan bahan ini yang dapat menimbulkan bahaya. Begitu juga jika terjadi reaksi dekomposisi.

Bagian VI : Bahaya bagi Kesehatan (*Health Hazard*)

- Bahaya akut yang dapat ditimbulkan, batasan serta akibat yang dapat diderita harus dicantumkan. Juga ditambahkan kegiatan medis yang harus dilakukan untuk mengurangi akibatnya. Bahaya-bahaya khusus seperti : carcinogens,

corrosives, toxins, irritants, sensitizers, mutagens, teratogens, dan efek terhadap organ (seperti liver, system saraf, darah, reproduksi, kulit, mata, paru-paru, dll.).

- Ada tiga jalur bahan kimia masuk ke tubuh: pernafasan, kulit, dan mulut.
- Dicantumkan pula standard bahaya serta level berdasarkan peraturan/perundangan yang berlaku, dan batas standard lain yang direkomendasikan.

Bagian VII. Petunjuk untuk pengelolaan dan penggunaan secara aman (*Precautions for Safe Handling and Use*)

Rekomendasi dari institusi kesehatan mengenai peringatan dan prosedur dalam perbaikan alat serta saat pembersihan jika terjadi tumpahan. Dapat pula dicantumkan cara pengelolaan limbahnya atau peraturan daerah yang ada.

Bagian VIII. Kontrol (*Control Measures*)

Pada section ini terdiri dari engineering control, prosedur penanganan secara aman, serta alat pencegahan Informasi ini menjelaskan penggunaan goggles, gloves, bodysuits, respirators, and face shields dalam penanganan bahan.

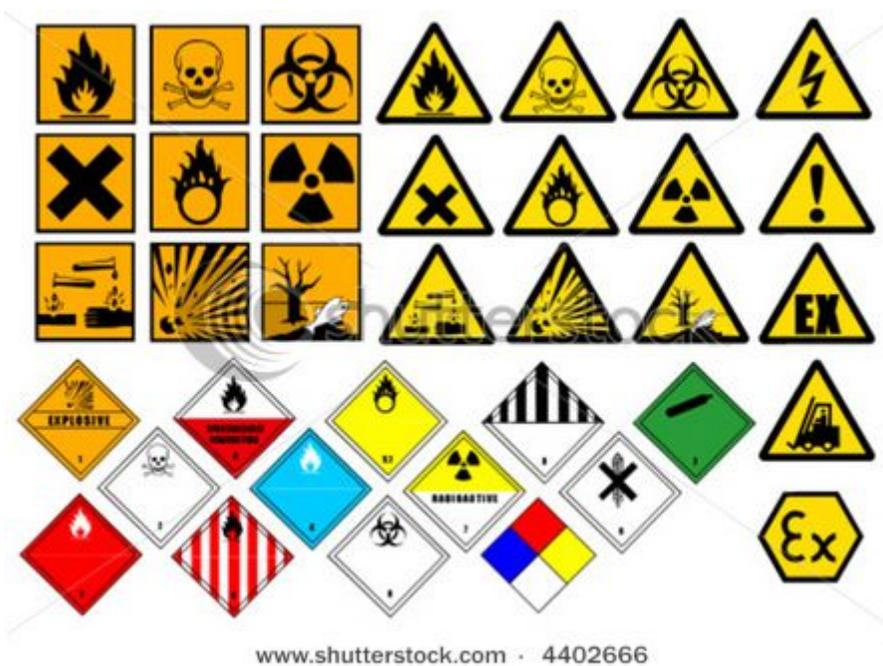
Gambar 3.1
Simbol bahaya di tempat kerja

	Korosif	Asam dan Basa Kuat	Korosif artinya bahan-bahan yang dapat merusak jaringan hidup jika bersentuhan.
	Beracun/ toksik	Merkuri, sianida	Beracun artinya suatu zat yang dapat menimbulkan kecelakaan, penderitaan, ataupun kematian apabila tertelan, terhirup, atau terserap melalui kulit.
	Iritasi/ berbahaya	Kloroform	Iritasi artinya bahan-bahan yang umumnya tidak korosif tetapi dapat mengakibatkan ketidaknyamanan apabila bersentuhan dengan kulit atau bagian tubuh lainnya sehingga dapat menimbulkan hilangnya pigmen atau melepuh.
	Radioaktif	Uranium, plutonium	Bahan radioaktif artinya bahan-bahan yang dapat memancarkan sinar-sinar radioaktif atau radiasi dapat mengakibatkan efek racun dalam waktu singkat atau lama.
	Mudah meledak	Campuran hidrogen dan oksigen.	Mudah meledak/eksplotif artinya bahan-bahan yang mudah meledak apabila terkena gesekan, benturan, panas, atau kontak dengan api.

Gambar 3.2
Simbol bahaya di tempat kerja



Gambar 3.3
Simbol bahaya di tempat kerja



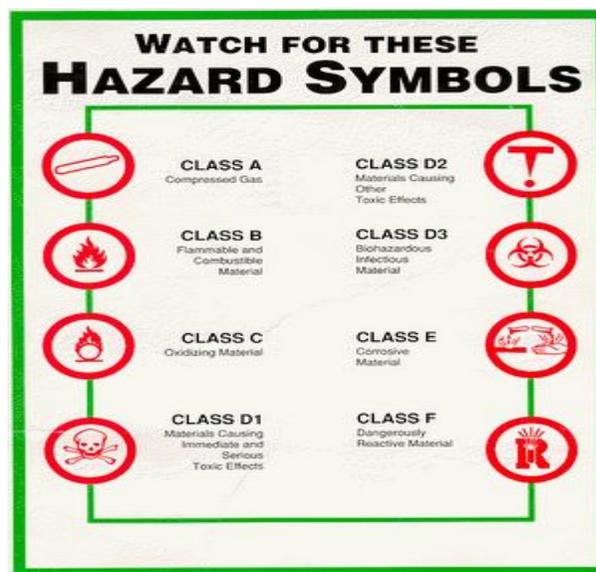
www.shutterstock.com · 4402666

Gambar 3.4
Simbol bahaya di tempat kerja

Classification 危險分類	Symbol 符號	Classification 危險分類	Symbol 符號
Explosive 爆炸性	 Black image on Orange Background	Toxic 有毒	
Flammable 易燃	 Black image on Red Background	Harmful 有害	
Oxidizing 助燃	 Black image on Yellow Background	Corrosive 腐蝕性	
Irritant 刺激性		Asbestos 石棉	

Figure 2 - Symbols on Label

Gambar 3.5
Simbol bahaya di tempat kerja



Gambar 3.6
Warna keselamatan dan maknanya

Warna Keselamatan	Warna Kontras (Simbol atau Tulisan)	Makna
MERAH	PUTIH	Larangan
		Pemadam Api
KUNING	HITAM	Perhatian / Waspada
		Potensi Beresiko Bahaya
HIJAU	PUTIH	Zona Aman
		Pertolongan Pertama
BIRU	PUTIH	Wajib Ditaati
PUTIH	HITAM	Informasi Umum

BAB IV KEBISINGAN

A. Pengertian Kebisingan

Dalam konteks keselamatan dan kesehatan kerja, pembahasan suara (*sound*) agak berbeda dibandingkan pembahasan-pembahasan suara dalam ilmu fisika murni maupun fisika terapan. Dalam K3, pembahasan suara lebih terfokus pada potensi gelombang suara sebagai salah satu bahaya lingkungan potensial bagi pekerja di tempat kerja beserta teknik-teknik pengendaliannya (Tambunan, 2005).

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 48. tahun 1996, tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan, bahwa kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Tingkat kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB), sedangkan baku mutu tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari suatu usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Sementara itu menurut Suma'mur (1999), bunyi atau suara didengar sebagai rangsangan pada sel saraf pendengaran dalam telinga oleh gelombang longitudinal yang ditimbulkan getaran dari sumber bunyi atau suara dan gelombang tersebut merambat melalui media udara atau penghantar lainnya, dan manakala bunyi atau suara tersebut tidak dikehendaki oleh karena mengganggu atau timbul diluar kemauan orang yang bersangkutan, makabunyi-bunyian atau suara demikian dinyatakan sebagai kebisingan.

Kebisingan adalah suara yang tidak dikehendaki oleh pendengaran manusia, kebisingan adalah suara yang mempunyai multi frekuensi dan multi amplitudo dan biasanya terjadi pada frekuensi tinggi. Sifat kebisingan terdiri dari berbagai macam, antara lain konstan, fluktuasi, kontinue, intermiten, impulsif, random dan impact noise. Menurut Siswanto (2002), kebisingan adalah terjadinya bunyi yang keras sehingga mengganggu dan atau membahayakan kesehatan. Sedangkan menurut Gabriel (1996) bising didefinisikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki yang merupakan aktivitas alam dan buatan manusia.

Kebisingan didefinisikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki. Bising menyebabkan berbagai gangguan terhadap tenaga kerja, seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan ketulian, atau ada yang menggolongkan gangguannya berupa gangguan pendengaran, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan pendengaran seperti komunikasi terganggu, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performa kerja, kelelahan dan stres. Jenis pekerjaan yang melibatkan paparan terhadap kebisingan antara lain pertambangan, pembuatan terowongan, mesin berat, penggalian (pengeboman, peledakan), mesin tekstil, dan uji coba mesin jet. Bising dapat didefinisikan sebagai bunyi yang tidak disukai, suara yang mengganggu atau bunyi yang menjengkelkan. Suara bising adalah suatu hal yang dihindari oleh siapapun, lebih-lebih dalam melaksanakan suatu pekerjaan, karena konsentrasi pekerja akan dapat terganggu. Dengan terganggunya konsentrasi ini maka pekerjaan yang dilakukan akan banyak timbul kesalahan ataupun kerusakan sehingga akan menimbulkan kerugian (Anizar, 2009).

Frekuensi kebisingan juga penting dalam menentukan perasaan yang subjektif, namun bahaya di area kebisingan tergantung pada frekuensi bising yang ada (Ridley, 2003). Tuli dapat disebabkan oleh tempat kerja yang terlalu bising. Yang dimaksud dengan “tuli akibat kerja” yaitu gangguan pendengaran parsial atau total pada satu atau kedua telinga yang didapat di tempat kerja. Termasuk dalam hal ini adalah trauma akustik dan tuli akibat kerja karena bising. Industri yang menghasilkan pajanan 90 dBA atau lebih ditemukan pada pabrik tekstil, penggergajian kayu, industri mebel, produk-produk yang menggunakan bahan baku logam, dan industri otomotif.

B. Jenis – Jenis Kebisingan

Jenis-jenis kebisingan yang sering ditemukan menurut Suma'mur (1999) adalah sebagai berikut :

- 1) Kebisingan kontinue dengan spektrum frekuensi yang luas (*steady state, wide band noise*). Jenis kebisingan seperti ini dapat dijumpai misalnya pada mesin-mesin produksi, kipas angin, dapur pijar dan lain-lain.
- 2) Kebisingan kontinue dengan spektrum frekuensi sempit (*steady state, narrow band noise*). Jenis kebisingan seperti ini dapat dijumpai pada gergaji sirkuler, katup gas dan lain-lain
- 3) Kebisingan terputus-putus (*intermitent*). Kebisingan jenis ini dapat ditemukan misalnya pada lalu-lintas darat, suara kapal terbang dan lain-lain
- 4) Kebisingan impulsif (*impact or impulsive noise*). Jenis kebisingan seperti ini dapat ditemukan misalnya pada pukulan mesin kontruksi, tembakan senapan, atau suara ledakan.
- 5) Kebisingan impulsive berulang. Jenis kebisingan ini dapat dijumpai misalnya pada bagian penempaan besi di perusahaan besi.

Gabriel (1996) membagi kebisingan berdasarkan frekuensi, tingkat tekanan bunyi, tingkat bunyi dan tenaga bunyi. Bunyi dibagi menjadi tiga kategori yaitu bising pendengaran (*audible noise*) disebabkan frekuensi bunyi antara 31,5-8000 Hz, bising yang berhubungan dengan kesehatan (*Occupational noise*) yang disebabkan bunyi mesin di tempat kerja dan bising impulsive adalah bising yang terjadi akibat adanya bunyi menyentak misalnya pukulan palu, ledakan meriam, tembakan bedil dan lain-lain. Gabriel juga membagi kebisingan berdasarkan waktu terjadinya yaitu bising kontinue dengan spektrum luas, bising kontinue dengan spektrum sempit, bising terputus-putus, bising sehari penuh, bising setengah hari, bising terus menerus dan bising sesaat. Bising berdasarkan skala intensitasnya dibagi menjadi sangat tenang, tenang, sedang, kuat, sangat hiruk dan menulikan.

Berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia, bising dibagi atas:

1. Bising yang mengganggu (*irritating noise*). Intensitas tidak terlalu keras, misalnya mendengkur.
2. Bising yang menutupi (*masking noise*). Merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas. Secara tidak langsung bunyi ini akan mempengaruhi kesehatan dan keselamatan pekerja, karena teriak isyarat atau tanda bahaya tenggelam dari bising dari sumber lain.
3. Bising yang merusak (*damaging/injurious noise*), adalah bunyi yang melampaui NAB. Bunyi jenis ini akan merusak/menurunkan fungsi pendengaran.

Pendapat lain membagi jenis atau tipe kebisingan lingkungan sebagai berikut

Tabel 4.1 Tipe-tipe kebisingan lingkungan	
Jumlah kebisingan	Semua kebisingan di suatu tempat tertentu dan suatu waktu tertentu.
Kebisingan spesifik	Kebisingan di antara jumlah kebisingan yang dapat dengan jelas dibedakan untuk alasan-alasan akustik. Seringkali sumber kebisingan dapat diidentifikasi.
Kebisingan residua	Kebisingan yang tertinggal sesudah penghapusan seluruh kebisingan spesifik dari jumlah kebisingan di suatu tempat tertentu dan suatu waktu tertentu.
Kebisingan latar belakang	Semua kebisingan lainnya ketika memusatkan perhatian pada suatu kebisingan tertentu. Penting untuk membedakan antara kebisingan residual dengan kebisingan latar belakang.

C. Penilaian Kuantitatif Kebisingan

1. Tingkat Tekanan Suara dan tingkat tekanan suara berbobot A (tingkat kebisingan)

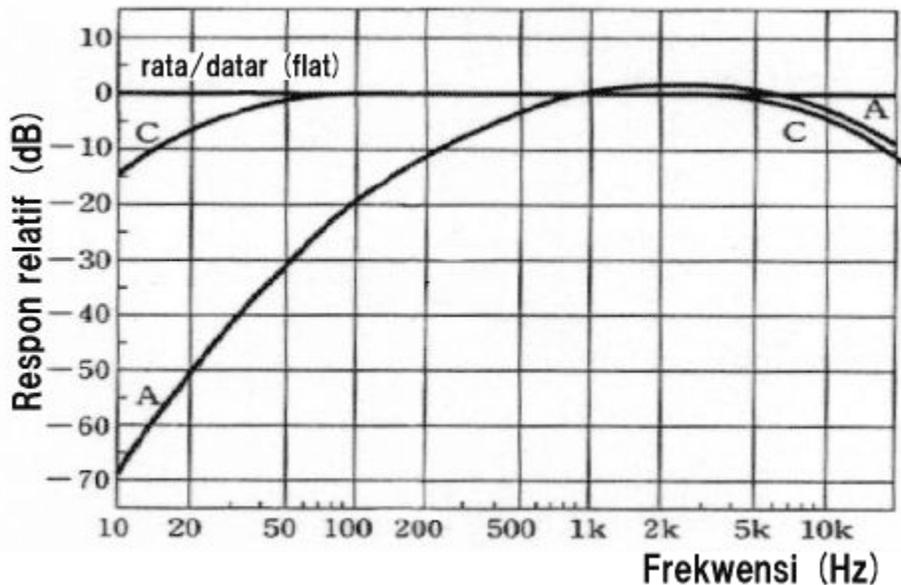
Suara adalah gejala di mana partikel-partikel di udara bergetar dan menyebabkan perubahan-perubahan dalam tekanan udara, karena itu intensitasnya dinyatakan sebagai tekanan suara. (Pascal adalah suatu unit/Pa) dan energi yang diperlukan untuk getaran (juga dinamakan "tenaga suara dari sumber ", unit-unit watt/W). Bila dinyatakan dalam Pascal, intensitas dari suara dinamakan "tekanan suara" dan menggunakan suatu unit referensi dari $20 \mu\text{Pa}$. Ini hampir sama dengan tekanan suara dari suara minimum yang ditangkap oleh telinga manusia. Tingkat tekanan suara didefinisikan sebagai $10 \times$ logaritma rasio dari tekanan suara efektif pangkat dua terhadap tekanan suara referensi efektif ($20 \mu\text{Pa}$), dan dinyatakan dengan formula di bawah ini. Pendekatan ini diterima demi mudahnya anotasi, seperti - misalnya - suatu suara dengan 100 dB akan mempunyai tekanan suara sebesar 100.000 kali tekanan suara referensi dengan seterusnya menjadi terdiri dari banyak digit. Unit-unit itu adalah decibel (dB).

Demikian pula, intensitas suara didefinisikan secara kuantitatif sebagai tingkat kekuatan suara karena kekuatan suara dari unit-unit sumber (10^{-12} W). Seperti halnya dengan tingkat tekanan suara, unit-unit di sini menggunakan decibel. Dalam menilai kenyaringan suara, perlu mempertimbangkan perbedaan cara bagaimana suara ditangkap karena frekwensi, seperti dijelaskan dalam 1.4. Untuk itu, alat-alat ukur tingkat kebisingan menggunakan rangkaian penyesuaian frekwensi yang meng-asimilasikan kepekaan telinga manusia terhadap kenyaringan. Karakteristik penyesuaian frekwensi ini adalah seperti yang terlihat pada Gb. 2-1, tetapi pada umumnya digunakan karakteristik A. Tingkat kenyaringan yang didapat sesudah penyesuaian frekwensi ini dinamakan "Tingkat tekanan suara berbobot A (tingkat kebisingan)".

$$\text{Tingkat tekanan suara berbobot A} = 10 \log \frac{p_A^2}{p_0^2}$$

$$\text{Tingkat tekanan suara} = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} \quad \text{Di mana, } p_0 = 20 \mu \text{ P a}$$

Gambar. 4.1 Karakteristik frekwensi dari alat-alat ukur tingkat Kebisingan



2. Tingkat percentile ($L_{AN, T}$)

Kenyaringan kebisingan fluktuasi dengan waktu, karena itu perlu mempertimbangkan fluktuasi selama satu periode waktu ketika menilai tingkat tekanan suara berbobot A. Dua indeks populer adalah tingkat percentile dan tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu. Tingkat kebisingan yang, untuk N% periode dari waktu yang diukur, sama atau lebih besar dari tingkat tertentu, dinamakan "Tingkat percentile N-persen". Variabel ini dinyatakan sebagai L_{AN} dan suatu tingkat 50% (L_{A50}) diambil sebagai titik tengah, 5% (L_{A5}) sebagai batas atas dari lingkup 90% dan 95% (L_{A95}) sebagai batas bawah dari lingkup 90% yang sama.

Dalam pengukuran yang menggunakan faktor waktu aktual, praktek pada umumnya adalah mengambil contoh tingkat tekanan suara berbobot A pada interval waktu yang konstan, peroleh distribusi frekwensi kumulatifnya, kemudian mendapatkan tingkat percentile spesifik. Pada umumnya, dalam penilaian kebisingan lingkungan, sebaiknya mengambil 50 atau lebih contoh pada interval 5 detik atau kurang.

3. Tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu- (L_{Aeq})

Tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu banyak dipakai di seputar dunia sebagai indeks untuk kebisingan. Itu didefinisikan sebagai "tingkat tekanan suara berbobot A dari kebisingan yang fluktuasi selama suatu periode waktu T, yang dinyatakan sebagai jumlah energi rata-rata". Itu dinyatakan dengan formula di

bawah ini :

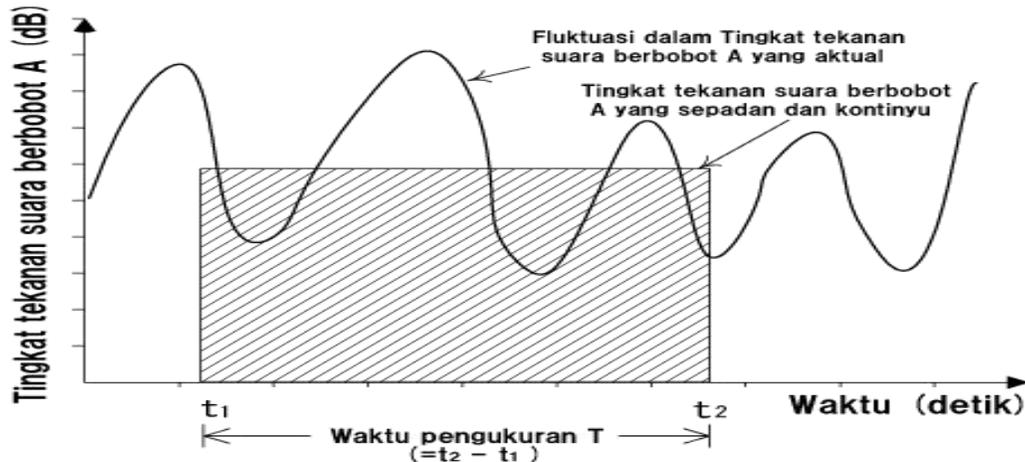
$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2}{p_0^2} dt \right] \quad \text{dan} \quad L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \left(10^{\frac{L_{A1}}{10}} + 10^{\frac{L_{A2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{An}}{10}} \right) \right]$$

p_0 : Tekanan suara referensi (20 μ Pa)

p_A : Tekanan suara berbobot A (untuk waktu A) dari kebisingan target (Pa)

Periode waktu adalah dari waktu t_1 sampai waktu t_2 , sedangkan jumlah contoh-contoh tingkat tekanan suara berbobot A adalah n.

Gambar. 4.2 Tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu



4. Tingkat Ekspos Terhadap Suara (L_{AE})

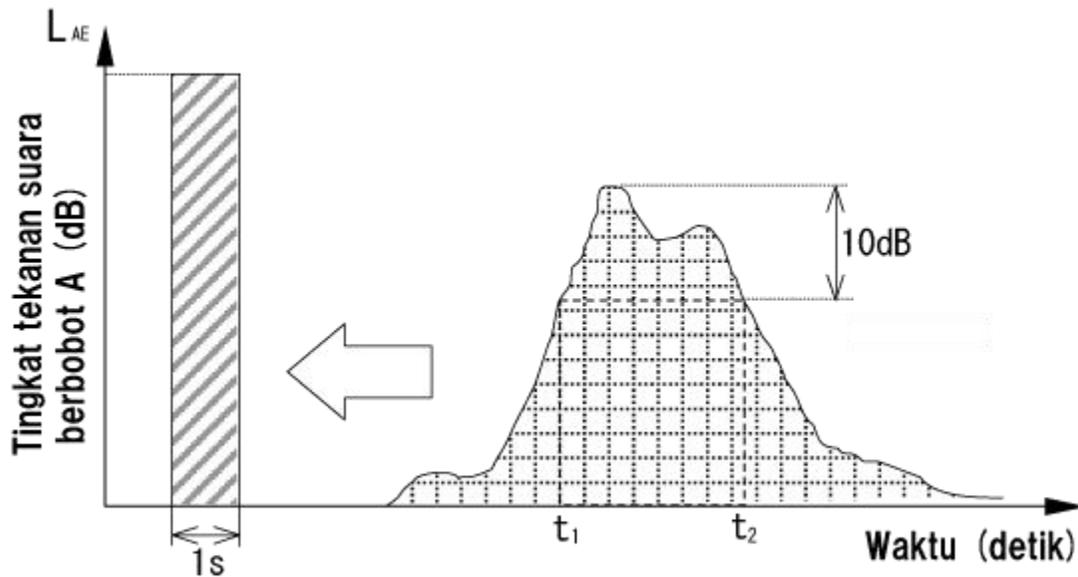
Tingkat ekspos terhadap suara digunakan untuk menyatakan kebisingan satu kali atau kebisingan sebentar-sebentar dalam jangka waktu pendek dan kontinyu. Variabel mengubah jumlah energi dari kebisingan satu kali menjadi tingkat tekanan suara berbobot A dari kebisingan tetap 1-detik yang kontinyu dari energi sepadan. Karena kebisingan kereta api dapat dianggap sebentar-sebentar, "kebijakan untuk mengatasi kebisingan dalam penambahan atau penyempurnaan jalur kereta api dalam skala besar (Jawatan Lingkungan Jepang, Des. 1995)" adalah dengan mengukur tingkat ekspos terhadap suara dari setiap kereta api yang lewat dan mendapatkan tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu

$$L_{AE} = 10 \log \left[\frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2}{p_0^2} dt \right]$$

T_0 : Waktu referensi (1 detik)

$t_1 - t_2$: Waktu yang diperlukan untuk lewatnya satu kereta api

Gambar. 4. 3 Tingkat Ekspos Terhadap Suara



Formula untuk mendapatkan tingkat tekanan suara berbobot A yang sepadan dan kontinyu dari tingkat peng-eksposan suara dari setiap kereta api yang lewat adalah sbb:

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \left(10^{\frac{L_{AE1}}{10}} + 10^{\frac{L_{AE2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{AEn}}{10}} \right) \right]$$

T: Waktu (detik) yang ditargetkan untuk L_{Aeq} . Dari jam 07:00 sampai dengan 22:00 adalah 54,000 detik. Dari jam 22:00 sampai dengan 07:00 adalah 32,400 detik. Tingkat kekuatan sepadan juga dapat dicapai dengan menggunakan kekuatan rata-rata dari suatu tingkat ekspos terhadap suara (L_{AE}) dan jumlah n kereta api sebagai berikut:

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \left(n \times 10^{\frac{\langle L_{AE} \rangle}{10}} \right) \right]$$

5. Tingkat Kebisingan Terbobot yang Diterima secara Sepadan dan Kontinyu (WECPNL, Jepang)

Tingkat Kebisingan Terbobot yang Diterima secara Sepadan dan Kontinyu (WECPNL) adalah suatu ukuran yang diusulkan oleh organisasi penerbangan sipil Internasional (ICAO) untuk menilai ekspos yang kontinyu terhadap kebisingan jangka panjang dari berbagai pesawat terbang. Perhitungannya rumit, tetapi WECPNL yang digunakan untuk peraturan lingkungan hidup di Jepang didefinisikan dengan formula yang disederhanakan sbb:

$$WECPNL_{Japan} = L_A + 10 \log N - 27$$
$$N = N_2 + 3N_3 + 10(N_1 + N_4)$$

L_A : Kekuatan rata-rata dari tingkat-tingkat tinggi kebisingan pesawat 10 dB atau jauh lebih besar dari kebisingan latar belakang.

N : Jumlah pesawat yang berangkat tiap jam.

N_1 : 24:00 - 07:00, N_2 : 07:00 - 19:00, N_3 : 19:00 - 22:00, N_4 : 22:00 - 24:00

D. Pengukuran Kebisingan

Untuk mengukur kebisingan di lingkungan kerja dapat dilakukan dengan menggunakan alat *Sound Level Meter*. Sebelumnya, intensitas bunyi adalah jumlah energi bunyi yang menembus tegak lurus bidang per detik. Metode pengukuran akibat kebisingan di lokasi kerja, yaitu:

1. Pengukuran dengan titik sampling

Pengukuran ini dilakukan bila kebisingan diduga melebihi ambang batas hanya pada satu atau beberapa lokasi saja. Pengukuran ini juga dapat dilakukan untuk mengevaluasi kebisingan yang disebabkan oleh suatu peralatan sederhana, misalnya kompresor/generator. Jarak pengukuran dari sumber harus dicantumkan, misal 3 meter dari ketinggian 1 meter. Selain itu juga harus diperhatikan arah mikrofon alat pengukur yang digunakan.

Gambar 4.4 *Sound Level Meter*



2. Pengukuran dengan peta kontur

Pengukuran dengan membuat peta kontur sangat bermanfaat dalam mengukur kebisingan, karena peta tersebut dapat menentukan gambar tentang kondisi kebisingan dalam cakupan area. Pengukuran ini dilakukan dengan membuat gambar isoplet pada kertas berskala yang sesuai dengan pengukuran yang dibuat. Biasanya dibuat kode pewarnaan untuk menggambarkan keadaan kebisingan, warna hijau untuk kebisingan dengan intensitas di bawah 85 dBA, warna oranye untuk tingkat kebisingan yang tinggi di atas 90 dBA, warna kuning untuk kebisingan dengan intensitas antara 85–90 dBA.

Untuk Mengukur Kebisingan Pabrik atau Tempat Usaha untuk Memberikan Bimbingan tentang Peraturan-peraturan atau Langkah-langkah Penanggulangan dapat ditempuh prosedur seperti di bawah ini :



Gambar. 4.5 Prosedur untuk memberikan bimbingan mengenai peraturan-peraturan dan langkah-langkah penanggulangan

E. Nilai Ambang Batas Kebisingan

Nilai ambang batas atau selanjutnya disingkat NAB adalah besarnya tingkat suara dimana sebagian besar tenaga kerja masih berada dalam batas aman untuk bekerja 8 jam/hari atau 40 jam / minggu. Menurut KEP.MENAKER NO : KEP-51/MEN/1999 NAB kebisingan ditetapkan sebesar 85 dBA, sedangkan kebisingan yang melampaui NAB, waktu pemajannya ditetapkan sebagai berikut :

Tabel 4.1
 Nilai Ambang Batas Kebisingan

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

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

F. Dampak Kebisingan Pada Kesehatan

Apabila suatu suara mengganggu orang yang sedang membaca atau mendengarkan musik, maka suara itu adalah kebisingan bagi orang itu meskipun orang-orang lain mungkin tidak terganggu oleh suara tersebut. Meskipun pengaruh suara banyak kaitannya dengan faktor-faktor psikologis dan emosional, ada kasus-kasus di mana akibat-akibat serius seperti kehilangan pendengaran terjadi karena tingginya tingkat kenyaringan suara pada tingkat tekanan suara berbobot A atau karena lamanya telinga terpasang terhadap kebisingan tersebut.

Tabel 4-2 Jenis-jenis dari Akibat-akibat kebisingan

Tipe		Uraian
Akibat-akibat badaniah	Kehilangan pendengaran	Perubahan ambang batas sementara akibat kebisingan, Perubahan ambang batas permanen akibat kebisingan.
	Akibat-akibat fisiologis	Rasa tidak nyaman atau stres meningkat, tekanan darah meningkat, sakit kepala, bunyi dering
Akibat-akibat psikologis	Gangguan emosional	Kejengkelan, kebingungan
	Gangguan gaya	Gangguan tidur atau istirahat, hilang konsentrasi waktu

	hidup	bekerja, membaca dsb.
	Gangguan pendengaran	Merintang kemampuan mendengarkann TV, radio, percakapan, telpon dsb.

Kebisingan mengakibatkan kerusakan pada indra-indra pendengaran, hal ini dapat berbentuk ketulian progresif. Mula-mula efek kebisingan pada pendengaran adalah sementara dan dapat pulih lagi dengan cepat sesudah berhenti bekerja di tempat bising. Jika bekerja terus menerus di tempat dengan tingkat kebisingan tinggi secara terus menerus maka berakibat kehilangan daya dengar yang menetap dan tidak pulih lagi. Kebisingan di atas 80 dB dapat menyebabkan kegelisahan, tidak enak badan, kejenuhan mendengar, sakit lambung, dan masalah peredaran darah. Kebisingan yang berlebihan dan berkepanjangan terlihat dalam masalahmasalah kelainan seperti penyakit jantung, tekanan darah tinggi, dan luka perut. Pengaruh kebisingan yang merusak pada efisiensi kerja dan produksi telah dibuktikan secara statistik dalam beberapa bidang industry.

G. Pengaruh Paparan Kebisingan

Sanders dan Mc Cormick (1987) dan Pulat (1992), menyatakan bahwa pengaruh pemaparan kebisingan secara umum ada dua berdasarkan tinggi rendahnya intensitas kebisingan dan lamanya waktu pemaparan, yaitu:

1. Pengaruh kebisingan intensitas tinggi (di atas NAB)

- a. Pengaruh kebisingan intensitas tinggi terjadinya kerusakan pada indera pendengaran yang dapat menurunkan pendengaran baik yang bersifat sementara maupun permanen atau ketulian.
- b. Pengaruh kebisingan akan sangat terasa apabila jenis kebisingannya terputus-putus dan sumbernya tidak diketahui.
- c. Secara fisiologis, kebisingan dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti, meningkatnya tekanan darah (± 10 mmHg), peningkatan nadi, konstriksi pembuluh darah perifer terutama tangan dan kaki, serta dapat menyebabkan pucat, gangguan sensoris dan denyut jantung, risiko serangan jantung meningkat, dan gangguan pencernaan. Pada umumnya, bising bernada tinggi sangat mengganggu, apalagi bila terputus-putus atau yang datangnya tiba-tiba. Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah (± 10 mmHg), peningkatan nadi, konstriksi pembuluh darah perifer terutama pada tangan dan kaki, serta dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris. Bising dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan pusing/sakit kepala. Hal ini disebabkan bising dapat merangsang situasi reseptor vestibular dalam telinga dalam yang akan menimbulkan efek pusing/vertigo. Perasaan mual, susah tidur dan sesak nafas disebabkan oleh rangsangan bising terhadap sistem saraf, keseimbangan organ, kelenjar endokrin, tekanan darah, sistem pencernaan dan keseimbangan elektrolit.
- d. Reaksi masyarakat, apabila kebisingan akibat dari suatu proses produksi demikian hebatnya, sehingga masyarakat sekitarnya protes menuntut agar kegiatan tersebut dihentikan.

2. Pengaruh kebisingan intensitas rendah (di bawah NAB)

Secara fisiologis intensitas kebisingan yang masih di bawah NAB tidak

menyebabkan kerusakan pendengaran, namun demikian kehadirannya sering dapat menurunkan performansi kerja, sebagai salah satu penyebab stres dan gangguan kesehatan lainnya. Stres yang disebabkan karena pemaparan kebisingan dapat menyebabkan antara lain:

- a. Stres menuju keadaan cepat marah, sakit kepala, dan gangguan tidur. Seperti halnya dampak dari bising intensitas tinggi, bising intensitas rendah juga dapat merangsang situasi reseptor vestibular dalam telinga yang akan menimbulkan efek pusing/vertigo. Perasaan mual, susah tidur, dan sesak nafas disebabkan oleh rangsangan bising terhadap sistem saraf, keseimbangan organ, kelenjar endokrin, tekanan darah, sistem pencernaan, dan keseimbangan elektrolit.
- b. Gangguan reaksi psikomotorik.
- c. Kehilangan konsentrasi. Gangguan konsentrasi antara lawan bicara. Biasanya disebabkan masking effect (bunyi yang menutupi pendengaran yang kurang jelas) atau gangguan kejelasan suara.
- d. Gangguan komunikasi. Komunikasi pembicaraan harus dilakukan dengan berteriak. Gangguan ini mengakibatkan terganggunya pekerja, sampai pada kemungkinan terjadinya kesalahan karena tidak mendengar isyarat atau tanda bahaya. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung membahayakan keselamatan seseorang.
- e. Penurunan performansi kerja yang kesemuanya itu akan bermuara pada kehilangan efisiensi dan produktivitas.

H. Pengendalian Kebisingan

Secara konseptual teknik pengendalian kebisingan yang sesuai dengan hirarki pengendalian risiko menurut Tarwaka (2008) adalah :

1. Eliminasi : Eliminasi merupakan suatu pengendalian risiko yang bersifat permanen dan harus dicoba untuk diterapkan sebagai pilihan prioritas utama. Eliminasi dapat dicapai dengan memindahkan objek kerja atau sistem kerja yang berhubungan dengan tempat kerja yang kehadirannya pada batas yang tidak dapat diterima oleh ketentuan, peraturan dan standar baku K3 atau kadarnya melebihi Nilai Ambang Batas (NAB).
2. Substitusi : Pengendalian ini dimaksudkan untuk menggantikan bahan-bahan dan peralatan yang berbahaya dengan bahan-bahan dan peralatan yang kurang berbahaya atau yang lebih aman, sehingga pemaparannya selalu dalam batas yang masih bias ditoleransi atau dapat diterima.
3. Engineering Control : Pengendalian dan rekayasa teknik termasuk merubah struktur objek kerja untuk mencegah seseorang terpapar kepada potensi bahaya, seperti pemberian pengaman pada mesin.
4. Isolasi : Isolasi merupakan pengendalian risiko dengan cara memisahkan seseorang dari objek kerja. Pengendalian kebisingan pada media propagasi dengan tujuan menghalangi paparan kebisingan suatu sumber agar tidak mencapai penerima, contohnya : pemasangan barrier, enclosure sumber kebisingan dan teknik pengendalian aktif (active noise control) menggunakan prinsip dasar dimana gelombang kebisingan yang menjalar dalam media penghantar dikonselasi dengan gelombang suara identik tetapi mempunyai perbedaan fase pada gelombang kebisingan tersebut dengan menggunakan peralatan control.
5. Pengendalian Administratif : Pengendalian administratif dilakukan dengan menyediakan suatu sistem kerja yang dapat mengurangi kemungkinan seseorang terpapar potensi bahaya. Metode pengendalian ini sangat tergantung dari perilaku pekerja dan memerlukan

pengawasan yang teratur untuk dipatuhinya pengendalian secara administratif ini. Metode ini meliputi pengaturan waktu kerja dan waktu istirahat, rotasi kerja untuk mengurangi kelelahan dan kejenuhan.

6. Alat Pelindung Diri : Alat pelindung diri secara umum merupakan sarana pengendalian yang digunakan untuk jangka pendek dan bersifat sementara, ketika suatu sistem pengendalian yang permanen belum dapat diimplementasikan. APD (Alat Pelindung Diri) merupakan pilihan terakhir dari suatu sistem pengendalian risiko tempat kerja. Antara lain dapat dengan menggunakan alat proteksi pendengaran berupa : ear plug dan ear muff. Ear plug dapat terbuat dari kapas, spon, dan malam (wax) hanya dapat digunakan untuk satu kali pakai. Sedangkan yang terbuat dari bahan karet dan plastik yang dicetak (molded rubber/ plastic) dapat digunakan berulang kali. Alat ini dapat mengurangi suara sampai 20 dB(A). Sedangkan untuk ear muff terdiri dari dua buah tutup telinga dan sebuah headband. Alat ini dapat mengurangi intensitas suara hingga 30 dB(A) dan juga dapat melindungi bagian luar telinga dari benturan benda keras atau percikan bahan kimia.

BAB V

GETARAN (VIBRASI)

A. Pengertian :

Beberapa pengertian dari getaran antara lain : gerakan bolak-balik suatu massa melalui keadaan setimbang terhadap suatu titik acuan, sedangkan yang dimaksud dengan getaran mekanik adalah getaran yang ditimbulkan oleh sarana dan peralatan kegiatan manusia (Keputusan Menteri negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-49/MENLH/1/1996). Getaran terjadi saat mesin atau alat dijalankan dengan motor, sehingga pengaruhnya bersifat mekanis (Budiono, 2003). Getaran ialah gerakan osilasi disekitar titik (Harrington, 1996). Vibrasi adalah gerakan dapat disebabkan oleh getaran udara atau getaran mekanis, misalnya mesin atau alat-alat mekanis lainnya (Gabriel, 1996). Getaran merupakan efek suatu sumber yang memakai satuan ukuran hertz (Depkes, 2003). Getaran adalah suatu factor fisik yang menjalar ke tubuh manusia, mulai dari tangan sampai keseluruhan tubuh turut bergetar (oscillation) akibat getaran peralatan mekanis yang dipergunakan dalam tempat kerja (Salim, 2002).

B. Parameter Getaran

Vibrasi atau getaran mempunyai tiga parameter yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur yaitu :

- a. Amplitudo : adalah ukuran atau besarnya sinyal vibrasi yang dihasilkan. Amplitudo dari sinyal vibrasi mengidentifikasi besarnya gangguan yang terjadi. Makin tinggi amplitudo yang ditunjukkan menandakan makin besar gangguan yang terjadi, besarnya amplitudo bergantung pada tipe mesin yang ada. Pada mesin yang masih bagus dan baru, tingkat vibrasinya biasanya bersifat relatif.
- b. Frekuensi : adalah banyaknya periode getaran yang terjadi dalam satu putaran waktu.
- c. Besarnya frekuensi yang timbul pada saat terjadinya vibrasi dapat mengidentifikasi jenis-jenis gangguan yang terjadi. Gangguan yang terjadi pada mesin sering menghasilkan frekuensi yang jelas atau menghasilkan contoh frekuensi yang dapat dijadikan sebagai bahan pengamatan.

Dengan diketahuinya frekuensi pada saat mesin mengalami vibrasi, maka peneliti atau pengamatan secara akurat dapat dilakukan untuk mengetahui penyebab atau sumber dari permasalahan. Frekuensi biasanya ditunjukkan dalam bentuk *Cycle per menit (CPM)*, yang biasanya disebut dengan istilah *Hertz* (dimana $\text{Hz} = \text{CPM}$). Biasanya singkatan yang digunakan untuk Hertz adalah *Hz* Phase Vibrasi (*Vibration Phase*): adalah penggambaran akhir dari pada karakteristik suatu getaran atau vibrasi yang terjadi pada suatu mesin. Phase adalah perpindahan atau perubahan posisi pada bagian-bagian yang bergetar secara relatif untuk menentukan titik referensi atau titik awal pada bagian yang lain yang bergetar.

C. Karakteristik Getaran

Kondisi suatu mesin dan masalah-masalah mekanik yang terjadi dapat diketahui dengan mengukur karakteristik getaran pada mesin tersebut. Karakteristik-karakteristik getaran yang penting antara lain adalah : Frekuensi getaran, perpindahan getaran (*vibration displacement*), kecepatan getaran (*vibration velocity*), percepatan getaran (*vibration acceleration*) dan phase getaran. Dengan mengacu pada

gerakan pegas, kita dapat mempelajari karakteristik suatu getaran dengan memetakan gerakan dari pegas tersebut terhadap fungsi waktu.

D. Jenis dan Efek Getaran

Berdasarkan sumbernya, getaran dibedakan menjadi :

1. Getaran paksa adalah getaran yang terjadi akibat rangsangan gaya dari luar. Jika rangsangan tersebut beresilasi, maka system dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan. Jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem, maka akan didapat keadaan resonansi, dan osilasi besar yang berbahaya mungkin akan terjadi.
2. Getaran bebas adalah getaran yang terjadi pada system itu sendiri tanpa mendapat gaya dari luar system. Getaran bebas berlaku apabila pergerakan disebabkan oleh gravity atau daya yang tersimpan seperti pergerakan bandul atau pegas. Getaran pegas yang ada pada getaran bebas bergantung pada massa beban, dan periode tidak bergantung pada amplitudo. Menurut akibat yang ditimbulkan terhadap tubuh getaran dapat dibagi menjadi dua yaitu :

Sedangkan berdasarkan luasnya efek yang diterima oleh tubuh getaran dibagi menjadi :

1. Getaran setempat

Getaran setempat merupakan getaran yang ditimbulkan suatu mesin yang berakibat atau menimbulkan efek getaran pada bagian tubuh yang setempat. Biasanya bagian tubuh yang terkena getaran yaitu lengan tangan sehingga sering disebut *Hand Arm Vibration*. *Hand arm Vibration* disebabkan oleh pengoperasian peralatan tangan bertenaga (*Hand-held Power Tools*). Dan getaran jenis ini biasanya dialami oleh tenaga kerja yang diperkerjakan pada operator gergaji rantai, tukang semprot, potong rumput, gerinda, dan penempa palu.

Efek getaran pada tangan ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kelainan pada peredaran darah dan persyarafan (*vibration white finger*).
 - b. Kerusakan pada persendian dan tulang-tulang. Efek getaran pada tangan lengan ini lebih mudah dijelaskan daripada menguraikan patofisiologisnya. Efek ini disebut sebagai sindroma getaran tangan lengan (*Hand Vibration Arm Syndrome = HVAS*) yang terdiri atas efek vaskuler-pemucatan episodik pada buku jari ujung yang bertambah parah pada suhu dingin (*fenomena raynaud*) dan efek neurologik-buku jari ujung mengalami kesemutan total dan baal.
2. Getaran menyeluruh

Getaran menyeluruh merupakan getaran yang ditimbulkan oleh suatu mesin yang mengakibatkan atau berdampak pada seluruh tubuh. Getaran ini diteruskan dari mesin melalui kaki atau pantat karena desain alas duduk yang kurang baik. Lalu getaran seluruh tubuh biasanya dialami pengemudi kendaraan; traktor, bus, helikopter, atau bahkan kapal

E. Nilai Ambang Batas Getaran

Menurut *Canadian Government Spesification CDA/MS/NVSH 107*, untuk mesin-mesin jenis elektrik motor jika didapatkan hasil pengukuran telah melampaui 130 dB atau 3,2 mm/sec (*velocity*) maka mesin tersebut harus dilakukan pengecekan, sedangkan jika telah melampaui 135 dB atau 5,6 mm/sec (*velocity*) maka mesin tersebut harus diganti. Di Indonesia sendiri, nilai ambang batas getaran di tempat kerja mengacu pada keputusan Menteri Tenaga Kerja nomor 51 tahun 1999, sebagai berikut :

Tabel 5.1 Nilai ambang batas getaran untuk pemajanan lengan dan tangan

Jumlah waktu per hari kerja	Nilai percepatan pada frekuensi dominan	
	m/det ²	Gram
4 jam dan kurang dari 8 jam	4	0,4
2 jam dan kurang dari 4 jam	6	0,61
1 jam dan kurang dari 2 jam	8	0,81
Kurang dari 1 jam	12	1,22

Catatan :

$$1 \text{ Gram} = 9,81 \text{ m/det}^2$$

Menurut keputusan menteri ini bahwa nilai ambang batas getaran alat kerja yang kontak langsung maupun tidak langsung pada lengan dan tangan tenaga kerja ditetapkan sebesar 4 m/det².

F. Pengukuran getaran

Pengukuran getaran dilakukan dengan menggunakan alat khusus yaitu *Vibration Meter*. *Vibration meter* didesain untuk melakukan pengukuran getaran mekanis secara konvensional khususnya untuk pengujian pada mesin berotasi. Ini tidak hanya digunakan untuk pengujian percepatan (*acceleration*), kecepatan (*velocity*), dan perubahan vektor (*displacement*), tetapi juga dapat menunjukkan diagnosis kegagalan secara sederhana.

Vibration meter dapat menghasilkan pengukuran pada status berdasarkan alarm limit. Jika terjadi kegagalan diagnosis sederhana secara otomatis akan membunyikan alarm yaitu *warning limit* jika pengukuran sampai batas aman (*safe state*) dan alarm limit jika nilai pengukuran sampai pada batas kerusakan (*destruct state*). Kemudian akan masuk ke *spectrum testing* mode ketika nilai pengukuran sampai pada batas

Beberapa peralatan yang digunakan untuk pengukuran getaran :

1. Alat penangkap getaran (Accelerometer atau seismometer).
2. Alat ukur atau alat analisis getaran (*Vibration meter* atau *vibration analyzer*).
3. Tapis pita 1/3 oktaf atau pita sempit (Filter 1/3 oktaf atau *Narrow Band*).
4. Pencatat tingkat getaran (Level atau $X \pm Y$ recorder).
5. Alat analisis pengukur tingkat getaran (FFT Analyzer).

Gambar 5.1 Vibration Meter



Bagian-bagian Vibration Meter :

1. *Main Body* : Pada main body ini terdapat tampilan hasil pengukuran (display)
2. *Keyboard* yang terdiri dari tombol untuk menghidupkan dan mematikan, kemudian tombol MEAS untuk memulai pengukuran dan untuk mengakhiri pengukuran. Tombol C untuk cancel dan OK untuk enter.
3. Lampu menunjukkan indikasi *charging*.
4. *Transducer socket* adalah tempat menghubungkan transducer dengan main body.
5. *Charging socket* adalah tempat memasukan charger.
6. *Sensor transducer* menggunakan magnetic base. Untuk mendapatkan hasil yang stabil, maka pengukuran harus pada tempat yang datar dan rata.

Prosedur pengukuran dapat anda baca di modul praktikum K3 dan akan dipraktikkan pada mata kuliah praktikum K3.

G. Efek getaran terhadap tubuh manusia dan pemeriksaan kesehatan

Besaran getaran dinyatakan dalam akar rata-rata kuadrat percepatan dalam satuan meter per detik ($m/detik^2$ rms). Frekuensi getaran dinyatakan sebagai putaran per detik (Hz). Getaran seluruh tubuh biasanya dalam rentang 0,5 – 4,0 Hz dan tangan-lengan 8-1000 Hz. Sedangkan efek getaran terhadap tubuh tergantung besar kecilnya frekuensi yang mengenai tubuh, sebagai berikut (Harrington dan Gill, 2005):

- 3 — 9 Hz, akan timbul resonansi pada dada dan perut.
- 6 — 10 Hz, dengan intensitas 0,6 gram, tekanan darah, denyut jantung, pemakaian O₂ dan volume perdenyut sedikit berubah. Pada intensitas 1,2 gram terlihat banyak perubahan sistem peredaran darah.
- 10 Hz, leher, kepala, pinggul, kesatuan otot dan tulang akan beresonansi.
- 13 — 15 Hz, tenggorokan akan mengalami resonansi.
- < 20 Hz, tonus otot akan meningkat, akibat kontraksi statis ini otot menjadi lemah, rasa tidak enak dan kurang ada perhatian.

Untuk memastikan dampak paparan getaran terhadap tenaga kerja maka diperlukan upaya identifikasi melalui pemeriksaan kesehatan. Pemeriksaan kesehatan ini dimaksudkan mengidentifikasi penyakit yang berkaitan dengan vibrasi sejak awal pada pekerja yang terpapar terus-menerus, mencegah berkembangnya suatu penyakit yang akhirnya dapat menyebabkan cacat, mengecek keefektifan dari pengendalian vibrasi yang telah dilakukan.

Ada 3 program pemeriksaan kesehatan yang dapat di laksanakan di perusahaan :

1. *Pre employment screening test* : Pemeriksaan kesehatan sebelum bekerja ini dilakukan pada pekerja baru atau pekerja yang baru bekerja di lingkungan yang terpapar getaran. Pekerja yang menderita kelainan pembuluh darah, kelainan jantung, arthritis, kelainan saraf harus dihindarkan dari paparan getaran.
2. *Periodic screening test* Pemeriksaan berkala dapat dilakukan pada pekerja yang sudah lama bekerja dan mengalami paparan, pemeriksaan berkala ini bertujuan untuk mengontrol kondisi kesehatan pekerja. Biasanya pemeriksaan berkala dilakukansetahun sekali.
3. *Special screening test* : Pemeriksaan kesehatan secara khusus ini dilakukan pada pekerja-pekerja yang mengalami keluhan-keluhan akibat terpapar getaran.

H. Pengendalian getaran di tempat kerja

Setelah melakukan penilaian resiko dan mengidentifikasi tenaga kerja yang terpapar resiko maka harus diputuskan bagaimana cara yang paling efektif untuk mengurangi resiko akibat getaran di tempat kerja tersebut. Secara hierarkis pengendalian resiko getaran di tempat kerja meliputi :

1. *Engineering Control* : Pemasangan vibration damper untuk meredam getaran, peredam getaran ini dapat berupa pegas atau bantalan peredam yang dapat dibuat dari karet, gabus atau bahan lain yang dapat meredam getaran. Design tempat kerja agar pekerja tidak menerima beban berlebihan dari peralatan yang digunakan.
2. *Administratif control* : Pengaturan jadwal kerja atau pergantian shif kerja untuk mengurangi pemaparan getaran pada pekerja
3. *Substitution* : Penggantian metode kerja, misalnya dengan automasi atau mekanisasi kerja. Dan penggantian alat yang sudah tua, yang memiliki vibrasi tinggi dengan alat-alat yang tingkat getarannya rendah.
4. *Maintenance* : Melakukan pemeriksaan secara berkala tentang vibrasi yang terdapat pada peralatan atau mesin dengan alat ukur getaran untuk mengetahui tingkat vibrasi mesin.
5. Alat Pelindung Diri (APD) : Dalam memilih APD yang sesuai harus diperhatikan tipe vibrasinya, untuk getaran menyeluruh sebaiknya menggunakan APD full Body protection yang terbuat dari bahan karet atau kulit, selain itu pakain pelindung ini harus juga bisa menjaga pekerja tetap hangat dan kering untuk mencegah terjadinya pengembangan Vibration White Finger. Sedangkan untuk getaran setempat atau hand-arm vibration sebaiknya menggunakan sarung tangan yang terbuat dari bahan karet atau kulit.
6. Pemeriksaan Kesehatan : Penyediaan pemeriksaan kesehatan pada semua pekerja sangat penting, hal ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan adanya faktor kesehatan pekerja yang mengakibatkan seorang pekerja mengalami resiko vibrasi.

BAB VI

PENCAHAYAAN DI TEMPAT KERJA

A. Pengertian

Maksud manajemen pencahayaan di ruangan kerja adalah untuk memberikan efisiensi dan kenyamanan pada tenaga kerja selama melakukan pekerjaannya, serta membantu meningkatkan lingkungan kerja yang aman dan selamat. Pencahayaan merupakan salah satu faktor untuk menciptakan lingkungan yang aman dan nyaman dan berkaitan erat dengan produktivitas manusia. Untuk mendapatkan pencahayaan yang sesuai dalam suatu ruang, maka diperlukan sistem pencahayaan yang tepat sesuai dengan kebutuhannya. Pencahayaan yang baik memungkinkan orang dapat melihat objek-objek yang dikerjakannya secara jelas dan cepat.

Penataan pencahayaan di ruangan kerja yang sesuai dengan standar yang diperkenankan (sesuai dengan jenis pekerjaan) akan membawa beberapa keuntungan yaitu : menurunkan kesalahan pada proses produksi dan inspeksi, meningkatkan produksi, menurunkan kecelakaan kerja, memperbaiki moral kerja dan memperbaiki pemeliharaan bangunan.

Menurut Talty (1988) cahaya adalah gelombang elektromagnetik yang pada frekuensi tertentu bisa dilihat oleh manusia, menurut Kepmenkes No. 1405 Tahun 2002 pengertian pencahayaan di tempat kerja adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Sementara itu menurut Ahmadi (2009) pencahayaan adalah adalah banyaknya cahaya yang tiba pada satu luas permukaan.

B. Jenis dan Sistem Pencahayaan

Penerangan berdasar sumbernya dibagi menjadi tiga yaitu pertama penerangan alami yaitu penerangan yang berasal dari cahaya matahari, kedua penerangan buatan yaitu penerangan yang berasal dari lampu, dan yang ketiga adalah penerangan alami dan buatan yaitu penggabungan antara penerangan alami dari sinar matahari dengan lampu/penerangan buatan. Menurut Ching (1996), ada tiga metode penerangan, yaitu : penerangan umum, penerangan lokal dan penerangan cahaya aksen. Penerangan umum atau baur menerangi ruangan secara merata dan umumnya terasa baur. Penerangan lokal atau penerangan untuk kegunaan khusus, menerangi sebagian ruang dengan sumber cahaya biasanya dipasang dekat dengan permukaan yang diterangi. Sedangkan penerangan aksen adalah bentuk dari pencahayaan lokal yang berfungsi menyinari suatu tempat atau aktivitas tertentu atau obyek seni atau koleksi berharga lainnya.

Menurut Talty (1988), berdasarkan sumbernya pencahayaan dapat dibagi menjadi :

1. Pencahayaan alami

Pencahayaan alami adalah sumber pencahayaan yang berasal dari sinar matahari. Sinar alami mempunyai banyak keuntungan, selain menghemat energi 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 lantai. 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. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan agar penggunaan sinar alami mendapat keuntungan, yaitu:

- Variasi intensitas cahaya matahari
- Distribusi dari terangnya cahaya
- Efek dari lokasi, pemantulan cahaya, jarak antar bangunan
- Letak geografis dan kegunaan bangunan gedung

2. **Pencahayaan buatan**

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami. Pencahayaan buatan sangat diperlukan apabila posisi ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau saat pencahayaan alami tidak mencukupi. Fungsi pokok pencahayaan Sistem pencahayaan buatan yang sering dipergunakan secara umum dapat dibedakan atas 3 macam yakni:

a. **Sistem Pencahayaan Merata**

Pada sistem ini iluminasi cahaya tersebar secara merata di seluruh ruangan. Sistem pencahayaan ini cocok untuk ruangan yang tidak dipergunakan untuk melakukan tugas visual khusus. Pada sistem ini sejumlah armatur ditempatkan secara teratur di seluruh langit-langit.

b. **Sistem Pencahayaan Terarah**

Pada sistem ini seluruh ruangan memperoleh pencahayaan dari salah satu arah tertentu. Sistem ini cocok untuk pameran atau penonjolan suatu objek karena akan tampak lebih jelas. Lebih dari itu, pencahayaan terarah yang menyoroti satu objek tersebut berperan sebagai sumber cahaya sekunder untuk ruangan sekitar, yakni melalui mekanisme pemantulan cahaya. Sistem ini dapat juga digabungkan dengan sistem pencahayaan merata karena bermanfaat mengurangi efek menjemukan yang mungkin ditimbulkan oleh pencahayaan merata.

c. **Sistem Pencahayaan Setempat**

Pada sistem ini cahaya dikonsentrasikan pada suatu objek tertentu misalnya tempat kerja yang memerlukan tugas visual. Sistem pencahayaan ini sangat bermanfaat untuk:

- memperlancar tugas yang memerlukan visualisasi teliti
- mengamati bentuk dan susunan benda yang memerlukan cahaya dari arah tertentu.
- melengkapi pencahayaan umum yang terhalang mencapai ruangan khusus yang ingin diterangi
- membantu pekerja yang sudah tua atau telah berkurang daya penglihatannya.
- menunjang tugas visual yang pada mulanya tidak direncanakan untuk ruangan tersebut.

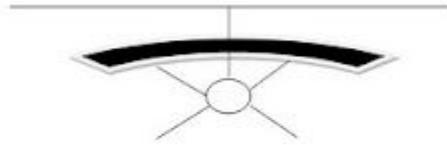
Pencahayaan setempat diperoleh dengan memasang sumber pencahayaan di langit-langit yang spektrum cahaya terlokalisir (*localized lighting*) atau dengan memasang sumber cahaya langsung ditempat kerja (*local lighting*). Sedangkan untuk mendapatkan pencahayaan yang sesuai dalam suatu ruang, maka diperlukan sistem pencahayaan yang tepat sesuai dengan kebutuhannya.

Sistem pencahayaan di ruangan, termasuk di tempat kerja dapat dibedakan menjadi 5 macam yaitu:

1) **Sistem Pencahayaan Langsung (*direct lighting*)**

Pada sistem ini 90-100% cahaya diarahkan secara langsung ke benda yang perlu diterangi. Sistem ini dinilai paling efektif dalam mengatur pencahayaan, tetapi ada kelemahannya karena dapat menimbulkan bahaya serta kesilauan yang mengganggu,

baik karena penyinaran langsung maupun karena pantulan cahaya. Untuk efek yang optimal, disarankan langit-langit, dinding serta benda yang ada didalam ruangan perlu diberi warna cerah agar tampak menyegarkan

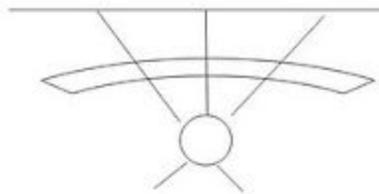


Gambar 6.1 Direct

Sumber : Manajemen Perkantoran Modern The Liang Gie

2) Pencahayaan Semi Langsung (*semi direct lighting*)

Pada sistem ini 60-90% cahaya diarahkan langsung pada benda yang perlu diterangi, sedangkan sisanya dipantulkan ke langit-langit dan dinding. Dengan sistem ini kelemahan sistem pencahayaan langsung dapat dikurangi. Diketahui bahwa langit-langit dan dinding yang dipleser putih memiliki efisiensi pemantulan 90%, sedangkan apabila dicat putih efisien pemantulan antara 5-90%



Gambar 6.2 Semi direct

Sumber : Manajemen Perkantoran Modern The Liang Gie

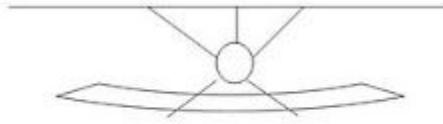
3) Sistem Pencahayaan Difus (*general diffus lighting*)

Pada sistem ini setengah cahaya 40-60% diarahkan pada benda yang perlu disinari, sedangkan sisanya dipantulkan ke langit-langit dan dinding. Dalam pencahayaan sistem ini termasuk sistem *direct-indirect* yakni memancarkan setengah cahaya ke bawah dan sisanya keatas. Pada sistem ini masalah bayangan dan kesilauan masih ditemui.

4) Sistem Pencahayaan Semi Tidak Langsung (*semi indirect lighting*)

Pada sistem ini 60-90% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas, sedangkan sisanya diarahkan ke bagian bawah. Untuk hasil yang optimal disarankan langit-langit perlu diberikan perhatian serta dirawat dengan baik. Pada

sistem ini masalah bayangan praktis tidak ada serta kesilauan dapat dikurangi.

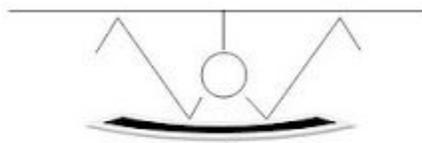


Gambar 6.3 Semi Indirect

Sumber : Manajemen Perkantoran Modern The Liang Gie

5) Sistem Pencahayaan Tidak Langsung (**indirect lighting**)

Pada sistem ini 90-100% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas kemudian dipantulkan untuk menerangi seluruh ruangan. Agar seluruh langit-langit dapat menjadi sumber cahaya, perlu diberikan perhatian dan pemeliharaan yang baik. Keuntungan sistem ini adalah tidak menimbulkan bayangan dan kesilauan sedangkan kerugiannya mengurangi efisien cahaya total yang jatuh pada permukaan kerja.



Gambar 6.4 Indirect

Sumber : Manajemen Perkantoran Modern The Liang Gie

C. Jenis-Jenis Sistem Pencahayaan

Beberapa jenis dan komponen sistem pencahayaan menurut Suhadri (2008):

1. Lampu pijar (GLS)

Lampu pijar bertindak sebagai badan abu-abu yang secara selektif memancarkan radiasi, dan hampir seluruhnya terjadi pada daerah nampak. Bola lampu terdiri dari hampa udara atau berisi gas, yang dapat menghentikan oksidasi dari kawat pijar tungsten, namun tidak akan menghentikan penguapan. Warna gelap bola lampu dikarenakan tungsten yang teruapkan mengembun pada permukaan lampu yang relatif dingin. Dengan adanya gas *inert*, akan menekan terjadinya penguapan, dan semakin besar berat

molekulnya akan makin mudah menekan terjadinya penguapan. Untuk lampu biasa dengan harga yang murah, digunakan campuran argon nitrogen dengan perbandingan 9/1. Krypton atau Xenon hanya digunakan dalam penerapan khusus seperti lampu sepeda dimana bola lampunya berukuran kecil, untuk mengimbangi kenaikan harga, dan jika penampilan merupakan hal yang penting.

Gas yang terdapat dalam bola pijar dapat menyalurkan panas dari kawat pijar, sehingga daya hantar yang rendah menjadi penting. Lampu yang berisi gas biasanya memadukan sekering dalam kawat timah. Gangguan kecil dapat menyebabkan pemutusan arus listrik, yang dapat menarik arus yang sangat tinggi. Jika patahnya kawat pijar merupakan akhir dari umur lampu, tetapi untuk kerusakan sekering tidak begitu halnya.

Ciri-cirinya adalah:

- a. *Efficacy* 12 lumens/watt
- b. indeks perubahan warna – 1 A
- c. Suhu warna hangat (2500K – 2700K)
- d. Umur lampu – 2000 jam

2. Lampu tungsten – halogen

Lampu halogen adalah sejenis lampu pijar. Lampu ini memiliki kawat pijar tungsten seperti lampu pijar biasa yang digunakan di rumah, tetapi bola lampunya diisi dengan gas halogen. Atom tungsten menguap dari kawat pijar panas dan bergerak naik ke dinding pendingin bola lampu. Atom tungsten, oksigen dan halogen bergabung pada dinding bola lampu membentuk molekul oksihalida tungsten. Suhu dinding bola lampu menjaga molekul oksihalida tungsten dalam keadaan uap. Molekul bergerak ke arah kawat pijar panas dimana suhu tinggi memecahnya menjadi terpisah-pisah. Atom tungsten disimpan kembali pada daerah pendinginan dari kawat pijar – bukan ditempat yang sama dimana atom diuapkan. Pemecahan biasanya terjadi dekat sambungan antara kawat pijar tungsten dan kawat timah molibdenum dimana suhu turun secara tajam.

Ciri-cirinya adalah :

- a. *Efficacy* 18 lumens/watt
- b. Indeks perubahan warna – 1 A
- c. Suhu warna hangat (3000K – 3200K)
- d. Umur lampu – 4000 jam

Kelebihan dari lampu ini adalah:

- a. Lebih kompak
- b. Umur lebih panjang
- c. Lebih banyak cahaya
- d. Cahaya lebih putih (suhu warna lebih tinggi)

Kekurangan dari lampu ini adalah:

- a. Lebih mahal
- b. IR meningkat
- c. UV meningkat
- d. Masalah *handling*

3. Lampu neon

Lampu neon, 3 hingga 5 kali lebih efisien daripada lampu pijar standar dan dapat bertahan 10 hingga 20 kali lebih awet. Dengan melewatkan listrik melalui uap gas atau logam akan menyebabkan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan komposisi kimia dan tekanan gasnya. Tabung neon memiliki uap merkuri

bertekanan rendah, dan akan memancarkan sejumlah kecil radiasi biru/ hijau, namun kebanyakan akan berupa UV pada 253,7nm dan 185nm.

Bagian dalam dinding kaca memiliki pelapis tipis fosfor, hal ini dipilih untuk menyerap radiasi UV dan meneruskannya ke daerah nampak. Proses ini memiliki efisiensi sekitar 50%. Tabung neon merupakan lampu 'katode panas', sebab katode dipanaskan sebagai bagian dari proses awal. Katodenya berupa kawat pijar tungsten dengan sebuah lapisan barium karbonat. Jika dipanaskan, lapisan ini akan mengeluarkan electron tambahan untuk membantu pelepasan. Lapisan ini tidak boleh diberi pemanasan berlebih sebab umur lampu akan berkurang. Lampu menggunakan kaca soda kapur yang merupakan pemancar UV yang buruk. Jumlah merkurnya sangat kecil, biasanya 12 mg. Lampu yang terbaru menggunakan amalgam merkuri, yang kandungannya sekitar 5 mg. Hal ini menyebabkan tekanan merkuri optimum berada pada kisaran suhu yang lebih luas. Lampu ini sangat berguna bagi pencahayaan luar ruangan karena memiliki *fitting* yang kompak.

D. Kualitas Pencahayaan

Menurut Suma'mur (1999), sifat-sifat penerangan yang baik, yaitu : 1) Pembagian luminansi dalam lapangan penglihatan, 2) Pencegahan kesilauan, 3) Arah sinar, 4) Warna, 5) Panas penerangan terhadap kelelahan mata. Sementara itu menurut Talty (1988) *Lighting quality* dikategorikan ke dalam beberapa jenis, yaitu

1. *Brightness Distribution*

Menunjukkan jangkauan dari luminasi dalam daerah penglihatan. Suatu rasio kontras yang tinggi diinginkan untuk penerimaan detil, tapi variasi yang berlebihan dari luminansi dapat menyebabkan timbulnya masalah. Mata menerima cahaya utama yang sangat terang, sehingga mata menjadi sulit untuk memeriksa dengan cermat objek-objek yang lebih gelap dalam suatu daerah yang terang. Perbandingan terang cahaya dalam daerah kerja utama, difokuskan sebaiknya tidak lebih dari 3 sampai 1. untuk membantu memelihara pada daerah pusat ini, cahaya terang rata-rata tersebut seharusnya sekitar 10 kali lebih besar dari latar belakang.

2. *Glare* atau Silau

Cahaya yang menyilaukan dapat terjadi apabila cahaya yang berlebihan mengenai mata. Cahaya yang menyilaukan dapat dikategorikan menjadi dua macam, yaitu :

a. Cahaya menyilaukan yang tidak menyenangkan (*Discomfort Glare*)

Cahaya ini mengganggu, tetapi tidak menyebabkan gangguan yang terlalu fatal terhadap penglihatan, akan tetapi cahaya ini akan menyebabkan meningkatnya tingkat kelelahan dan dapat menyebabkan rasa sakit pada bagian kepala.

b. Cahaya menyilaukan yang mengganggu (*Disability Glare*)

Cahaya ini secara berkala mengganggu penglihatan dengan adanya penghamburan cahaya dalam lensa mata. Orang-orang lanjut usia kurang bisa untuk menerima cahaya seperti ini.

Sumber-sumber *glare* adalah sebagai berikut :

- 1) Lampu-lampu tanpa pelindung yang dipasang terlalu rendah.
- 2) Jendela-jendela besar yang terdapat tepat di depan mata.
- 3) Lampu atau cahaya dengan tingkat keterangan yang terlalu berlebihan.
- 4) Pantulan yang berasal dari permukaan yang terang.

Metode-metode reduksi yang dapat dipakai untuk mereduksi silau :

- 1) Reduksi luminansi sumber cahaya.
- 2) Jauhkan sumber cahaya dari garis pandang.
- 3) Posisikan jendela pada jarak yang sama dari aktivitas bekerja.
- 4) Gunakan peralatan dengan permukaan yang dapat mendistribusikan cahaya.
- 5) Posisikan kembali area kerja dan sumber cahaya untuk meminimasi refleksi cahaya.
- 6) Gunakan level menengah untuk di luminansi secara umum.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merancang sistem pencahayaan :

- 1) Menghindari penempatan sumber cahaya langsung pada pandang pekerja.
- 2) Hindari penggunaan cat/warna yang memantulkan cahaya pada mesin, meja kerja.
- 3) Gunakan pencahayaan visi untuk memberikan atmosfir kerja yang baik.
- 4) Gunakan semakin banyak lampu, masing-masing dengan daya yang rendah dibandingkan menggunakan sedikit lampu dengan daya yang tinggi.
- 5) Hindari sumber cahaya yang tidak stabil.

3. *Shadows* (Bayang-bayang)

Bayang-bayang yang tajam (*sharp shadows*) adalah akibat dari sumber cahaya buatan (*artificial*) yang kecil atau dari cahaya yang langsung berasal dari cahaya matahari. Kedua sumber tersebut dapat menyebabkan rasio terang yang berlebihan dalam jangkauan penglihatan, detail-detail penting yang tidak terlalu jelas. Sumber-sumber yang lebih besar atau lampu-lampu yang berpendar dan bayangan yang lebih besar. Secara umum, bayangan digunakan untuk kerja pemeriksaan, seperti menunjukkan cacat pada permukaan.

4. *Background* (Latar Belakang)

Latar belakang sampai pada daerah kerja utama, seharusnya dibuat sesederhana mungkin. Latar belakang yang kacau atau latar belakang yang mempunyai banyak perpindahan sedapat mungkin dihindari, dengan menggunakan sekat-sekat.

E. Standar Pencahayaan di Ruang

Menurut Suma'mur (1999), kebutuhan intensitas penerangan tergantung dari jenis pekerjaan yang dilakukan. Pekerjaan yang membutuhkan ketelitian sulit dilakukan bila keadaan cahaya di tempat kerja tidak memadai. Untuk lebih jelas, lihat tabel di bawah ini :

Tabel 6.1 Tingkat Penerangan Berdasarkan Jenis Pekerjaan

Jenis Pekerjaan	Contoh Pekerjaan	Tingkat Penerangan yang dibutuhkan (Lux)
Tidak teliti	Penimbunan barang	80-170
Agak Teliti	Pemasangan (tak teliti)	170-350
Teliti	Membaca, menggambar	350-700
Sangat teliti	Pemasangan	700-1000

Sumber : Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Suma'mur, 2009)

Sementara itu, nilai pantulan (reflektan) yang dianjurkan menurut Suma'mur (2009), adalah sebagai berikut :

Tabel 6.2 Nilai Pantulan (reflektan)

No	JENIS PERMUKAAN	REFLEKTAN (%)
1	Langit-langit	80 – 90
2	Dinding	40 – 60
3	Perkakas (mebel)	25 – 45
4	Mesin dan perlengkapannya	30 – 50
5	Lantai	20 – 40

Sumber : Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Suma'mur, 2009)

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, tercantum dalam tabel berikut ini :

Tabel 6.3 Standar Tingkat Pencahayaan Menurut Kepmenkes No. 1405 Tahun 2002

Jenis Pekerjaan	Tingkat Pencahayaan Minimal (Lux)	Keterangan
Pekerjaan kasar dan tidak terus-menerus	100	Ruang penyimpanan dan ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang kontinyu
Pekerjaan kasar dan terus-menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar
Pekerjaan rutin	300	Ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin & perakitan/ penyusun
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin, kantor, pekerja pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin.
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pemrosesan tekstil, pekerjaan mesin halus & perakitan halus.
Pekerjaan amat halus	1500	Tidak menimbulkan bayangan Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin dan perakitan yang sangat halus.
Pekerjaan terinci	3000	Tidak menimbulkan bayangan Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus.

Sumber : Kepmenkes No. 1405 Tahun 2002

Penerangan untuk membaca dokumen lebih tinggi dari pada penerangan untuk melihat komputer, karena tingkat penerangan yang dianjurkan untuk pekerja dengan komputer tidak dapat berdasarkan satu nilai dan sampai saat ini masih kontroversial. Grandjean menyusun rekomendasi tingkat penerangan pada tempat-tempat kerja dengan komputer berkisar antara 300-700 lux seperti berikut.

Tabel 6.4 Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Pada Tempat Kerja Dengan Komputer

Keadaan Pekerja	Tingkat Pencahayaan (lux)
Kegiatan Komputer dengan sumber dokumen yang terbaca jelas	300
Kegiatan Komputer dengan sumber dokumen yang tidak terbaca jelas	400-500
Tugas memasukan data	500-700

Sumber: Grandjean (1988)

Sebagai tambahan, dibawah ini dicantumkan kebutuhan pencahayaan menurut area kegiatan :

Tabel 6.5 Kebutuhan pencahayaan menurut area kegiatan

Keperluan	Pencahayaan (LUX)	Contoh Area Kegiatan
Pencahayaan Umum untuk ruangan dan area yang jarang digunakan dan/atau tugas-tugas atau visual sederhana	20	Layanan penerangan yang minimum dalam area sirkulasi luar ruangan, pertokoan didaerah terbuka, halaman tempat penyimpanan
	50	Tempat pejalan kaki & panggung
	70	Ruang boiler
	100	Halaman Trafo, ruangan tungku, dll.
	150	Area sirkulasi di industri, pertokoan dan ruang penyimpan.
Pencahayaan umum untuk interior	200	Layanan penerangan yang minimum dalam tugas
	300	Meja & mesin kerja ukuran sedang, proses umum dalam industri kimia dan makanan, kegiatan membaca dan membuat arsip.
	450	Gantungan baju, pemeriksaan, kantor untuk menggambar, perakitan mesin dan bagian yang halus, pekerjaan warna, tugas menggambar kritis.
	1500	Pekerjaan mesin dan diatas meja yang sangat halus, perakitan mesin presisi kecil dan instrumen; komponen

Keperluan	Pencahayaannya (LUX)	Contoh Area Kegiatan
		elektronik, pengukuran & pemeriksaan bagian kecil yang rumit (sebagian mungkin diberikan oleh tugas pencahayaan setempat)
Pencahayaan tambahan setempat untuk tugas visual yang tepat	3000	Pekerjaan berpresisi dan rinci sekali, misal instrumen yang sangat kecil, pembuatan jam tangan, pengukiran

Sumber : www.energyefficiencyasia.org

F. Pengukuran Pencahayaan

Untuk mengukur intensitas pencahayaan di tempat kerja baik indoor maupun outdoor dapat dilakukan dengan menggunakan lux meter. Lux adalah terminologi untuk menyatakan jumlah sinar yang diterima oleh sebuah objek seluas 3 kaki persegi pada jarak 1 yard, oleh sebuah sumber sinar dengan daya 1 watt. Lux meter bekerja dengan sensor cahaya. Lux meter cukup diletakkan di atas meja kerja atau dipegang setinggi 75 cm di atas lantai. Layar penunjuknya akan menampilkan tingkat pencahayaan pada titik pengukuran. Bila nilai tingkat pencahayaan ruangan jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari standar, maka akan berpotensi untuk menimbulkan kelelahan mata. Tingkat pencahayaan yang sesuai standar akan menjaga kualitas pekerjaan serta kesehatan mata tenaga kerja. (Pembahasan lebih lanjut telah diuraikan dan bisa anda baca pada buku dasar-dasar kesehatan dan keselamatan kerja, bab 16 ; pengukuran lingkungan fisik kerja).

Gambar 6.1 Lux Meter



Menurut SNI 16-7062-2004 tentang Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja, pengukuran intensitas penerangan di tempat kerja menggunakan alat *luxmeter*. Alat ini mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, kemudian energi listrik dalam bentuk arus digunakan untuk menggerakkan jarum skala. Untuk alat digital, energy listrik diubah menjadi angka yang dapat dibaca pada layar monitor.

Prosedur kerja pengukuran intensitas cahaya dalam ruang kerja menurut SNI

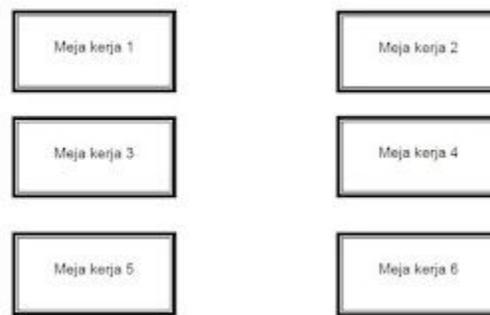
16-7062-2004 tentang Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja adalah sebagai berikut:

1. *Luxmeter* dikalibrasi oleh laboratorium yang terakreditasi
2. Menentukan titik pengukuran, penerangan setempat atau penerangan umum

Penerangan setempat adalah penerangan yang mengenai obyek kerja, berupa meja kerja maupun peralatan. Bila meja kerja yang digunakan oleh pekerja, maka pengukuran dapat dilakukan di atas meja yang ada. Denah pengukuran intensitas pencahayaan setempat seperti berikut:

Gambar 6.1 Denah Pengukuran Pencahayaan Ruang Kerja

Denah penerangan setempat



Penerangan umum adalah titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan pada setiap jarak tertentu setinggi satu meter dari lantai. Jarak tertentu tersebut dibedakan luas ruangan sebagai berikut:

- a. Luas ruangan kurang dari 10 meter persegi: titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap 1 (satu) meter.
- b. Luas ruangan antara 10 meter persegi sampai 100 meter persegi: titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap 3 (tiga) meter.
- c. Luas ruangan lebih dari 100 meter persegi: titik potong horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak 6 meter. (selengkapnya bisa dilihat di SNI 16-7062-2004 tentang Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja)

Syarat-syarat dalam pengukuran:

- a. Pintu ruangan dalam keadaan sesuai dengan kondisi tempat pekerjaan dilakukan
- b. Lampu ruangan dalam keadaan dinyalakan sesuai dengan kondisi pekerjaan.

Penggunaan *luxmeter*

- a. Hidupkan *luxmeter* yang telah dikalibrasi dengan membuka penutup sensor
- b. Bawa alat ke tempat titik pengukuran yang telah ditentukan, baik pengukuran untuk intensitas penerangan setempat atau umum.
- c. Baca hasil pengukuran pada layar monitor setelah menunggu beberapa saat sehingga didapat nilai angka yang stabil.
- d. Catat hasil pengukuran pada lembar hasil pencatatan untuk intensitas penerangan setempat

G. Kelelahan Mata

1. Definisi Kelelahan Pada Mata

Kelelahan mata adalah ketegangan pada mata dan disebabkan oleh penggunaan indera penglihatan dalam bekerja yang memerlukan kemampuan untuk melihat dalam jangka waktu yang lama dan biasanya disertai dengan kondisi pandangan yang tidak nyaman (Pheasant, 1991). Menurut Suma'mur (1999), kelelahan mata timbul sebagai stress intensif pada fungsi-fungsi mata seperti terhadap otot-otot akomodasi pada pekerjaan yang perlu pengamatan secara teliti atau terhadap retina akibat ketidaktepatan kontras. Kelelahan mata dapat dipengaruhi dari kuantitas iluminasi, kualitas iluminasi dan distribusi cahaya. Kualitas iluminasi adalah tingkat pencahayaan yang dapat berpengaruh pada kelelahan mata, penerangan yang tidak memadai akan menyebabkan otot iris mengatur pupil sesuai dengan intensitas penerangan yang ada. Kualitas iluminasi meliputi jenis penerangan, sifat fluktuasi serta warna penerangan yang digunakan. Distribusi cahaya yang kurang baik di lingkungan kerja dapat menyebabkan kelelahan mata.

Distribusi cahaya yang tidak merata sehingga menurunkan efisiensi tajam penglihatan dan kemampuan membedakan kontras. Kelelahan mata akibat dari pencahayaan yang kurang baik akan menunjukkan gejala kelelahan mata yang sering muncul antara lain : kelopak mata terasa berat, terasa ada tekanan dalam mata, mata sulit dibiarkan terbuka, merasa enak kalau kelopak mata sedikit ditekan, bagian mata paling dalam terasa sakit, perasaan mata berkedip, penglihatan kabur, tidak bisa difokuskan, penglihatan terasa silau, penglihatan seperti berkabut walau mata difokuskan, mata mudah berair, mata pedih dan berdenyut, mata merah, jika mata ditutup terlihat kilatan cahaya, kotoran mata bertambah, tidak dapat membedakan warna sebagaimana biasanya, ada sisa bayangan dalam mata, penglihatan tampak double, mata terasa panas, mata terasa kering (Pusat Hyperkes dan Keselamatan Kerja, 1995).

Gejala-gejala kelelahan mata tersebut penyebab utamanya adalah penggunaan otot-otot di sekitar mata yang berlebihan. Kelelahan mata dapat dikurangi dengan memberikan pencahayaan yang baik di tempat kerja. Sedangkan Sidarta (1991), menyebutkan bahwa gejala-gejala kelelahan mata antara lain : 1) Iritasi pada mata (mata pedih, merah, berair), 2) Penglihatan ganda, 3) Sakit sekitar mata, 4) Berkurangnya kemampuan akomodasi, 5) Menurunnya ketajaman penglihatan, kepekaan kontras dan kecepatan persepsi.

Tanda-tanda tersebut di atas terjadi bila iluminasi tempat kerja berkurang dan pekerja yang bersangkutan menderita kelainan refraksi mata yang tidak dikoreksi. Bila persepsi visual mengalami stress yang hebat tanpa disertai efek lokal pada otot akomodasi atau retina maka keadaan ini akan menimbulkan kelelahan syaraf. General Nervus Fatigue ini terutama akan terjadi bila pekerjaan yang dilakukan seseorang memerlukan konsentrasi, kontrol otot dan gerakan yang sangat tepat.

2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penglihatan.

a. Usia.

Menurut Dyer dan Morris (1990), usia mempengaruhi kemampuan penglihatan manusia. Dengan bertambahnya usia menyebabkan lensa mata berangsur-angsur kehilangan elastisitasnya, dan agak kesulitan melihat pada jarak dekat. Hal ini akan menyebabkan ketidaknyamanan penglihatan ketika mengerjakan sesuatu pada jarak

dekat, demikian pula penglihatan jauh. Menurut Guyton (1999) daya akomodasi menurun pada usia 45 – 50 tahun.

b. Riwayat Penyakit

Penyakit diabetes mellitus dan hipertensi sering dikaitkan dengan kemampuan penglihatan. Diabetes mellitus dapat berpengaruh terhadap mata yang berupa katarak senilis terjadi lebih awal dan berkembang lebih cepat, sedangkan diabetic retinopathy dapat menyebabkan gangguan pada retina yang menimbulkan berkurangnya penglihatan, pendarahan vitreous dan robeknya retina (Guyton, 1999). Sementara itu risiko hipertensi juga dapat mengenai mata yaitu pada bagian selaput jala mata atau retina sebagai akibat dari penciutan pembuluh-pembuluh darah mata dan komplikasinya sering bersifat fatal. Hipertensi yang sistemik yang menetap dapat berpengaruh pada mata yang berupa pendarahan retina, odema retina, exudasi yang menyebabkan hilangnya penglihatan (Sidarta, 1991).

c. Lamanya Melihat

Melihat dalam waktu lama berisiko terkena mata lelah atau astenopia (Afandi, 2002). Kelelahan mata adalah ketegangan pada mata dan disebabkan oleh penggunaan indera penglihatan dalam bekerja yang memerlukan kemampuan untuk melihat dalam jangka waktu yang lama dan biasanya disertai dengan kondisi pandangan yang tidak nyaman (Pheasant, 1991).

d. Jarak Pandang dan sudut pandang

Menurut Jaschinski (1991), melihat ke layar dengan jarak 20 inci dirasakan terlalu dekat. Jarak yang sesuai adalah 40 inci. Sedangkan menurut Grandjean (1991) jarak rata-rata ideal melihat ke layar adalah 30 inci. Sudut penglihatan (visual angle) didefinisikan sebagai sudut yang berhadapan dengan objek pada mata.

e. Masa Kerja

Masa kerja berkaitan dengan proses aklimatisasi tenaga kerja terhadap iklim kerja tertentu sehingga menjadi terbiasa terhadap iklim kerja tersebut dan kondisi fisik, faal dan psikis tidak mengalami efek buruk dari iklim kerja yang dimaksud. Pekerja baru yang mulai bekerja pada lingkungan kerja dengan tekanan panas yang tinggi akan mengalami proses aklimatisasi terhadap intensitas paparan panas yang sebelumnya tidak pernah mengalaminya. Proses aklimatisasi ini biasanya memerlukan waktu 7-10 hari (Santoso, 2004).

f. Bentuk dan Ukuran Objek Kerja

Dalam ruang lingkup pekerjaan, faktor yang menentukan adalah ukuran objek, derajat kontras di antara objek dan sekelilingnya, luminansi dari lapangan penglihatan, yang tergantung dari penerangan dan pemantulan pada arah si pengamat, serta lamanya melihat (Suma'mur, 1989).

g. Faktor penerangan

Luminansi adalah banyaknya cahaya yang dipantulkan oleh permukaan objek. Jumlah sumber cahaya yang tersedia juga mempengaruhi kepekaan mata terhadap warna tertentu. Tingkat luminansi juga akan mempengaruhi kemampuan mata melihat objek gambar dan pada usia tua diperlukan intensitas penerangan lebih besar untuk melihat objek gambar. Semakin besar luminansi dari sebuah objek, rincian objek yang dapat dilihat oleh mata juga akan semakin bertambah. Kesilauan juga mempengaruhi penglihatan tenaga kerja. Menurut Grandjean (1988), silau adalah suatu proses adaptasi yang berlebihan pada mata sebagai akibat dari retina terkena sinar yang

berlebihan.

3. Mekanisme Terjadinya Kelelahan Mata

Penerangan ruangan kerja yang kurang dapat mengakibatkan kelelahan mata, akan tetapi penerangan yang terlalu kuat dapat menyebabkan kesilauan, menurut Soewarno (1992), penerangan yang memadai bisa mencegah terjadinya Astenopia (kelelahan mata) dan mempertinggi kecepatan serta efisiensi membaca.

Penerangan yang kurang bukannya menyebabkan penyakit mata tetapi menimbulkan kelelahan mata. Kelelahan mata disebabkan oleh stress yang terjadi pada fungsi penglihatan. Stress pada otot yang berfungsi untuk akomodasi dapat terjadi pada saat seseorang berupaya untuk melihat pada obyek berukuran kecil dan pada jarak yang dekat dalam waktu yang lama. Pada kondisi demikian, otot-otot mata akan bekerja secara terus menerus dan lebih dipaksakan. Ketegangan otot-otot pengakomodasi (korpus siliaris) makin besar sehingga terjadi peningkatan asam laktat dan sebagai akibatnya terjadi kelelahan mata, stress pada retina dapat terjadi bila terdapat kontras yang berlebihan dalam lapangan penglihatan dan waktu pengamatan yang cukup lama.

BAB VII TEKANAN PANAS

A. Pengertian Tekanan Panas

Menurut ACGIH (2000), tekanan panas (*heat stress*) didefinisikan sebagai 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. Sedangkan menurut Santoso (2004) tekanan panas adalah beban iklim kerja yang diterima oleh tubuh manusia. Sementara itu Suma'mur (1996) menjelaskan tekanan panas adalah kombinasi dari suhu udara, kelembaban udara, kecepatan gerakan udara dan suhu radiasi yang dihubungkan dengan produksi panas oleh tubuh.

B. Keseimbangan suhu tubuh manusia

Tubuh manusia mempunyai kemampuan untuk mengatur keseimbangan suhu agar berada dalam keadaan yang menetap (*homeotermis*), fungsi ini dinamakan sistem pengatur suhu (*Thermoregulatory system*) yang dijalankan oleh hipotalamus. Suhu tubuh akan tetap jika panas yang dihasilkan dengan pertukaran suhu antara tubuh dengan lingkungan sekitar seimbang. Tubuh memproduksi panas ditentukan oleh dari kegiatan fisik, makanan, pengaruh berbagai bahan kimia dan gangguan pada sistem pengatur keseimbangan suhu tubuh misalnya penyakit infeksi. Tubuh mengeluarkan panas bisa melalui mekanisme konduksi, konveksi, radiasi dan penguapan (*evaporasi*).

Konduksi ialah pertukaran panas antara tubuh dengan benda-benda sekitar melalui sentuhan atau kontak langsung. Konduksi bisa mengurangi panas tubuh jika benda-benda tersebut lebih dingin suhunya dan dapat meningkatkan suhu tubuh jika benda-benda tersebut suhunya lebih panas dari suhu tubuh manusia. Contoh dari mekanisme ini adalah jika kita berbaring pada lantai marmer yang dingin maka suhu tubuh akan sebagian berpindah pada marmer tersebut. Konveksi adalah pertukaran panas dari badan dengan lingkungan melalui kontak udara dengan tubuh. Udara adalah penghantar panas yang kurang baik, tetapi dapat mengurangi panas tubuh. Kemampuan ini ditentukan oleh suhu udara dan kecepatan angin. Contoh dari konveksi adalah menurunkan suhu tubuh dengan bantuan kipas angin

Tubuh manusia memancarkan gelombang panas, hal ini ditentukan juga oleh suhu benda-benda sekitar. Selain itu mekanisme yang penting sekali dan bersifat otomatis adalah penguapan panas melalui keringat atau melalui paru-paru. Mekanisme ini dinamakan *evaporasi*. Menurut Alpaugh (1998), keseimbangan suhu tubuh adalah fungsi dari persamaan :

$$H = M \pm R \pm C - E$$

Dimana :

H = body heat (panas tubuh)

M = internal heat gain /metabolic (panas tubuh dari metabolisme)

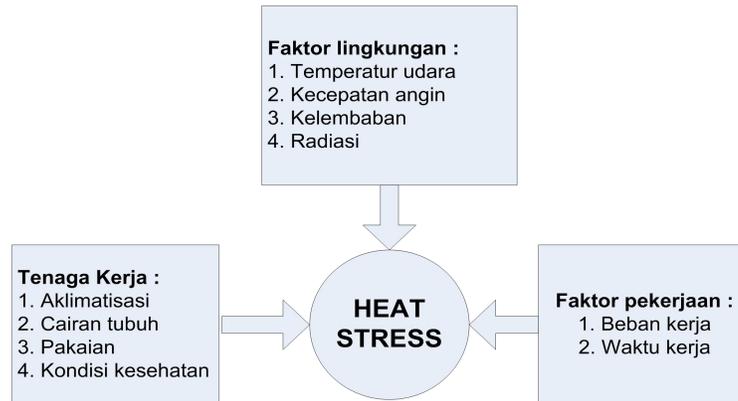
R = radiant heat gain (panas tubuh dari radiasi)

C = convection heat gain (panas tubuh dari konveksi)

E = evaporation/cooling (pendinginan oleh proses evaporasi)

C. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tekanan Panas

Menurut Worksafe BC (2007), faktor-faktor yang berkontribusi terhadap tekanan panas di tempat kerja adalah : faktor lingkungan yang terdiri atas temperatur udara, pergerakan udara, kelembaban dan radiasi panas; faktor tenaga kerja seperti kemampuan beraklimatisasi, jumlah cairan tubuh, pakaian dan kondisi kesehatan; Pekerjaan berupa beban kerja, dan waktu kerja.



Faktor-faktor yang mempengaruhi tekanan panas menurut sumber lain meliputi : aklimatisasi, umur, jenis kelamin, perbedaan suku bangsa, ukuran tubuh dan gizi (NIOSH, 1986; WHO, 1996; Siswanto, 1987):

1. Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah suatu proses adaptasi fisiologis yang ditandai dengan pengeluaran keringat yang meningkat, penurunan denyut nadi dan suhu tubuh sebagai akibat pembentukan keringat. Aklimatisasi terhadap suhu tinggi merupakan hasil penyesuaian diri seseorang terhadap lingkungannya. Untuk aklimatisasi terhadap panas ditandai dengan penurunan frekuensi denyut nadi dan suhu tubuh sebagai akibat pembentukan keringat. Aklimatisasi ini ditujukan kepada suatu pekerjaan dan suhu tinggi untuk beberapa waktu misalnya dua jam. Mengingat pembentukan keringat tergantung pada kenaikan suhu dalam tubuh. Aklimatisasi panas biasanya tercapai sesudah dua minggu.

2. Umur

Daya tahan seseorang terhadap panas akan menurun pada umur yang lebih tua. Orang yang lebih tua akan lebih lambat keluar keringatnya dibandingkan dengan orang yang lebih muda. Orang yang lebih tua memerlukan waktu yang lama untuk mengembalikan suhu tubuh menjadi normal setelah terpapar panas. Suatu studi menemukan bahwa 70% dari seluruh penderita stroke akibat paparan panas (*heat stroke*) mereka yang berusia lebih dari 60 tahun. Denyut nadi maksimal dari kapasitas kerja yang maksimal berangsur-angsur menurun sesuai dengan bertambahnya umur.

3. Jenis Kelamin

Dikarenakan secara anatomis kapasitas kardiovaskuler laki-laki lebih besar dari wanita, maka laki-laki dianggap mempunyai kemampuan beraklimatisasi sedikit lebih baik dari wanita.

4. Perbedaan Suku Bangsa

Perbedaan aklimatisasi yang ada diantara kelompok suku bangsa ada tetapi kecil. Perbedaan ini sering dikaitkan dengan perbedaan ukuran tubuh. Adanya perbedaan ukuran tubuh akan mempengaruhi reaksi fisiologis tubuh terhadap panas. Laki-laki dengan ukuran tubuh yang lebih kecil dapat mengalami tekanan panas yang lebih besar, hal ini dikarenakan mereka mempunyai kapasitas kerja maksimal yang lebih kecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja yang berat badannya kurang dari 50 Kg selain mempunyai *maximal oxygen intake* yang rendah tetapi juga kurang toleran terhadap panas dari pada mereka yang mempunyai berat badan rata-rata.

5. Gizi (Nutrition)

Seseorang yang status gizinya jelek akan menunjukkan respon yang berlebihan terhadap tekanan panas, hal ini disebabkan karena sistem kardiovaskuler yang tidak stabil.

D. Pengukuran Tekanan Panas

Untuk mengetahui besarnya pengaruh panas lingkungan pada tubuh, para ahli telah berusaha untuk mencari metode pengukuran sederhana yang dinyatakan dalam bentuk indeks (Depkes RI, 2003). Indikator tekanan panas dalam industri dimaksudkan sebagai cara pengukuran dengan menyatukan efek sebagai faktor yang mempengaruhi pertukaran panas manusia dan lingkungannya dalam satu indeks tunggal. Ada empat indikator tekanan panas (Suma'mur, 1999) yaitu:

1. Suhu efektif (*Corrected Effective Temperature*)

yaitu indeks sensoris dari tingkat panas yang dialami oleh seseorang tanpa baju dan kerja ringan dalam berbagai kombinasi suhu, kelembaban dan kecepatan aliran udara. Cara ini mempunyai kelemahan yaitu tidak memperhitungkan panas radiasi dan panas metabolisme tubuh. Untuk penyempurnaannya pemakaian suhu efektif dengan memperhatikan panas radiasi, maka dibuatlah skala suhu efektif yang dikoreksi (*Corrected Effective Temperature Scale*).

2. Indeks kecepatan keluar keringat selama 4 jam /*Predicted-4 Hour Sweatrate*

Yaitu keringat keluar selama 4 jam, sebagai akibat kombinasi suhu kelembaban dan kecepatan udara serta radiasi, dapat pula dikoreksi dengan pakaian dan tingkat kegiatan pekerja.

3. Indeks *Belding-Heacth* (*Heat Stress Index*)

Dihubungkan dengan kemampuan berkeringat dari orang normal yang dijadikan standar, yaitu seseorang dengan tinggi badan 170 cm dan berat 154 pond dalam keadaan sehat dan memiliki kesegaran jasmani, serta telah beraklimatisasi terhadap panas.

4. ISBB (Indeks Suhu Bola Basah)

Merupakan cara pengukuran yang paling sederhana karena tidak banyak membutuhkan keterampilan, cara atau metode yang sulit dan besarnya tekanan panas dapat dilihat dengan cepat. Perkembangan teknologi saat ini telah menghasilkan beberapa instrument pengukur panas dengan indikator ISBB yang dengan mudah bisa dapat divisualisasikan pada layar monitor.

a. Untuk pekerjaan yang mengalami kontak dengan sinar matahari (*outdoor*) adalah :

$$ISBB = (0,7 \times \text{suhu basah}) + (0,2 \times \text{suhu radiasi}) + (0,1 \times \text{suhu kering})$$

- b. Untuk pekerjaan yang tidak kontak dengan sinar matahari (*indoor*) digunakan rumusan sebagai berikut :

$$ISBB = (0,7 \times \text{suhu basah}) + (0,3 \times \text{suhu radiasi})$$

Dalam hubungannya dengan pekerjaan, iklim kerja sangat berpengaruh terhadap efektifitas dan produktivitas kerja. Suatu pekerjaan akan optimal apabila dilakukan pada ruangan yang berada pada kisaran area nikmat kerja. Terdapat hasil penelitian yang menunjukkan suhu nikmat kerja untuk orang Indonesia yaitu sekitar 24 – 26°C. Apabila suhu terlalu dingin maka akan berpengaruh terhadap penurunan efisiensi dengan keluhan kekakuan gerak atau berkurangnya koordinasi otot. Begitu pula dengan suhu yang terlalu panas akan mengurangi kelincihan, memperpanjang waktu reaksi dan waktu pengambilan keputusan, mengganggu kecermatan kerja otak, mengganggu koordinasi syaraf sensoris serta meningkatkan nilai ambang rangsang.

E. Nilai Ambang Batas Tekanan Panas

Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja nomor 51 tahun 1999, nilai ambang batas iklim kerja adalah sebagai berikut :

Pengaturan waktu kerja setiap jam		ISBB °C		
		Beban kerja		
Waktu kerja	Waktu istirahat	Ringan	Sedang	Berat
Kerja terus menerus (8 jam sehari)		30.0	26.7	25.0
75 %	25 %	30.6	28.0	25.9
50 %	50 %	31.4	29.4	27.9
25 %	75 %	32.2	31.1	30.0

F. Dampak Tekanan Panas

Menurut OSHA (2003) paparan panas pada manusia/tenagakerja dapat menyebabkan dehidrasi, *heat rush*, *heat fatigue*, *heat cramps*, *heat exhaustion*, *heat syncope* dan *heat stroke*. *Dehidrasi* : Penguapan yang berlebihan akan mengurangi volume darah.pada tingkat awal aliran darah akan menurun dan otak kekurangan oksigen. Orang akan mengalami kelelahan. Apabila berlanjut akan merusak fungsi sel sehingga menurunkan efisiensi otot, mengurangi sekresi air liur, sulit menelan, gelisah, pengumpulan asam di jaringan. Suhu tubuh meningkat disertai uremia dan dapat berakhir dengan kematian

Heat Rush : Yang paling umum ialah *prickly heat (miliaria rubra)* yang terlihat sebagai papula merah, Terjadi akibat sumbatan kelenjar keringat dan retensi keringat, Gejala bisa berupa lecet terus menerus, panas disertai gatal yg menyengat, Bersifat akut dan mengganggu tidur karena efisiensi fisiologis menurun. *Heat Fatigue* : Adalah gangguan pada kemampuan motorik dalam kondisi panas, Gerakan tubuh menjadi lambat, kurang waspada terhadap tugas. Faktor predisposisi gangguan ini adalah kurangnya aklimatisasi. *Heat Cramps* : Ialah kekejangan otot yg diikuti penurunan

sodium klorida dalam darah sampai dibawah tingkat kritis, Dapat terjadi sendiri atau bersama dengan kelelahan panas, Kekejangan timbul secara mendadak, Penyebab utama adalah defisiensi garam beserta ion-ion tubuh yang lain yang dibutuhkan untuk kontraksi dan relaksasi otot.

Heat Ekhaustion : Gangguan yg lebih ringan dari *heat syncope* yg berhubungan dengan kekurangan cairan tubuh dan elektrolit, Timbul akibat kolaps sirkulasi darah perifer karena dehidrasi dan defisiensi garam, Dalam usaha menurunkan panas, darah ke perifer bertambah yg mengakibatkan keringat bertambah , terjadi penimbunan darah perifer, suply darah ke organ lain tidak adekuat sehingga timbul gangguan. *Heat Syncope* : ialah keadaan kolaps atau kehilangan kesadaran selama pemajanan panas dan tanpa kenaikan suhu tubuh atau penghentian keringat. Gejala lain berupa lemah ketika berdiri, pembuluh darah di kulit membesar dan susah bergerak dalam lingkungan panas, Terjadi karena penyatuan darah dalam pembuluh darah kulit yang membesar dengan bagian tubuh yang lebih rendah, Faktor penunjang adalah aklimatisasi yg tidak sempurna dan kondisi yg tidak fit.

Heat Stroke : Adalah 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, Resiko ini terjadi jika kombinasi beban kerja (produksi panas metabolisme) dan tekanan panas lingkungan cukup untuk menghasilkan respon fisiologis yg tidak dapat diatasi oleh tubuh, Gambaran klinis berupa kerusakan SSP, tidak berkeringat dan suhu rektum lebih dari 40°C (105,8°F). Gejala awal hampir sama dengan kelelahan panas (sakit kepala, malaise, badan terasa panas). Secara tiba-tiba terjadi penurunan kesadaran (delirium), kejang jika suhu terus naik, kulit panas, kemerahan dan kering, tidak ada keringat, pernafasan cepat, nadi cepat, sistole normal atau meninggi, diastole menurun sampai kurang dari 60 mmhg. Merupakan dampak paparan panas yg paling serius dan sering menimbulkan kerusakan permanen jika tidak segera diatasi.

Melengkapi pendapat sebelumnya, menurut Putra (2004), efek-efek panas bagi tubuh manusia akan berdampak pada tingkat kemampuan fisik dan mental, sebagai berikut :

No	Tingkat temperatur	Efek terhadap tubuh
1	± 49°C	Temperatur dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh di atas tingkat kemampuan fisik dan mental
2	± 30°C	Aktivitas dan daya tangkat mulai menurun dan cenderung membuat kesalahan kerja
	± 24°C	Kondisi optimum
	± 10°C	Mulai muncul kekakuan fisik yang ekstrim

G. Pencegahan dampak merugikan dari tekanan panas

Menurut Depkes RI (2003), pencegahan terhadap gangguan panas meliputi : pemberian air minum, garam, makanan, istirahat, tidur dan pakaian. Air minum merupakan unsur pendingin tubuh yang penting dalam lingkungan panas. Air diperlukan untuk mencegah terjadinya dehidrasi akibat berkeringat dan pengeluaran urine. Garam (NaCl). Pada keluaran keringat yang banyak, perlu menambah pemberian garam, akan tetapi tidak boleh berlebihan karena dapat menimbulkan haus dan mual. Sesudah

makan, sebagian besar darah mengalir ke daerah khusus untuk menyerap hasil pencernaan. Istirahat bermanfaat untuk menghindari terjadinya efek kelelahan kumulatif. Tidur untuk menghindari efek kelelahan setelah aktivitas fisik yang berat yang dilakukan pada lingkungan kerja yang panas, tubuh memerlukan istirahat yang cukup dan tidur sekitar 7 jam sehari. Pakaian melindungi permukaan dari radiasi sinar matahari, tetapi dapat menghambat terjadinya konveksi kulit dengan aliran udara. Untuk itu disarankan agar memakai pakaian yang cukup longgar terutama bagian leher, ujung lengan, ujung celana dan terbuat dari bahan yang mudah menyerap keringan.

Sebelumnya, NIOSH (1996) telah merekomendasikan aklimatisasi bagi tenaga kerja. Pada batas tertentu tubuh manusia dapat beradaptasi terhadap tekanan panas, hal ini dinamakan aklimatisasi fisiologis. Setelah periode aklimatisasi, pada aktivitas yang sama beban kerja kardiovaskuler tidak akan terlalu besar. Pembuangan panas tubuh melalui pengeluaran keringat akan lebih efisien dan tenaga kerja akan lebih mudah mempertahankan suhu tubuh normal.

H. Pengendalian panas

Rekomendasi NIOSH (1996) dan Siswanto (1987) untuk pengendalian tekanan panas di tempat kerja adalah sebagai berikut :

1. Rekayasa teknik

- a. Ventilasi umum : cara ini dilakukan untuk mencampurkan udara yang panas dengan udara yang dingin dari luar ruangan. Sistem ventilasi permanen biasanya dipakai untuk mendinginkan seluruh ruangan. Sementara pada ruangan kerja yang lebih kecil biasanya dipakai sistem ventilasi lokal atau portabel. Ventilasi umum dinilai tidak dapat menanggulangi panas radiasi yang tinggi.
- b. Ventilasi setempat yang bertujuan untuk mengendalikan panas konveksi yaitu dengan menghisap keluar udara yang panas
- c. Isolasi terhadap benda-benda yang panas akan mencegah keluarnya panas ke lingkungan. Ini dapat dilakukan misalnya dengan membalut pipa-pipa yang panas, menutupi tangki –tangki yang berisi air panas sehingga dapat mengurangi aliran panas yang timbul. Cara ini adalah paling praktis untuk membatasi paparan seseorang terhadap panas dan merupakan cara pengendalian yang dianjurkan bila ditempat kerja terdapat sumber panas yang sangat tinggi.
- d. Tirai radiasi yang terbuat dari lempengan aluminium, baja antikorosi atau dari bahan metal yang permukaannya mengkilap.
- e. Pendinginan Lokal yang dilakukan dengan cara mengalirkan udara yang sejuk ke sekitar pekerja dengan tujuan menggantikan udara yang panas dengan udara yang sejuk dan dialirkan pada kecepatan tinggi.

2. Pengendalian secara administratif dan praktek kerja yang aman

Pelatihan adalah kunci untuk praktik kerja yang baik, NIOSH (1986) menyatakan bahwa program pelatihan pengendalian tekanan panas di tempat kerja harus menyangkut beberapa komponen, antara lain :

- a. Pengetahuan tentang potensi bahaya tekanan panas di tempat kerja
- b. Pengenalan faktor penyebab, tanda-tanda bahaya serta gejala-gejala yang akan timbul pada tenaga kerja jika terpapar panas berlebihan

- c. Keterampilan prosedur tindakan pertama (*first aid*), dan potensial efek terhadap kesehatan
- d. Tanggungjawab tenaga kerja untuk mengurangi paparan panas
- e. Penggunaan alat pelindung diri
- f. Program perlindungan tenaga kerja dan lingkungan kerja dari paparan panas.
 - Pengendalian secara administratif yang dianjurkan NIOSH (1996) antara lain :
 - a. Penurunan/pengurangan beban kerja fisik tenaga kerja dengan penggunaan alat bantu pekerjaan (seperti mengangkat dan memindahkan benda yang berat)
 - b. Menyediakan ruang *recovery* (seperti ruangan yang cukup luas dan ber-AC)
 - c. Pengaturan giliran kerja untuk meminimalkan paparan
 - d. Pengaturan waktu istirahat yang teratur disertai pemberian air minum
 - e. Pengadaan tenaga kerja bantuan dan membatasi jumlah tenaga kerja yang berada di ruang panas.

I. Tekanan Panas dan Kelelahan Kerja

1. Definisi kelelahan kerja

Kelelahan kerja menurut Suma'mur (1996), merupakan proses menurunnya efisiensi, performans kerja dan berkurangnya kekuatan/ ketahanan fisik tubuh untuk terus melanjutkan kegiatan yang harus dilakukan. Menurut Nurmianto (2003), kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja. Meningkatnya kesalahan kerja akan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja dalam industri. Menurut Tarwaka (2004), kelelahan kerja merupakan suatu mekanisme perlindungan tubuh agar terhindar dari kerusakan lebih lanjut, sehingga dengan demikian terjadilah pemulihan setelah istirahat. Sementara itu menurut Budiono (2003), kelelahan kerja adalah suatu kondisi yang disertai penurunan efisiensi dan kebutuhan dalam bekerja.

Menurut Tim Balai Hiperkes Surabaya (2004), berdasarkan pengukuran dengan menggunakan waktu rekasi terhadap rangsangan, kelelahan kerja dikategorikan sebagai berikut :

1. Normal : waktu reaksi 150,0 – 240,0 mili detik
2. Kelelahan Kerja Ringan (KKR) : waktu reaksi >240,0 - <410,0 mili detik
3. Kelelahan Kerja Sedang (KKS) : waktu reaksi >410,0 – <580,0 mili detik
4. Kelelahan Kerja Berat (KKB) : waktu reaksi \geq 580,0 mili detik

2. Penyebab Kelelahan

Kelelahan mempunyai beragam penyebab yang berbeda, yaitu :

- a. Beban Kerja, merupakan volume pekerjaan yang dibebankan kepada tenaga kerja, baik fisik maupun mental dan tanggung jawab. Beban kerja yang melebihi kemampuan akan mengakibatkan kelelahan kerja (Depkes, 1991).
- b. Beban Tambahan, beban tambahan merupakan beban diluar beban kerja yang harus ditanggung oleh pekerja. Beban tambahan tersebut berasal dari lingkungan kerja yang memiliki potensi bahaya seperti lingkungan kerja. Lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi kelelahan adalah:
 - Iklm Kerja, yaitu hasil perpaduan antara suhu, kelembaban, kecepatan gerakan udara dan panas radiasi dengan tingkat pengeluaran panas dari tubuh tenaga kerja sebagai akibat pekerjaannya (Kepmenaker, No:

Kep-51/MEN/1999). Suhu yang terlalu rendah dapat menimbulkan keluhan kaku dan kurangnya koordinasi sistem tubuh, sedangkan suhu terlalu tinggi akan menyebabkan kelelahan dengan akibat menurunnya efisiensi kerja, denyut jantung dan tekanan darah meningkat, aktivitas organ-organ pencernaan menurun, suhu tubuh meningkat, dan produksi keringat meningkat (Rasjid dkk, 1989).

- Kebisingan, yaitu suara atau bunyi yang tidak dikehendaki karena pada tingkat atau intensitas tertentu dapat menimbulkan gangguan, terutama merusak alat pendengaran. Kebisingan akan mempengaruhi faal tubuh seperti gangguan pada saraf otonom yang ditandai dengan bertambahnya metabolisme, bertambahnya tegangan otot sehingga mempercepat kelelahan.
- Penerangan, penerangan ditempat kerja merupakan salah satu sumber cahaya yang menerangi bendabenda ditempat kerja. Penerangan yang baik adalah penerangan yang memungkinkan tenaga kerja melihat pekerjaan dengan teliti, cepat dan tanpa upaya yang tidak perlu serta membantu menciptakan lingkungan kerja yang nikmat dan menyenangkan. Penerangan tempat kerja yang tidak adekuat juga bisa menyebabkan kelelahan mata, akan tetapi penerangan yang terlalu kuat dapat menyebabkan kesilauan.

c. Faktor Individu

1. Umur, umur dapat mempengaruhi kelelahan kerja. Semakin tua umur seseorang semakin besar tingkat kelelahan. Fungsi faal tubuh yang dapat berubah karena faktor usia mempengaruhi ketahanan tubuh dan kapasitas kerja seseorang (Suma'mur, 1999).
2. Masa Kerja, masa kerja dapat mempengaruhi pekerja baik positif maupun negative, akan memberikan pengaruh positif bila semakin lama seseorang bekerja maka akan berpengalaman dalam melakukan pekerjaannya. Sebaliknya akan memberikan pengaruh negatif apabila semakin lama bekerja akan menimbulkan kelelahan dan kebosanan. Semakin lama seseorang dalam bekerja maka semakin banyak dia telah terpapar bahaya yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja tersebut. Secara garis besar masa kerja dapat dikategorikan menjadi 3 (Budiono, 2003), yaitu: masa kerja < 6 tahun, masa kerja 6-10 tahun, masa kerja >10 tahun.

3. Jenis Kelelahan Kerja

Kelelahan kerja dapat dibedakan berdasarkan prosesnya, waktu terjadinya dan penyebabnya :

a. Proses

Menurut prosesnya, kelelahan kerja dibedakan menjadi kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot ialah menurunnya kinerja sesudah mengalami stress tertentu yang ditandai dengan menurunnya kekuatan dan kelambanan gerak. Kelelahan umum, menurut Grandjean (1985) ialah suatu perasaan yang menyebar yang disertai adanya penurunan kesiagaan dan kelambanan pada setiap aktivitas.

Perasaan adanya kelelahan secara umum ditandai dengan berbagai kondisi antara lain : kelelahan visual, yaitu ketegangan yang terjadi pada organ visual (mata); Kelelahan mental, yaitu kelelahan yang disebabkan oleh pekerjaan mental atau intelektual (proses berpikir); Kelelahan syaraf, yaitu kelelahan yang

disebabkan oleh tekanan berlebihan pada salah satu bagian sistem psikomotor, seperti pada pekerjaan yang membutuhkan keterampilan; Kelelahan monotonis, yaitu kelelahan yang disebabkan oleh aktivitas kerja yang bersifat rutin, monoton, atau lingkungan kerja yang sangat menjemukan; Kelelahan kronis, yaitu kelelahan yang disebabkan oleh akumulasi efek jangka panjang; Kelelahan sirkadian, yaitu bagian dari ritme siang-malam dan memulai periode tidur yang baru. Pengaruh-pengaruh tersebut terakumulasi di dalam tubuh manusia dan menimbulkan perasaan lelah yang dapat menyebabkan seseorang berhenti bekerja (beraktifitas).

b. Waktu terjadinya kelelahan

Menurut waktu terjadinya, kelelahan kerja dibedakan menjadi kelelahan akut dan kronis. Kelelahan akut, disebabkan oleh kerja suatu organ atau seluruh organ tubuh secara berlebihan dan datangnya secara tiba-tiba. Kelelahan kronis, merupakan kelelahan yang terjadi sepanjang hari dalam jangka waktu yang lama dan kadang-kadang terjadi sebelum melakukan pekerjaan, selain itu timbulnya keluhan psikosomatis seperti meningkatnya ketidakstabilan jiwa, kelesuan umum, meningkatnya sejumlah penyakit fisik seperti sakit kepala, perasaan pusing, sulit tidur, masalah pencernaan, detak jantung yang tidak normal, dan lain-lain.

c. Penyebab terjadinya kelelahan

Berdasarkan penyebabnya, kelelahan dibedakan karena faktor fisik dan psikologis. Faktor fisiologis merupakan kelelahan yang disebabkan karena adanya faktor lingkungan fisik, seperti penerangan, kebisingan, panas dan suhu. Faktor psikologis terjadi apabila adanya pengaruh hal-hal diluar diri yang berwujud pada tingkah laku atau perbuatan dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, seperti suasana kerja, interaksi dengan sesama pekerja maupun dengan atasan. (Depnaker RI, 2004).

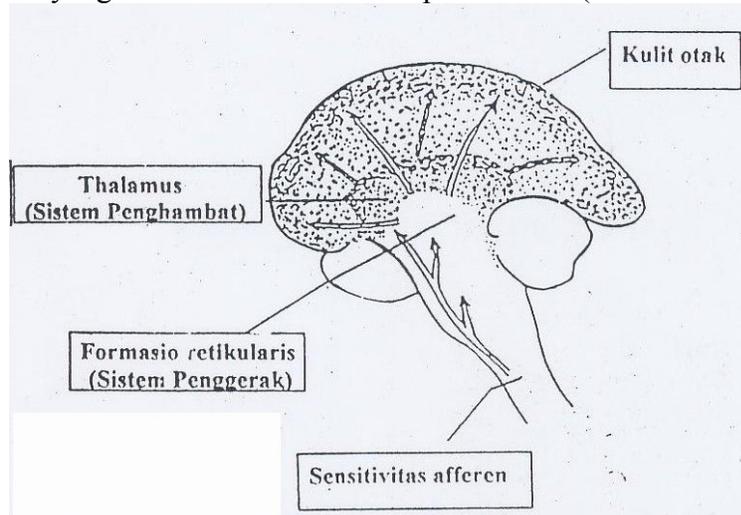
4. Mekanisme Kelelahan

Konsep kelelahan merupakan reaksi fungsional dari pusat kesadaran yaitu cortex cerebri yang dipengaruhi oleh dua sistem penghambat (inhibisi dan system penggerak/aktivasi). Sampai saat ini masih berlaku dua teori tentang kelelahan otot, yaitu: *Teori kimia*, secara teori kimia bahwa terjadinya kelelahan adalah akibat berkurangnya cadangan energi dan meningkatnya sistem metabolisme sebagai penyebab hilangnya efisiensi otot, sedangkan perubahan arus listrik pada otot dan syaraf adalah penyebab sekunder. *Teori syaraf pusat*, bahwa perubahan kimia hanya penunjang proses, yang mengakibatkan dihantarkannya rangsangan syaraf oleh syaraf sensorik ke otak yang disadari sebagai kelelahan otot. Rangsangan aferen ini menghambat pusat-pusat otak dalam mengendalikan gerakan sehingga frekuensi potensial gerakan pada sel syaraf menjadi berkurang. Berkurangnya frekuensi ini akan menurunkan kekuatan dan kecepatan kontraksi otot dan gerakan atas perintah kemauan menjadi lambat.

Kondisi dinamis dari pekerjaan akan meningkatkan sirkulasi darah yang juga mengirimkan zat-zat makanan bagi otot dan mengusir asam laktat. Karena suasana kerja dengan otot statis aliran darah akan menurun, maka asam laktat akan terakumulasi dan mengakibatkan kelelahan otot lokal. Disamping itu juga

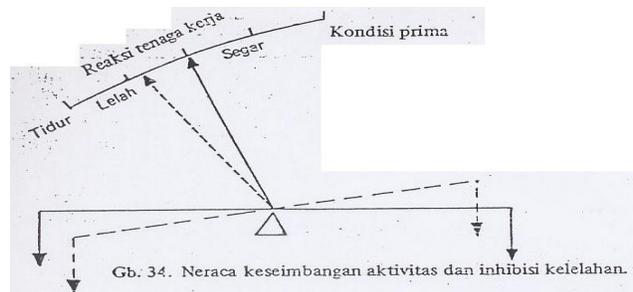
dikarenakan beban otot yang tidak merata pada jaringan tertentu yang pada akhirnya akan mempengaruhi kinerja (performance) seseorang (Nurmianto, 2003).

Kelelahan diatur oleh sentral dari otak. Pada susunan syaraf pusat, terdapat sistem aktivasi dan inhibisi. Kedua sistem ini saling mengimbangi tetapi kadang-kadang salah satu daripadanya lebih dominan sesuai dengan kebutuhan. Sistem aktivasi bersifat simpatis, sedang inhibisi adalah parasimpatis. Agar tenaga kerja berada dalam keserasian dan keseimbangan, kedua sistem tersebut berada pada kondisi yang memberikaan stabilitas pada tubuh. (Suma'mur PK, 1999)



Kelelahan yang terus menerus terjadi setiap hari akan berakibat terjadinya kelelahan yang kronis. Perasaan lelah tidak saja terjadi sesudah bekerja pada sore hari, tetapi juga selama bekerja, bahkan kadang-kadang sebelumnya. Perasaan lesu tampak sebagai suatu gejala. Gejala-gejala psikis ditandai dengan perbuatan-perbuatan anti sosial dan perasaan tidak cocok dengan sekitarnya, sering depresi, kurangnya tenaga serta kehilangan inisiatif. Tanda-tanda psikis ini sering disertai kelainan-kelainan psikologis seperti sakit kepala, vertigo, gangguan pencernaan, tidak dapat tidur dan lain-lain. Kelelahan kronis demikian disebut kelelahan klinis. Hal ini menyebabkan tingkat absentisme akan meningkat terutama mangkir kerja pada waktu jangka pendek disebabkan kebutuhan istirahat lebih banyak atau meningkatnya angka sakit. Kelelahan klinis terutama terjadi pada mereka yang mengalami konflik-konflik mental atau kesulitan-kesulitan psikologis. Sikap negatif terhadap kerja, perasaan terhadap atasan atau lingkungan kerja memungkinkan faktor penting dalam sebab ataupun akibat (Suma'mur, 1996).

Kelelahan diatur secara sentral oleh otak. Pada susunan saraf pusat, terdapat sistem aktivasi dan inhibisi. Kedua sistem ini saling mengimbangi tetapi kadang-kadang salah satu dari padanya lebih dominan sesuai dengan keperluan. Sistem aktivasi bersifat simpatis, sedangkan inhibisi adalah parasimpatis. Agar tenaga kerja berada dalam keserasian dan keseimbangan, kedua sistem tersebut harus berada pada kondisi yang memberikan stabilitasi kepada tubuh (Suma'mur, 1989).



Gambar 3

Neraca keseimbangan aktivitas dan inhibisi kelelahan (Suma'mur, 1989)

5. Faktor yang Mempengaruhi Kelelahan

Menurut Grandjean (1988), faktor penyebab kelelahan kerja berkaitan dengan: Sifat pekerjaan seperti pekerjaan yang monoton (kurang bervariasi), intensitas lamanya pembebanan fisik dan mental. Lingkungan kerja misalnya kebisingan, pencahayaan & cuaca kerja. Faktor psikologis misalnya rasa tanggungjawab dan khawatir yang berlebihan, konflik yang kronis/ menahun serta status kesehatan dan status gizi.

Menurut Siswanto (1991) faktor penyebab kelelahan kerja berkaitan dengan: Pengorganisasian kerja yang tidak menjamin istirahat dan rekreasi, variasi kerja dan intensitas pembebanan fisik yang tidak serasi dengan pekerjaan. Faktor Psikologis, misalnya rasa tanggungjawab dan khawatir yang berlebihan, serta konflik yang kronis/ menahun. Lingkungan kerja yang tidak menjamin kenyamanan kerja serta tidak menimbulkan pengaruh negatif terhadap kesehatan pekerja. Status kesehatan (penyakit) dan status gizi. Monotoni (pekerjaan/ lingkungan kerja yang membosankan)

Menurut Suma'mur (1989) terdapat lima kelompok sebab kelelahan yaitu: 1) Keadaan monoton, 2) Beban dan lamanya pekerjaan baik fisik maupun mental, 3) Keadaan lingkungan seperti cuaca kerja, penerangan dan kebisingan, 4) Keadaan kejiwaan seperti tanggungjawab, kekhawatiran atau konflik, dan 5) Penyakit, perasaan sakit dan keadaan gizi.

Selain penyebab diatas, ada faktor individu yang mempengaruhi tingkat kelelahan. Faktor individu meliputi umur, jenis kelamin, status gizi, kondisikesehatan, kondisi psikologi dan sikap kerja.

- 1) Jenis Kelamin, Jenis kelamin dapat menentukan tingkat kelelahan kerja. Biasanya wanita lebih mudah lelah dibanding pria. Hal tersebut dikarenakan ukuran tubuh dan kekuatan otot tenaga kerja wanita relatif kurang dibanding pria, secara biologis wanita mengalami siklus haid, kehamilan dan menopause, dan secara social kultural, yaitu akibat kedudukan sebagai ibu dalam umah tangga dan tradisi-tradisi sebagai pencerminan kebudayaan (Suma'mur, 1996).
- 2) Umur, Umur dapat mempengaruhi kelelahan pekerja. Semakin tua umurseseorang semakin besar tingkat kelelahan. Fungsi faal tubuh yang dapat berubah karena faktor usia mempengaruhi ketahanan tubuh dan kapasitas kerja seseorang.
- 3) Status Gizi, Gizi adalah proses organisme menggunakan makanan yang dikonsumsi secara normal melalui proses digesti, absorpsi, transportasi, penyimpanan, metabolisme dan pengeluaran zat-zat yang tidak dapat digunakan

untuk mempertahankan kehidupan, pertumbuhan dan fungsi normal dari organ-organ serta menghasilkan energi. Menurut Salim (2002), gizi kerja adalah gizi yang diterapkan pada karyawan untuk memenuhi kebutuhannya sesuai dengan jenis dan tempat kerja dengan tujuan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas yang setinggi-tingginya. Status gizi merupakan ekspresi keadaan seimbang dari variabel tertentu, atau perwujudan dari nutrisi dalam bentuk variabel tertentu (Dewa, 1999). Maka dapat disimpulkan bahwa status gizi seseorang menunjukkan kekurangan atau kelebihan gizi seseorang, yang dapat menimbulkan resiko penyakit tertentu dan mempengaruhi produktivitas kerja.

- 4) Lama tidur berpengaruh pada daya tahan tubuh dalam melakukan pekerjaan. Dalam rangka menghindari efek kelelahan kumulatif diperlukan istirahat tidur sekitar 7 jam sehari. Selama tidur tubuh diberi kesempatan untuk membersihkan pengaruh-pengaruh atau zat-zat yang kurang baik dari dalam tubuh.
- 5) Kondisi kesehatan, Status kesehatan dapat mempengaruhi kelelahan kerja yang dapat dilihat dari riwayat penyakit yang diderita. Beberapa penyakit yang mempengaruhi kelelahan, yaitu: a) Jantung, terjadi ketidakseimbangan antara kebutuhan oksigen dengan penyediaan aliran darah meningkat. Pada keadaan kurang oksigen, karbondioksida (CO_2) dan ion H^+ dilepaskan. Untuk memenuhi kekurangan Oksigen (O_2) tersebut, tubuh mengadakan proses anaerob, dan proses ini menghasilkan asam laktat yang bisa menyebabkan kelelahan (Guyton dan Hall, 1999). b) Gangguan ginjal merupakan sistem pengeluaran sisa metabolisme terganggu sehingga tertimbun dalam darah. Penimbunan metabolisme ini menyebabkan kelelahan. c) Asma merupakan proses transportasi oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2) terganggu sehingga terjadi akumulasi Karbondioksida dalam tubuh. Tegangannya proses tersebut karena adanya agen-agen sensitisasi dan iritasi dalam saluran pernafasan (WHO, 1995). d) Tekanan darah rendah, terjadi apabila kerja jantung untuk memompa darah keseluruh tubuh kurang maksimal dan lambat sehingga kebutuhan oksigen (O_2) terhambat. e) Tekanan darah tinggi menyebabkan kerja jantung menjadi lebih kuat sehingga jantung membesar dan tidak lagi mampu memompa darah untuk diedarkan keseluruh tubuh. Selanjutnya terjadi sesak nafas akibat pertukaran oksigen (O_2) terhambat yang akhirnya memicu terjadinya kelelahan. f) Pada penyakit paru, oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2) terganggu sehingga banyak yang tertimbun yang akhirnya akan menyebabkan seseorang cepat mengalami kelelahan.
- 6) Kondisi Psikologi, Tenaga kerja yang sehat adalah tenaga kerja yang produktif, sehingga kesehatan psikis perlu diperhatikan untuk mencapai produktivitas yang tinggi. Lingkungan kerja mekanis dan lingkungan kerja fisik yang buruk akan menimbulkan perasaan tidak nyaman, menjemukan, mengganggu konsentrasi dan emosi tenaga kerja (Depnaker, 2004.). Menurut Suma'mur (1996) faktor psikologis memainkan peranan besar dalam menimbulkan kelelahan, dimana penyebabnya bisa dari luar tempat kerja maupun dari pekerjaannya sendiri.
- 7) Sikap kerja, Sikap tubuh dalam bekerja adalah sikap yang ergonomi sehingga dicapai efisiensi kerja dan produktivitas yang optimal dengan memberikan rasa nyaman dalam bekerja. Apabila sikap tubuh salah dalam melakukan pekerjaan

maka akan mempengaruhi kelelahan kerja (Suma'mur, 1999).

6. Proses Akumulasi Kelelahan

Kelelahan yang disebabkan oleh sejumlah faktor yang berlangsung secara terus-menerus dan terakumulasi akan menyebabkan apa yang disebut dengan "lelah kronis". Gejala-gejala yang tampak jelas akibat lelah kronis dapat dicirikan seperti : Meningkatnya emosi dan rasa jengkel sehingga orang menjadi kurang toleran atau asosial terhadap orang lain; Munculnya sikap apatis terhadap pekerjaan; Depresi yang berat, dan lain-lain.

Secara pasti datangnya kelelahan yang menimpa diri seseorang akan sulit untuk didefinisikan secara jelas. Problematik kelelahan akhirnya membawa manajemen untuk selalu berupaya mencari jalan keluarnya. Selain memberikan waktu istirahat yang cukup untuk proses pemulihan (*recovery*) kondisi fisik yang lelah, lamanya periode waktu kerja juga bisa memberikan dampak perubahan terhadap efisiensi operator. Dengan memperpendek jam kerja harian akan menghasilkan kenaikan output per jam, sebaliknya dengan memperpanjang jam kerja harian akan memperlambat kecepatan (*tempo*) kerja yang akhirnya berakibat pada penurunan prestasi kerja perjamnya. Misalnya tidak hanya akan memberikan hasil yang meragukan, tetapi juga akan diikuti dengan meningkatnya absen karena sakit atas rasas lelah yang berlebihan. Jam kerja 8 jam/ hari sulit untuk dilampaui tanpa menimbulkan efek-efek negatif terhadap fisik manusia. Penambahan jam kerja hanya bisa ditoleransi untuk jenis-jenis pekerjaan tertentu, ringan (*non fisik*) dan banyak memiliki kesempatan untuk istirahat. Pengaturan jadwal kerja harian sebesar 8 jam per hari sudah merupakan hasil yang optimal. Meskipun dalam hal ini pemberian waktu istirahat masih diperlukan dan bisa disisipkan diantara kurun waktu 8 jam tersebut.

7. Pengukuran Kelelahan

Sampai saat ini belum ada metode pengukuran kelelahan yang baku karena kelelahan merupakan suatu perasaan subyektif yang sulit diukur dan diperlukan pendekatan secara multidisiplin (Grandjean, 1993). Namun demikian diantara sejumlah metode pengukuran terhadap kelelahan yang ada, umumnya terbagi kedalam 6 kelompok yang berbeda, yaitu:

- a. **Kualitas dan kuantitas kerja yang dilakukan.** Pada metode ini, kualitas output digambarkan sebagai jumlah proses kerja (waktu yang digunakan setiap item) atau proses operasi yang dilakukan setiap unit waktu. Namun demikian banyak faktor yang harus dipertimbangkan seperti; target produksi; faktor sosial; dan perilaku psikologis dalam kerja. Sedangkan kualitas output (kerusakan produk, penolakan produk) atau frekuensi kecelakaan dapat menggambarkan terjadinya kelelahan, tetapi faktor tersebut bukanlah merupakan *causal factor* (Tarwaka, 2004).
- b. **Pengujian Psikomotorik.** Pada metode ini melibatkan fungsi persepsi, interpretasi dan reaksi motor. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan pengukuran waktu reaksi. Waktu reaksi adalah jangka waktu dari pemberian suatu rangsang sampai kepada suatu saat kesadaran atau dilaksanakan kegiatan. Dalam uji waktu reaksi dapat digunakan nyala lampu, denting suara, sentuhan kulit atau goyangan badan. Terjadinya pemanjangan waktu reaksi merupakan petunjuk adanya perlambatan pada proses faal syaraf dan otot. Sanders dan McCormick

(1987) mengatakan bahwa waktu reaksi adalah waktu untuk membuat suatu respon yang spesifik saat suatu stimulasi terjadi. Waktu reaksi terpendek biasanya berkisar antara 150 s/d 200 milidetik. Waktu reaksi tergantung dari stimuli yang dibuat; intensitas dan lamanya perangsangan; umur subjek; dan perbedaan-perbedaan individu lainnya. Setyawati (1996) melaporkan bahwa dalam uji waktu reaksi, ternyata stimuli terhadap cahaya lebih signifikan daripada stimuli suara. Hal tersebut disebabkan karena stimuli suara lebih cepat diterima oleh reseptor daripada stimuli cahaya. Alat ukur waktu reaksi telah dikembangkan di Indonesia biasanya menggunakan nyala lampu dan denting suara sebagai stimuli.

- c. **Mengukur frekuensi subjektif kelipan mata (*Flicker fusion eyes*).** Dalam kondisi yang lelah, kemampuan tenaga kerja untuk melihat kelipan akan berkurang. Semakin lelah akan semakin panjang waktu yang diperlukan untuk jarak antara dua kelipan. Uji kelipan, disamping untuk mengukur kelelahan juga menunjukkan keadaan kewaspadaan tenaga kerja (Tarwaka, 2004).
- d. **Perasaan kelelahan secara subjektif (*Subjective feelings of fatigue*).** *Subjective Self Rating Tes* dari *Industrial Fatigue Research Committee (IFRC)* Jepang, merupakan salah satu kuesioner yang dapat untuk mengukur tingkat kelelahan subjektif. Kuesioner tersebut berisi 30 daftar pertanyaan yang terdiri dari 10 Pertanyaan tentang pelemahan kegiatan (Perasaan berat di kepala, Lelah di seluruh badan, Berat di kaki, Menguap, Pikiran kacau, Mengantuk, Ada beban pada mata, Gerakan canggung dan kaku, Berdiri tidak stabil, Ingin berbaring); 10 Pertanyaan tentang pelemahan motivasi (Susah berfikir, Lelah untuk bicara, Gugup, Tidak berkonsentrasi, Sulit untuk memusatkan perhatian, Mudah lupa, Kepercayaan diri berkurang, Merasa cemas, Sulit mengontrol sikap, Tidak tekun dalam pekerjaan); dan 10 Pertanyaan tentang gambaran kelelahan fisik (Sakit dikepala, Kaku di bahu, Nyeri di punggung, Sesak nafas, Haus, Suara serak, Merasa pening, Spasme di kelopak mata, Tremor pada anggota badan, Merasa kurang sehat).
- e. **Pengujian Mental.** Pada metode ini konsentrasi merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menguji ketelitian dan kecepatan menyelesaikan pekerjaan. *Baurdon Wiersma test*, merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menguji kecepatan, ketelitian dan konsentrasi. Hasil test akan menunjukkan bahwa semakin lelah seseorang maka tingkat kecepatan, ketelitian dan konsentrasi akan semakin rendah atau sebaliknya. Namun demikian *Bourdon Wiersma tes* lebih tepat untuk mengukur kelelahan akibat aktivitas atau pekerjaan yang lebih bersifat mental.

8. Penanggulangan Kelelahan Kerja

Upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi kelelahan akibat bekerja sehingga kelelahan akibat bekerja dapat dikurangi dapat dilakukan dengan berbagai cara, di antaranya adalah dengan menyediakan kalori secukupnya sebagai input untuk tubuh, bekerja dengan menggunakan metode kerja yang baik (misalnya bekerja dengan memakai prinsip ekonomi), memperhatikan kemampuan tubuh artinya pengeluaran tenaga tidak melebihi pemasukannya dengan memperhatikan batasan-batasannya, memperhatikan waktu kerja yang teratur (jam kerja, waktu istirahat dan sarana-sarannya, masa libur dan rekreasi dan lain-lain), mengatur

lingkungan fisik dengan sebaik-baiknya (temperatur, kelembaban, pencahayaan), serta berusaha mengurangi monotoni dan ketegangan-ketegangan akibat bekerja (warna dan dekorasi kerja, musik, menyediakan waktu untuk berolahraga, dan lain lain) (Suma'mur, 1994).

Disamping itu, upaya pencegahan kelelahan kerja dapat dilakukan antara lain :

- a. Lingkungan kerja bebas dari zat berbahaya, penerangan memadai, pengaturan udara yang adekuat, bebas dari kebisingan, getaran, serta ketidaknyamanan.
- b. Waktu kerja diselingi istirahat pendek dan istirahat untuk makan.
- c. Kesehatan umum dijaga dan dimonitor.
- d. Pemberian gizi kerja yang memadai sesuai dengan jenis pekerjaan dan beban kerja.
- e. Beban kerja berat tidak berlangsung terlalu lama.
- f. Tempat tinggal diusahakan sedekat mungkin dengan tempat kerja, kalau perlu bagi tenaga kerja dengan tempat tinggal jauh diusahakan transportasi dari perusahaan.
- g. Pembinaan mental secara teratur dan berkala dalam rangka stabilitas kerja dan kehidupannya.
- h. Disediakan fasilitas rekreasi, waktu rekreasi dan istirahat dilaksanakan secara baik.
- i. Cuti dan liburan diselenggarakan sebaik-sebaiknya.
- j. Diberikan perhatian khusus pada kelompok tertentu seperti tenaga kerja beda usia, wanita hamil dan menyusui, tenaga kerja dengan kerja gilir di malam hari, tenaga baru pindahan.
- k. Mengusahakan tenaga kerja bebas alkohol, narkoba, dan obat berbahaya

BAB VIII

HAZARD BIOLOGIS DI TEMPAT KERJA

Hazard biologis atau sering disebut *biohazards* yang berada ditempat kerja sangatlah kompleks, berbagai jenis biohazard dapat dihasilkan dari paparan tempat kerja dengan organisme (mikro dan makro) atau substansi yang diproduksi oleh organisme tersebut dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi tenaga kerja. Setiap tempat kerja mempunyai risiko untuk terpapar oleh berbagai organisme penyebab penyakit, termasuk penyakit yang ditularkan dari orang ke orang (*person to person*). Tindakan pencegahan dan penanggulangan paparan *biohazard* merupakan tanggungjawab perusahaan dan seluruh tenaga kerja. Pengetahuan mengenai penyebab, cara penularan dan penanggulangan mutlak diperlukan agar tenaga kerja bisa terhindar dari berbagai penyakit akibat kerja akibat paparan biohazard.

Kejadian penyakit akibat kerja (PAK) yang disebabkan agen biologis cukup tinggi. Sebagai contoh *National Exposure Worker Surveillance (NEWS Australia)* melaporkan bahwa setiap tahun terdapat 1300 tenaga kerja yang mengalami penyakit akibat kerja yang disebabkan karena faktor biologis. Angka itu belum termasuk kejadian PAK akibat faktor biologis pada tenaga kerja sektor kehutanan, pertanian dan industri perikanan, dimana ketiga jenis pekerjaan tersebut tidak ter-cover oleh asuransi (ASCC, 2006) .

A. Pengertian

Menurut komisi kesehatan dan keselamatan kerja Inggris (seperti yang dikutip Aw dan Harison, 1998) dan CDC Amerika (2009), hazard biologis didefinisikan sebagai agen infeksius atau produk agen infeksius yang dapat mengganggu kesehatan manusia, dan agen biologis adalah berbagai mikroorganisme, kultur sel atau endoparasit manusia termasuk yang telah mengalami mutasi gen, dimana dapat menyebabkan infeksi, reaksi alergi dan lain-lain yang dapat mengganggu kesehatan manusia.

Berbagai agen biologis mempunyai kemampuan untuk menginvasi tubuh manusia, tidak hanya sebatas mikroorganisme, tanaman, jamur atau hewan tidak bertulang belakang, tetapi dapat juga berupa bahaya dari hewan bertulang belakang. Hal ini tergantung dari jenis pekerjaan. Biohazard termasuk didalamnya substansi biologis yang berasal dari sampah medis atau sampel jaringan atau sisa cairan tubuh. Biohazard diklasifikasikan oleh badan dunia PBB (UN) sebagai bahan berbahaya untuk diangkut (UNECE, 2001).

Biohazard dapat masuk ke tubuh tenaga kerja melalui kontak langsung (misalnya akibat gigitan ular berbisa) atau transmisi melalui binatang (misalnya *brucellosis*). Beberapa penyakit dapat ditularkan langsung atau tidak langsung (seperti *toksoplamosis*). Beberapa penyakit parasit dan virus ditularkan melalui gigitan nyamuk (seperti malaria dan demam *dengue/DHF*).

B. Klasifikasi agen penyebab penyakit

Agen penyebab penyakit digolongkan menjadi beberapa jenis. Sebagai contoh, penyakit yang disebabkan oleh jamur *coccidiomycosis* dikategorikan berdasarkan jenis organisme jamurnya, mode transmisi (seperti inhalasi, percikan cairan tubuh dan lain-lain), kerentanan populasi tenaga kerja tertentu, serta metode kontak dengan lingkungan atau lokasi (area endemis).

1. Agen infeksius

Hasil penelitian Aw dan Harrison (1998) menyimpulkan bahwa agen infeksius mempunyai kemampuan untuk dapat menyebabkan penyakit akibat kerja dan dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran tubuh, fisiologis tubuh dan karakteristik morfologinya (seperti virus, riketsia, bakteri, jamur, protozoa dan cacing). Pada tabel 8.1 diuraikan jenis agen infeksius termasuk contoh penyakit yang disebabkan dan pengendaliannya yang relevan.

2. Tanaman dan produk tanaman

Kontak dengan beberapa tanaman, bahan tanaman atau jamur dapat menyebabkan keracunan yang tidak bersifat racun (*non infectious poisoning*), sengatan, reaksi alergi (seperti kejadian keracunan, penyakit paru pada pekerja budidaya jamur dan *bagassosis* pada pekerja pabrik gula), dan kontak dengan zat iritan atau dermatitis kontak alergika. Jamur dapat menjadi penyebab beberapa jenis penyakit seperti tinea atau *ringworm* pada penghuni asrama seperti atlet, pekerja laundry, asrama perawat atau barak tentara. Serbuk dari jamur juga dapat mengakibatkan hipersensitisasi atau asma pada pekerja peternakan atau pekerja produksi olahan makanan. Jamur *aspergillus* dapat menyebabkan penyakit *aspergillosis* pada pekerja peternakan, pekerja pengolahan limbah ternak dan sanitarian. Absorpsi komponen racun dari tumbuhan juga dapat mengakibatkan penyakit seperti penyakit *green tobacco sickness* pada pekerja pertanian tembakau. *Green Tobacco Sickness* (GTS) adalah penyakit yang dapat disebabkan oleh penyerapan nikotin melalui kulit saat pekerja memanen daun tembakau yang basah. Hal ini ditandai dengan gejala antara lain sakit kepala, mual, muntah dan fluktuasi tekanan darah dan denyut jantung

3. Hewan dan produk hewan

Zoonosis adalah penyakit infeksi yang ditularkan melalui vektor penyakit secara langsung dari hewan (seperti babesiosis, penyakit lyme, plague, tularemia, virus west nile dan virus ross river). Jenis penularan lainnya adalah melalui paparan langsung oleh bakteri (seperti leptospirosis, brucellosis dan anthrax) atau virus (seperti lyssavirus kelelawar). Disamping itu, beberapa jenis pekerjaan terutama pekerjaan di alam terbuka berisiko untuk disengat atau digigit beberapa hewan beracun atau berbisa seperti ular, laba-laba atau kalajengking (Adler, 2011; Auerbach and Norris, 2005).

C. Cara penularan

Pengetahuan mengenai penggolongan jenis biohazard dan cara penularan atau transmisi biohazard sangat diperlukan untuk memutuskan mata rantai penularan. Berbagai jenis agen biohazard penyebab penyakit akibat kerja mempunyai cara penularan yang beragam. Transmisi infeksi biohazard bisa secara langsung (*direct*) dimana membutuhkan kontak fisik antara orang yang terinfeksi dan orang yang rentan terinfeksi; serta tidak langsung (*indirect*) dimana orang yang rentan terinfeksi melalui kontak dengan bahan yang terkontaminasi, penularan melalui makanan, penularan melalui percikan cairan atau melalui vektor penyakit.

1. Transmisi langsung dari manusia ke manusia (*direct human to human*)

Pekerja yang mempunyai risiko tinggi untuk terinfeksi langsung dari orang lain (*direct human to human*) adalah mereka yang terpapar oleh darah atau cairan tubuh dari orang yang terinfeksi (seperti petugas medis, perawat, penjaga tahanan dan pekerja sex komersial). Sebagai contoh perawat berisiko tertular hepatitis atau HIV AIDS akibat

tertusuk jarum suntik bekas orang yang terinfeksi hepatitis atau HIV AIDS, atau perawat berisiko tertular bakteri TBC akibat kontak langsung dengan pasien TBC yang sedang batuk.

2. Transmisi tidak langsung

a. Kontak permukaan

Beberapa agen infeksius dapat hidup pada permukaan tanah untuk beberapa periode waktu. Sebagai contoh rhinovirus dapat bertahan selama 24 jam di permukaan setelah kontaminasi dan hal ini diperlukan upaya desinfeksi dengan penyemprotan pada permukaan tanah (Winther et al, 2011).

b. *Food borne/waterborne toxin*

Agen biologis dapat ditularkan melalui makanan yang terkontamini. Kelompok yang berisiko seperti pekerja catering, petugas medis dan rumah sakit, petugas rumah tahanan, personil militer dan perawat anak. Infeksi biasanya terjadi akibat kontaminasi makanan dengan agen penyebab penyakit akibat pengolahan makanan yang tidak higienis, air untuk memasak yang terkontaminasi bakteri, pada proses pengangkutan, pekerja pengolahan yang tidak higienis atau pada proses penyimpanan makanan yang terkontaminasi bakteri atau biohazard lainnya.

c. *Droplet/airborne contamination*

Infeksi melalui paparan droplet atau aerosol dapat berasal dari manusia atau lingkungan. Sekresi mukus yang dipercikan oleh pasien yang sedang batuk atau bersin adalah pola umum penularan jenis ini. Droplet dapat terpercik di udara dan masuk ke saluran pernafasan orang yang sehat sehingga terinfeksi. Contoh dari model transmisi ini adalah penularan TBC atau influenza.

d. *Vector borne disease*

Vektor adalah organisme pembawa bibit penyakit dan dapat menyebabkan penularan mikroorganisme dari satu host ke host yang lain. Sebagian besar vektor mempunyai mobilitas yang tinggi sehingga dapat mempercepat penularan penyakit. Memusnahkan vektor penyakit, membatasi paparan atau melindungi manusia kontak dengan vektor dapat mencegah terjadinya infeksi. Vektor arthropod (seperti nyamuk dan lalat) dapat menyebarkan penyakit, termasuk penyakit parasit (seperti malaria), alpha virus (seperti virus Ross River), flavivirus (seperti demam dengue/DHF) dan bunyavirus (seperti virus Rift Valley fever). Kerentanan untuk terjadinya infeksi dari berbagai penyakit ini tergantung pada beberapa faktor seperti kejadian endemis, lokasi, spesies arthropoda yang spesifik, populasi dari spesies host dan upaya perlindungan yang dilakukan.

Tabel 8.1 Agen Biologis

Agent	Contoh	Penyakit	Efek	Sumber penularan	Tenaga kerja berisiko	Pengendalian dan pencegahan
Bakteri	Bacillus anthracis	Anthrax	Penyakit multisystem;	Kuku binatang	Pertanian dan kehewan	Pemberian antibiotic (profilaktik) setelah terpapar; vaksinasi
	Bordetella pertusis	Batuk rejan	Batuk sekitar 3 bulan	Nfeksi pada manusia	Kontak tertutup pada beberapa lingkungan kerja	Vaksinasi
	Brucella suis	Brucellosis	Lethargi lebih dari 12 bulan	Babi	Pekerja rumah potong hewan, peternak babi, pemburu babi	APD, perbaikan higene perorangan
	Campylobacter jejuni	Campylobacteriosis	Kolitis akut, diare, dehidrasi	Air yang terkontaminasi. Anjing dan kucing	Pekerja restoran (jika higene buruk), perawat atau pembantu perawat	Perbaikan higene personal
	Coxiella burnetii	Demam Q	Gejala influenza, endokarditis, hepatitis	Peternak sapi, kerbau, anjing dan kucing	Petugas RPH dan pekerja peternakan	Vaksinasi, menggunakan APD ketika bekerja
	Chlamydia psittaci	Psittacosis	Pneumonia berat	Burung	Pekerja kebun binatang dan peternakan,	Mengisolasi burung yang terinfeksi
	Leptospira spp.	Leptospirosis	Gejala influenza, nefritis, kegagalan hati, gagal ginjal	Urin tikus	Pekerja sanitarian, pekerja pembuangan limbah	Perbaikan higene perorangan, pemberian antibiotic prophylaktik pada area beresiko tinggi
	Salmonella Typhi	Typhoid fever	Penyakit sistemik ringan sampai berat	Makanan atau minuman yang terkontaminasi orang yang positif typhoid, pekerja restoran	Pelancong luar negeri	Perbaikan hygiene makanan, pengetatan pemeriksaan makanan, vaksinasi
	Vibrio cholerae	Cholera	Gastroenteritis	Makanan atau	Penduduk dunia	Perbaikan hygiene

			hebat, dehidrasi	minuman terkontaminasi	ketiga	perorangan, pengolahan air minum yang higienis, vaksinasi dan pembatasan kontak
	Legionella spp	Penyakit Legionnaires	Pneumonia, demam	System air panas, tower pendinginan air, system pendingin udara	Pekerja kantor, pekerja pengolahan limbah	Pemeliharaan berkala dan surveilan system air di gedung perkantoran
Virus	Hepatitis A	Hepatitis A	Demam, mual, jaundice, kerusakan hati	Kontaminasi fekal	Pekerja rumah sakit, laboratorium, polisi, paramedic dan PSK	Perbaikan higiene dan sanitasi dan vaksinasi
	Hepatitis B	Hepatitis B	Imflamasi hati, berpotensi kegagalan hati dan keganasan hati	Darah atau tubuh yang terinfeksi	Pekerja rumah sakit, laboratorium, polisi, paramedic dan PSK	Pembatasan kontak, vaksinasi, pengontrolan administrative, APD
	Henipavirus	Hendra virus	Encephalitis	Kelelawar dan kuda yang terinfeksi	Dokter hewan, pekerja peternakan kuda	APD
	Human immunodeficiency virus (HIV)	Acquired immunodeficiency syndrome (AIDS)	Kegagalan system pertahanan tubuh	Darah atau cairan tubuh yang terinfeksi	Pekerja rumah sakit, laboratorium, polisi, paramedic dan PSK	Pembatasan kontak, pengendalian administrative, APD
	Rubella	German measles	Perkembangan fetus teratogenik	Manusia ke manusia melalui pernafasan		Vaksinasi
	Rubulavirus	Mumps (gondongan)	Imflamasi kelenjar saliva, lemah/lesu yang umum, potensial tidak subur pada pria	Manusia ke manusia melalui pernafasan		Imunisasi
	Parapoxvirus	Orf	Lesi pada kulit, potensial erythema multiformis	Kontak langsung kulit dengan sapi atau lembu yang terinfeksi	Pekerja pertanian, peternakan dan dokter hewan	Membatasi kontak dengan hewan yang terinfeksi, APD

	Rabies	Rabies	Encephalitis	Hewan yang terinfeksi, sering pada anjing	Pelancong luar negeri	Pembatasan kontak dengan hewan, vaksinasi dan pemberian gammaglobulin
	Ross River virus	Ross River fever	Gejala seperti influenza, nyeri sendi, potensi sindroma post-viral	Transmisi langsung dari nyamuk yang membawa virus	Pekerja di luar ruangan	Menghindari gigitan nyamuk
Protozoa	Giardia lamblia/intestinalis	Giardiasis	Gastroenteritis akut, dehidrasi	Air minum yang tidak higienis, kontak langsung orang per orang	Pelancong luar negeri, perawat bayi	Memperbaiki higene air
Helminths	Ascaris lumbricoides	Ascariasis	Malnutrisi	Tanah atau makanan yang terinfeksi melalui feces manusia		Perbaikan higene dan sanitasi
Rickettsia	Rickettsia australis	Kutu typhus Queensland	Gejala seperti influenza, potensikambuh tinggi	Paralisis	Pekerja di alam bebas	Penggunaan penolak serangga pada daerah rawan, pengkajian

D. Virulensi dan kemampuan menginfeksi

Infeksi oleh biohazard tidak hanya tergantung pada kondisi agen penyakit, tetapi juga tergantung pada virulensi (kemampuan organism untuk hidup ketika berada diluar tubuh manusia), kemampuan menginfeksi dan kondisi daya tahan tubuh manusia. Beberapa jenis mikroorganism seperti spora tetanus dapat hidup pada kotoran hewan untuk waktu yang cukup panjang, dan beberapa jenis virus dapat hidup di luar tubuh manusia untuk beberapa jam (seperti HIV dan virus hepatitis B). Terdapat beberapa virus yang dalam jumlah sedikit saja sudah mampu menginfeksi manusia (seperti infeksi virus Marburg), sebaliknya ada beberapa penyakit yang membutuhkan lebih banyak agen penyebab sehingga baru memunculkan gejala infeksi (seperti penyakit kusta). Virus Marburg menyebabkan penyakit Demam Berdarah (MHF), juga disebut sebagai Penyakit Virus Marburg. Marburg berasal di Tengah dan Afrika Timur, dan menginfeksi manusia dan primata bukan manusia. Virus Marburg ini dalam keluarga taksonomi yang sama seperti Ebola, dan keduanya identik struktural meskipun mereka menimbulkan antibodi yang berbeda.

E. Faktor pekerjaan dan dampak biohazards

Para professional kesehatan dan keselamatan kerja harus mengetahui bahwa biohazard dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada tempat kerja yang spesifik. Hal ini tergantung pada jenis pekerjaan, lokasi kerja, kondisi musim, sifat pekerjaan, spesies mahluk hidup yang berada di sekitar tempat kerja dan kondisi lingkungan kerja. Penelitian dengan advisor spesialis perlu dilakukan untuk mengetahui berbagai jenis biohazard di tempat kerja dan untuk mengantisipasi rencana pencegahan penularan. Tenaga kerja pada sektor pelayanan kesehatan, pertanian, kehutanan dan industry maritime relatif berisiko tinggi terpapar hazard biologis (de Crespigny, 2011).

1. Jenis pekerjaan

Jenis pekerjaan mengalami kontak dengan biohazard bisa disebabkan karena :

- Jenis pekerjaan yang spesifik : contoh pekerjaan pengolahan sampah atau air limbah meningkatkan risiko terpapar bakteri (Garvey, 2005)
- Jenis pekerjaan incidental (bukan bagian integral dari proses kerja) berisiko mengalami infeksi saluran nafas bagian atas atau infeksi saluran pencernaan. Infeksi ini dapat terjadi karena mengkonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi bakteri di tempat kerja (OSHA, 2009)
- Jenis pekerjaan kontrak atau sub kontrak : pekerja kontrak akan mengalami peningkatan risiko terinfeksi suatu penyakit jika di tempat kerja yang akan/sedang dijalaninya sedang mengalami peningkatan insidensi (Mangili dan Gendreau, 2005)
- Bukan jenis pekerjaan yang spesifik : seperti bakteri legionella sebagai penyebab penyakit legionnaires, dapat disebarkan melalui air dan sampah dan dapat menginfeksi pada tenaga kerja di berbagai jenis pekerjaan, seperti pada pekerja perawatan sistem pengolahan air dan pemeliharaan mesin AC (Comcare, 2008).

a. Pekerjaan dalam ruangan

Pekerjaan di luar ruangan atau pekerjaan di alam terbuka seperti pekerja sector kehutanan, tukang kebun, peternakan, industry kontruksi, arkeologis dan personil militer kemungkinan dapat terpapar biohazard yang spesifik sesuai jenis pekerjaannya masing-masing, termasuk didalamnya spesies local dari mikroorganism, hewan,

tumbuhan dan jamur. Pekerja sektor kehutanan mungkin dihadapkan pada lingkungan kerja dan hazard yang bervariasi, termasuk didalamnya sengatan/gigitan hewan dan penyakit yang ditularkan melalui vector tergantung jenis spesies yang endemik.

b. Pekerjaan yang berhubungan dengan hewan

Terdapat beberapa pekerjaan yang bersentuhan langsung dengan binatang atau produk binatang dan berisiko terkena gangguan kesehatan. Pekerjaan tersebut seperti rumah potong hewan (RPH), peternakan, pembersihan kandang burung, petugas kepabeanan (bead an cukai), pengolahan dan penjualan daging, polisi, petani, peternak, pekerja laboratorium, pramuniaga *pet shop* dan petugas karantina hewan, dokter hewan dan petuga kebun binatang. Biohazard untuk pekerjaan seperti ini termasuk penyakit akibat infeksi bakteri (seperti anthrax), akibat infeksi virus (seperti infeksi virus orf), penyakit newcastel pada pekerjaan yang berhubungan dengan unggas, rickettsia (seperti coxiella burneti, Q fever), penyakit yang ditularkan melalui gigitan hewan (seperti lyssavirus), penyakit prion (seperti penyakit cretzfeldt-jakob dan penyakit mad cow) dan penyakit ectoparasitic (seperti scabies). Dokter hewan atau pekerja peternakan kuda berisiko terkena infeksi Hendra virus dari kuda walaupun virus hendra lebih senang hidup pada buah-buahan sisa gigitan kelelawar. Kini juga adala vector dari virus nipah yang dapat langsung menulari manusia dan juga penularan manusia ke manusia (AWHN, 2011).

Antraks atau anthrax adalah penyakit menular akut yang disebabkan bakteri *Bacillus anthracis* dan sangat mematikan dalam bentuknya yang paling ganas. Antraks paling sering menyerang herbivora-herbivora liar dan yang telah dijinakkan, namun juga dapat menjangkiti manusia karena terekspose hewan-hewan yang telah dijangkiti, jaringan hewan yang tertular, atau spora antraks dalam kadar tinggi. Antraks biasa ditularkan kepada manusia karena disebabkan pengeksposan pekerjaan kepada hewan yang sakit atau hasil ternakan seperti kulit dan daging, atau memakan daging hewan yang tertular antraks. Selain itu, penularan juga dapat terjadi bila seseorang menghirup spora dari produk hewan yang sakit misalnya kulit atau bulu yang dikeringkan. Pekerja yang tertular kepada hewan yang mati dan produk hewan dari negara di mana antraks biasa ditemukan dapat tertular *B. anthracis*, dan antraks dalam ternakan liar dapat ditemukan di Amerika Serikat. Beberapa gejala-gejala antraks (tipe pencernaan) adalah mual, pusing, muntah, tidak nafsu makan, suhu badan meningkat, muntah bercampur darah, buang air besar berwarna hitam, sakit perut yang sangat hebat (melilit) atau (untuk tipe kulit) seperti borok setelah mengkonsumsi atau mengolah daging asal hewan sakit antraks. Daging yang terkena antraks mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: berwarna hitam, berlendir, berbau.

Orf atau *ektima kantagiosa* adalah sejenis penyakit kulit sangat menular yang disebabkan oleh virus dari genus virus parapox dari keluarga virus Poxviridae. Penyakit ini menyerang terutama ternak kambing dan domba, serta dapat menular kepada manusia (zoonosis) . Di beberapa daerah di Indonesia penyakit orf disebut juga sebagai penyakit dakangan (Bali), puru atau muncung (Sumatera Barat), atau bintumen (Jawa Barat).

Newcastle Disease (ND) juga di kenal dengan sampar ayam atau Tetelo yaitu penyakit yang disebabkan oleh Newcastle Disease Virus dari golongan Paramyxovirus. Virus ini biasanya berbentuk bola, meski tidak selalu (pleomorf) dengan diameter 100 – 300 nm. Genome virus ND ini adalah suatu rantai tunggal

RNA. Virus ini menyerang alat pernapasan, susunan jaringan syaraf, serta alat-alat reproduksi telur dan menyebar dengan cepat serta menular pada banyak spesies unggas yang bersifat akut, epidemik (mewabah) dan sangat patogen. Penyakit *Newcastle disease* dapat menular pada manusia dengan gejala klinis *conjunctivitis* (radang konjunktiva mata) walaupun kasusnya sangat jarang dijumpai. Sedangkan pada unggas dan burung liar lainnya dengan gejala klinis berupa gejala syaraf, gejala pernafasan dan gejala pencernaan. Penyebab dan Kejadiannya Penyakit ND disebabkan oleh virus dari famili *Paramyxoviridae* dengan genus *Pneumovirus* atau *Paramyxovirus*, dimana virus ini dapat menghemaglutinasi darah.

Lyssa virus adalah virus penyebab penyakit rabies yakni penyakit infeksi akut pada susunan saraf pusat yang disebabkan oleh virus Rabies. Penyakit ini bersifat zoonotik, yaitu dapat ditularkan dari hewan ke manusia. Virus Rabies ditularkan ke manusia melalui gigitan hewan misalnya oleh anjing, kucing, kera, rakun, dan kelelawar. Rabies disebut juga penyakit anjing gila. Rabies bisa ditularkan melalui penghirupan udara yang tercemar virus Rabies. Virus rabies yang masuk ke tubuh manusia melalui gigitan hewan penular yang kebanyakan adalah anjing, kemudian virus akan berkembang di otot sekitar gigitan, kemudian menyerang susunan syaraf tepi lalu bergerak ke otak. Setelah sampai di otak, virus yang termasuk ke dalam famili Rhabdovirus dan genus *Lyssa virus* itu, akan menyebar ke jaringan-jaringan lain secara cepat sehingga kebanyakan korban tidak menyadarinya.

Penyakit Creutzfeldt-Jakob (*Ensefalopati Spongiform Subakut*) adalah suatu kelainan otak yang ditandai dengan penurunan fungsi mental yang terjadi dengan cepat, disertai kelainan pergerakan. Penyakit ini terutama menyerang dewasa, diatas 50 tahun. Penyakit yang mirip Creutzfeldt-Jakob terjadi pada domba (*Skrepi*) dan sapi (*Penyakit Sapi Gila*). Penularan infeksi bisa terjadi karena memakan jaringan hewan yang terinfeksi. Penularan antar binatang masih belum jelas dan kasus pada manusia terjadi jika memakan daging hewan yang terinfeksi. Penyebab terjadi kerusakan jaringan otak oleh suatu organisme yang menyerupai virus (protein yang bisa ditularkan, yang disebut *prion*). Beberapa bulan atau beberapa tahun setelah terinfeksi, tidak timbul gejala. Secara perlahan, kerusakan otak bertambah dan penderita mengalami *demensia* (penurunan kemampuan intelektual). Pada awalnya, gejalanya mirip demensia lainnya, yaitu tidak peduli akan kebersihan badannya, apatis, mudah marah, pelupa dan bingung. Beberapa penderita merasakan mudah lelah, mengantuk, tidak bisa tidur atau kelainan tidur lainnya. Kemudian gejala-gejalanya dipercepat, biasanya jauh lebih cepat dari pada penyakit *Alzheimer*, sampai penderita betul-betul pikun. Kedutan/kejang pada otot biasanya muncul dalam 6 bulan pertama setelah gejala dimulai. Gemetar, gerakan tubuh yang janggal dan aneh juga bisa terjadi, penglihatan bisa kabur atau suram.

Scabies adalah penyakit kulit yang disebabkan oleh tungau (mite) *Sarcoptes scabiei*, yang termasuk dalam kelas Arachnida. Tungau ini berukuran sangat kecil dan hanya bisa dilihat dengan mikroskop atau bersifat mikroskopis. Penyakit Scabies sering disebut kutu badan. Penyakit ini juga mudah menular dari manusia ke manusia, dari hewan ke manusia dan sebaliknya. Scabies mudah menyebar baik secara langsung melalui sentuhan langsung dengan penderita maupun secara tak langsung melalui baju, seprai, handuk, bantal, air, atau sisir yang

pernah digunakan penderita dan belum dibersihkan dan masih terdapat tungau Sarcoptesnya. Scabies menyebabkan rasa gatal pada bagian kulit seperti sela-sela jari, siku, selangkangan. Scabies identik dengan penyakit anak pondok. penyebabnya adalah kondisi kebersihan yang kurang terjaga, sanitasi yang buruk, kurang gizi, dan kondisi ruangan terlalu lembab dan kurang mendapat sinar matahari secara langsung. Penyakit kulit scabies menular dengan cepat pada suatu komunitas yang tinggal bersama sehingga dalam pengobatannya harus dilakukan secara serentak dan menyeluruh pada semua orang dan lingkungan pada komunitas yang terserang scabies, karena apabila dilakukan pengobatan secara individual maka akan mudah tertular kembali penyakit scabies.

Virus Hendra (pernah disebut *equini morbillivirus*) adalah anggota dari keluarga *Paramyxoviridae*, genus *Henipavirus* yang punya 2 anggota, yaitu Hendra virus dan Nipah virus. Virus Hendra pertama kali diisolasi pada September 1994 dari spesimen yang diperoleh selama wabah penyakit pernapasan dan neurologis pada kuda dan manusia di Hendra, pinggiran Brisbane, Australia. Sementara itu, Virus Nipah ditemukan di Malaysia, yang pada saat ditemukan di tahun 1999 menimbulkan penyakit pada lebih dari 100 orang. Reservoir alami virus hendra adalah kelelawar dari genus *Pteropus* yang ditemukan di Australia. Hendra virus menyebabkan penyakit pada kuda di Australia, dan infeksi pada manusia terjadi karena paparan dari sekresi dari kuda yang terinfeksi virus hendra. Tes laboratorium yang dapat digunakan untuk mendiagnosis virus Hendra adalah tes antibodi dengan ELISA (IgG dan IgM), RT-PCR) dan isolasi virus. Penyakit ini dapat dicegah dengan menghindari hewan yang diketahui terinfeksi Hendra Virus dan menggunakan alat pelindung diri yang aman bila akan kontak dengan hewan yang dicurigai berpotensi terinfeksi.

Babesiosis (Piroplasmosis) adalah adalah suatu penyakit yang berat dan mematikan, akibat infeksi sel darah merah oleh parasit bersel satu (protozoa). Gejala klinis penyakit ini antara lain demam, menggigil, nyeri otot, lemah, dan selaput mata menjadi kuning (jaundice) akibat dari anemi hemolitik. Anemi berlangsung beberapa hari sampai beberapa bulan. Tetapi bisa saja penderita lain tidak mengeluh dan tanpa gejala. Parasit penyebab adalah *Babesia microti*. Penyakit ini ditularkan oleh tungau hewan peliharaan dan juga binatang liar, sera bisa terjadi di seluruh dunia. Istilah lain dari *Babesiosis*: Mexican fever, red water, splenic fever, bloody murrain, dan sebagainya. Parasit ini hidup pada hewan peliharaan seperti sapi, kuda, domba, kucing, anjing, dan binatang liar seperti rubah, rasa, dan binatang mengerat. Tungau hewan-hewan tersebut menularkan parasit kepada manusia melalui gigitan tungau (*tick*). *Babesia microti* dan *Babesia divergen* adalah termasuk parasit yang berada di dalam sel darah merah (intra eritrosit). Bentuk parasit bervariasi antara bulat sampai lonjong. Penularan penyakit babesia dari binatang, menimbulkan gejala yang bervariasi, mulai dan tanpa gejala, sakit berat sampai kadang-kadang menimbulkan kematian. Gejala penyakit Babesiosis dan tanpa keluhan dan gejala sampai yang berat, dan penyakit berlangsung berhari-hari. Kebanyakan penderita Babesiosis mengalami, antara lain: demam menggigil, nyeri otot seluruh badan badan terasa lemah, anemi hemolitik, jumlah sel darah putih menurun, kadang-kadang Hemoglobinuria, kadar serum alkaline pospatase agak naik pada setengah penderita, kadar glitamik-oksaloasetic acid transaminase juga sedikit meningkat, parasitemia paling tinggi sekitar 10%, gejala akut bisa berlangsung dalam beberapa minggu sampai

bulanan, penyakit kambuh kembali seperti pada malaria, jarang terlihat pada penyakit Babesiosis, parasitemia bisa berangsur-angsur menurun tanpa menunjukkan keluhan dan gejala sampai 4 bulan setelah gejala-gejala tersebut di atas berlangsung, pengangkatan limpa (splenectomi) kelihatannya lebih memperburuk kondisi si penderita dibandingkan bila limpa tetap dipertahankan. Meskipun gejala anemi hemolitik umumnya lebih berat pada penderita dengan splenomegali.

Tularemia adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Francisella tularensis*. Penyakit ini didapat setelah bersentuhan dengan binatang dan unggas itu, oleh memakan daging yang tidak dimasak benar-benar dan dari gigitan kutu binatang atau serangga penghisap darah lain. Kelinci ialah binatang sumber penyakit ini yang paling umum. Orang-orang yang berisiko tinggi terhadap penyakit ini ialah para pemburu, tukang potong hewan, dan ibu rumah tangga. Kuman memasuki tubuh melalui luka pada kulit, melalui lapisan atau membran, atau oleh menelan atau menghisap kuman tersebut. Gejala biasanya terjadi 3-7 hari sesudah kuman masuk. Ulkus atau luka terjadi pada membran atau kulit dengan pembengkakan dan pecahnyakelenjar getah bening di daerah itu. Hal ini disertai panas tinggi, perasaan pusing yang berat, pembesaran hati dan limpa. Pada beberapa kasus, penyakit ini bisa menyerang paru-paru, alat-alat pencernaan, atau selaput mata.

Virus Ross River adalah kuman yang menimpa terutama orang pedalaman dan ada kalanya menyebabkan sakit mirip sesama berikut sendi ngilu. *Virus Ross River* tidak merenggut nyawa. Virus ini tersebar oleh nyamuk betina jenis tertentu. Nyamuk betina minum darah hewan dan manusia. Jikalau minumannya dari hewan yang terkena, nyamuk itu mungkin ketularan. Virus ini lalu berbiak di dalam tubuh nyamuk dan disampaikan kepada hewan lain atau manusia bila nyamuknya minum darah lagi. Infeksi cenderung memuncak pada bulan-bulan musim panas dan gugur. Virus ini tidak tersebar langsung di antara sesama manusia. Banyak dari yang terkena virus ini takkan menunjukkan gejala apa-apa. Ada yang mendapat gejala mirip sesama termasuk demam, gerah, sakit kepala beserta sakit dan ngilu pada otot dan sendi. Ada pula sendi yang membengkak, dan kekakuan sendi bisa terasa sekali di pagi hari. Kadang-kadang timbul gelegata di tubuh, lengan atau kaki yang biasanya menghilang setelah 7-10 hari. Perasaan tidak sehat, capai atau lemah yang umum dapat juga terjadi selama sakit dan mungkin mempengaruhi penampilan kerja.

Brucellosis merupakan penyakit zoonosis yang disebabkan oleh bakteri genus *Brucella*. *Brucellosis* di Indonesia dikenal sebagai penyakit reproduksi menular pada ternak, tetapi sebagai penyakit menular pada manusia, penyakit ini belum banyak dikenal di masyarakat. Hewan yang terinfeksi kuman *Brucella* dapat mengalami abortus, retensi plasenta, orchitis dan epididiniitis serta dapat mengekskresikan kuman ke dalam uterus dan susu. Penularan penyakit ke manusia terjadi melalui konsumsi susu dan produk susu yang tidak dipasteurisasi atau melalui membrana niukosa dan kulit yang luka. Berat ringan penyakit tergantung strain *Brucella* yang menginfeksi. *Brucella abortus*, *B. melitensis*, *B. suis* dan *B. canis* adalah strain yang patogen ke manusia. Gejala klinis *brucellosis* pada manusia yaitu demam intermiten, sakit kepala, lemah, arthralgia, myalgia dan turunnya berat badan. Komplikasi penyakit dapat terjadi berupa arthritis, endokarditis, hepatitis granulosa, meningitis, orchitis dan osteomyelitis serta dilaporkan dapat pula mengakibatkan abortus pada wanita hamil. Diagnosis *brucellosis* dilakukan dengan isolasi *Brucella* spesies dalam

darah dan urin serta uji serologis . Pengobatan antibiotika dapat diberikan pada orang yang terinfeksi tetapi memerlukan waktu lama. Kontrol brucellosis pada manusia dapat dilakukan dengan pengendalian brucellosis pada hewan melalui program eradikasi yang komprehensif berupa program vaksinasi yang diikuti dengan eliminasi hewan positif brucellosis secara serologis .

Virus West Nile adalah penyakit yang berpotensi serius yang tidak ada vaksin manusia dan penting bahwa masyarakat memiliki informasi yang dapat membantu mereka mengenali dan mencegah virus West Nile. Ensefalitis virus West Nile adalah penyakit virus nyamuk, yang dapat menyebabkan radang otak dan dapat menjadi serius bahkan fatal, penyakit. West Nile virus umum di Afrika, Asia Barat, Timur Tengah dan Eropa dan para ahli percaya sekarang didirikan sebagai epidemi musiman di Amerika Utara. Virus West Nile muncul di musim panas di Amerika Utara dan jangkitan sering berlanjut ke musim gugur - pada tahun 1999 virus telah dikonfirmasi di daerah metropolitan New York selama musim panas dan gugur, musim dingin itu bertahan dan sejak itu telah hadir pada manusia, kuda, tertentu burung, dan nyamuk. Virus West Nile yang paling sering disebarkan oleh gigitan nyamuk yang terinfeksi - nyamuk menjadi terinfeksi ketika mereka makan pada burung yang terinfeksi - nyamuk yang terinfeksi kemudian dapat menyebarkan virus ke manusia dan hewan lain ketika mereka menggigit. West Nile virus tidak menyebar melalui menyentuh atau melalui kontak biasa seperti menyentuh atau mencium orang dengan virus, tetapi dalam beberapa kasus telah menyebar melalui transfusi darah, transplantasi organ, menyusui dan bahkan selama kehamilan dari ibu ke bayi.

Legionellosis adalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Legionella pneumophila*. Penyakit ini, yang dapat terjadi dalam wabah atau sebagai kasus tunggal, dapat menyebabkan penyakit pernafasan ringan atau pneumonia. Bentuk yang paling umum dari penyakit ini dikenal sebagai "legiuner 'penyakit." Wabah penyakit ini terjadi di Philadelphia pada tahun 1976, sebagian besar di antara orang yang menghadiri konvensi Legiun Amerika, ini menyebabkan nama "penyakit legiuner". Selanjutnya, bakteri yang menyebabkan penyakit ini dinamakan *Legionella* dan nama penyakit diubah menjadi legionellosis. Gejala yang paling umum dari legionellosis adalah demam (102 derajat F - 105 derajat F), menggigil, dan batuk (yang mungkin kering atau produktif). Beberapa pasien juga memiliki nyeri otot, sakit kepala, kelelahan, kehilangan nafsu makan, kehilangan koordinasi (ataksia), dan kadang-kadang diare dan muntah-muntah. Legionellosis disebabkan oleh bakteri *Legionella pneumophila*. *Legionella* adalah bakteri yang berkaitan dengan air dan tersebar luas dilingkungan, seperti ditemukan di danau, sungai, mata air hangat dan badan air lainnya serta tanah. *Legionella* juga ditemukan pada sistem buatan manusia seperti menara pendingin pada AC (pendingin ruangan) dan proses di industri serta sistem sirkulasi air hangat, dimana suhu air terjaga pada 20-45 oC. Pada sistem buatan manusia ini bisa memberikan kondisi yang memungkinkan bakteri tersebut tumbuh subur beranak-pinak.

Psittacosis adalah penyakit yang disebabkan bakteri *Chlamydia psittaci*, penyakit ini disebarkan oleh burung (seperti nuri dan kakatua). Penularannya bisa lewat kotoran burung yang kemudian terhirup oleh manusia. Gejala klinik yang ditimbulkan antara lain adalah gangguan pernafasan mulai dari sesak nafas sampai peradangan pada saluran pernafasan, diare, tremor serta

kelemahan pada anggota gerak. Kondisi akan semakin parah bila penderita dalam kondisi stress dan makanan yang kekurangan gizi.

c. Pekerjaan yang terpapar darah manusia dan cairan tubuh lainnya

Jenis pekerjaan yang memungkinkan pelakunya terpapar oleh darah atau cairan tubuh lainnya adalah petugas kesehatan (dokter, perawat, petugas laboratorium dan lain-lain), petugas emergency, petugas autopsy dan pemeliharaan jenazah, petugas rumah tahanan, atlet professional dan penjaja seks komersial (PSK). Pekerja pengolahan limbah dan petugas pemeliharaan ledeng PDAM juga termasuk pekerjaan yang berisiko terpapar mikroorganisme patogen yang terdapat pada feces manusia.

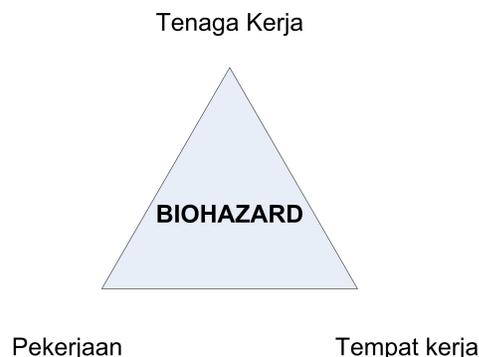
2. Lokasi dan lingkungan kerja

Lokasi kerja merupakan faktor predisposisi untuk terjadinya penularan penyakit melalui vektor (seperti rabies dan malaria) dimana penyakit ini bersifat endemik pada beberapa daerah tertentu dan kondisi berbahaya akibat gigitan binatang berbahaya (seperti buaya dan ular berbisa). Keanekaragaman distribusi biohazard berhubungan dengan distribusi spesies pada lokasi geografi yang spesifik. Indonesia sebagai salah satu Negara agraris memungkinkan petaninya terpapar hazard biologis seperti gigitan ular berbisa dan binatang lainnya yang dapat dijumpai ketika bekerja. Begitu pula pekerja sektor kehutanan atau pertambangan di Papua berisiko terjangkit penyakit malaria.

E. Upaya pengendalian paparan biohazard di tempat kerja.

Untuk mengetahui biohazard di tempat kerja, diperlukan pendekatan analitis dan preventif. Kompleksitas model transmisi dan mekanisme aksi biohazard menggambarkan bahwa biohazard perlu dipertimbangkan dari konteks tempat kerja, jenis pekerjaan dan tenaga kerja. Upaya pengendalian tergantung pada jenis agen penyebab penyakit (mode transmisi, virulensi dan keganasan), metode paparan, jumlah tenaga kerja yang berpotensi terpapar dan kerentanan untuk terpapar. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kemampuan biohazard untuk dapat menyebabkan gangguan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Gambar 8.1
Interaksi biohazard dengan tenaga kerja, pekerjaan dan tempat kerja



Upaya pengendalian biohazard dapat dilakukan dengan eliminasi sumber biohazard (seperti mendesain system ventilasi untuk mengeliminasi air yang menjadi reservoir

legionella); eliminasi agen biohazard (contoh penggunaan pestisida untuk mengeliminasi spesies tikus); eliminasi vektor (contoh eliminasi spesies burung tertentu yang menjadi vector penyakit psittacosis). Ketika langkah eliminasi tidak bisa dilakukan, selanjutnya dapat dilakukan pengendalian secara teknik, administratif dan penggunaan alat pelindung diri.

Tabel 8.2
 Hirarki pengendalian paparan biohazard di tempat kerja
 (Sumber : Worksafe Alberta (2009))

Teknik	Jenis Tindakan
Pengendalian teknis/Bioteknis	Vaksinisasi
	Pemberian obat antivirus
	Perbaikan sistem ventilasi
	Penggunaan alat otomatis
Pengendalian administratif secara	Kebijakan dan prosedur kerja yang aman
	Prosedur pengendalian infeksi secara umum dan prosedur kerja yang aman
	Program imunisasi
	Pelatihan
	Prosedur karantina dan isolasi
Alat pelindung diri	Sarung tangan
	Pakaian pelindung
	Pelindung mata
	Pelindung wajah
	Pelindung pernafasan

BAB IX

PAPARAN DEBU DI TEMPAT KERJA

A. Beberapa pengertian terkait debu

Menurut "The Glossary of Atmospheric Chemistry Terms" (IUPAC, 2001), debu adalah partikel kecil, padat dan kering yang diproyeksikan ke udara oleh kekuatan alam seperti angin, dan letusan gunung berapi, atau oleh proses mekanis buatan manusia seperti proses menghancurkan, menggiling, pengeboran, pembongkaran, menyekop, penyaluran, pengayakan, pembungkusan, dan penyapuan. Partikel debu ini diameternya terdiri dari berbagai ukuran mulai dari 1 μm sampai 100 μm dan menetap perlahan di bawah pengaruh gravitasi bumi.

Sementara itu menurut *Mine Safety and Health Administration (MSHA, 1999)*, debu atau *dust* adalah partikel padat yang berukuran sangat kecil berukuran 1 sampai 500 mikron yang dibawa oleh udara. Partikel-partikel kecil ini dibentuk oleh suatu proses disintegrasi atau fraktur seperti penggilingan, penghancuran atau pemukulan terhadap benda padat. Debu sebagai padatan halus yang tersuspensi di udara yang tidak mengalami perubahan secara kimia ataupun fisika dari bahan padatan aslinya.

Debu diudara (*airborne dust*) adalah suspensi partikel benda padat diudara. Butiran debu ini dihasilkan oleh pekerjaan yang berkaitan dengan gerinda, pemboran dan penghancuran pada proses pemecahan bahan-bahan padat. Ukuran besarnya butiran-butiran tersebut sangat bervariasi mulai yang dapat dilihat oleh mata telanjang ($> 1/20$ mm) sampai pada tidak kelihatan. Debu yang tidak kelihatan berada diudara untuk jangka waktu tertentu dan hal ini membahayakan karena bisa masuk menembus kedalam paru-paru.

Aerosol (partikel) yaitu setiap sistem titik-titik cairan atau debu yang mendispersi diudara yang mempunyai ukuran demikian lembutnya sehingga kecepatan jatuhnya mempunyai stabilitas cukup sebagai suspensi diudara. Perlu diingat bahwa partikel-partikel debu selalu berupa suspensi. Partikel dapat diklasifikasikan sebagai kabut dan asap. Kabut (*mist*) adalah sebaran butir-butir cairan diudara. Kabut biasanya dihasilkan oleh proses penyemprotan dimana cairan tersebar, terpercik atau menjadi busa partikel buih yang sangat kecil. Asap (*fume*) adalah butiran-butiran benda padat hasil kondensasi bahan-bahan dari bentuk uap. Asap ini biasanya berhubungan dengan logam di mana uap dari logam terkondensasi menjadi butiran-butiran padat di dalam ruangan logam cair tersebut. Asap juga ditemui pada sisa pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan yang mengandung karbon, karbon ini mempunyai ukuran lebih kecil dari 0,5 micron

Gas adalah bahan seperti oksigen, nitrogen, atau karbon dioksida dalam bentuk gas pada suhu dan tekanan normal, dapat dirubah bentuknya hanya dengan kombinasi penurunan suhu dan penambahan tekanan. Uap Air (*vapor*) adalah bentuk gas dari cairan pada suhu dan tekanan ruangan cairan mengeluarkan uap, jumlahnya tergantung dari kemampuan penguapannya. Bahan-bahan yang memiliki titik didih yang rendah lebih mudah menguap dari pada yang memiliki titik didih yang tinggi.

Menurut Vincent (1989 dan 1995) serta Willeke dan Baron (1993) beberapa contoh debu yang dapat ditemukan di lingkungan kerja antara lain : Debu mineral (seperti debu batu bara dan semen), debu logam (seperti timbale, candium, nikel dan

beryllium), debu kimia (seperti debu pestisida), debu organik dan debu sayuran (seperti serbuk sari, tepung, kayu, kapas, teh) dan debu biohazard (seperti jamur dan spora).

B. Karakteristik dan jenis Debu

Ukuran partikel debu yang dihasilkan dari suatu proses sangatlah bervariasi, mulai dari yang tidak bisa terlihat dengan mata telanjang sampai pada ukuran yang terlihat dengan mata telanjang. Ukuran partikel yang besar akan tertinggal pada permukaan benda atau turun kebawah (menetap sementara diudara) dan ukuran partikel yang kecil akan terbang atau tersuspensi diudara. Debu umumnya dalam ukuran micron, sebagai pembanding ukuran rambut adalah 50-70 micron. Jenis industri yang menghasilkan debu dan banyak mencemari lingkungan atau udara adalah seperti konstruksi, agrikultur dan pertambangan. Didalam proses manufaktur, debu juga dapat dihasilkan dari berbagai aktifitas seperti crushing, grinding, abrasi dan lain-lain. Banyaknya debu yang dihasilkan oleh aktifitas industri sangat tergantung kepada jenis proses dan bahan yang digunakan atau diproses.

Debu memiliki sifat antara lain: dapat mengendap karena dipengaruhi gravitasi bumi, memiliki permukaan yang selalu basah karena dilapisi air, mampu membentuk gumpalan atau koloni karena permukaannya yang selalu basah, bersifat listrik statis artinya mampu menangkap partikel lain yang berlawanan dan bersifat opsis artinya debu mampu memancarkan cahaya. Debu fibrogenic seperti Kristal silika (free crystalline silica – FCS) atau asbestos adalah jenis debu yang sangat beracun dan jika masuk kedalam paru-paru dapat merusak paru-paru dan mempengaruhi fungsi atau kerja paru-paru. Nuisance dust atau inert dust dapat didefinisikan sebagai debu yang mengandung kurang dari 1% quartz (kuarsa). Karena kandungan silika yang rendah, nuisance dust hanya sedikit mempengaruhi kesehatan paru-paru dan dapat disembuhkan jika terhirup. Akan tetapi jika konsentrasi nuisance dust sangat tinggi diudara area kerja maka dapat mengurangi penglihatan dan bisa menyebabkan masuk kedalam mata, telinga dan tenggorokan sehingga timbul rasa tidak nyaman dan juga bisa menyebabkan luka pada kulit atau membran mukosa baik karena aksi kimiawi atau mekanik.

Dari sisi kesehatan kerja, debu diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu: respirable dust, inhalable dust dan total dust. *Respirable dust* adalah debu atau partikel yang cukup kecil yang dapat masuk kedalam hidung sampai pada sistem pernapasan bagian atas dan masuk kedalam paru-paru bagian dalam. Partikel yang masuk kebagian paru-paru bagian dalam atau sistem pernapasan bagian dalam secara umum tidak bisa dikeluarkan oleh sistem mekanisme tubuh secara alami (cilia dan mucous) maka akibatnya partikel tersebut akan tinggal selama-lamanya didalam paru-paru. MSHA mendefinisikan *respirable dust* sebagai fraksi dari airborne dust yang lolos dari alat saring ukuran partikel dengan karakteristik sebagai berikut:

Aerodynamic diameter, Mikron (unit density spheres)	Percent passing selector
2.0	90
2.5	75
3.5	50
5.0	25
10.	0.0

Environmental Protection Agency (EPA) menggambarkan *inhalable dust* sebagai debu yang bisa masuk kedalam tubuh akan tetapi terperangkap atau tertahan di hidung, tenggorokkan atau sistem pernapasan bagian atas, ukuran inhalable dust berdiameter kira-kira 10 mikron. *Total dust* adalah semua airborne partikel tanpa mempertimbangkan ukuran dan komposisinya. Pelepasan debu secara berlebihan keudara dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan juga masalah di industri tersebut, beberapa gangguan dan masalah tersebut diantaranya adalah : Bahaya kesehatan (penyakit pernapasan ditempat kerja, iritasi pada mata, telinga, hidung dan tenggorokkan, iritasi pada kulit), risiko dust explosion dan kebakaran, merusak peralatan, mengganggu penglihatan, bau yang tidak enak dan masalah bagi komunitas sekitar pabrik

Menurut macamnya, debu diklasifikasikan atas 3 jenis yaitu debu organic, debu metal, dan debu mineral. Debu organic adalah debu yang berasal dari makhluk hidup, debu metal adalah debu yang di dalamnya terkandung unsur-unsur logam (Pb, Hg, Cd, dan Arsen), sedangkan debu mineral ialah debu yang di dalamnya terkandung senyawa kompleks. Debu memiliki karakter atau sifat yang berbeda-beda, antara lain debu fisik (debu tanah, batu, dan mineral), debu kimia (debu organic dan anorganik), dan debu biologis (virus, bakteri, kista), debu eksplosif atau debu yang mudah terbakar (batu bara, Pb), debu radioaktif (Uranium, Tuttonium), Debu Inert (debu yang tidak bereaksi kimia dengan zat lain). Debu industri yang terdapat dalam udara terbagi dua, yaitu deposit particulate matter yaitu partikel debu yang hanya berada sementara di udara, partikel ini segera mengendap karena daya tarik bumi. Suspended particulate matter adalah debu yang tetap berada di udara dan tidak mudah mengendap. Partikel debu yang dapat dihirup berukuran 0,1 sampai kurang dari 10 mikron disebut.

Debu yang berukuran antara 5-10 mikron bila terhisap akan tertahan dan tertimbun pada saluran napas bagian atas; yang berukuran antara 3-5 mikron tertahan dan tertimbun pada saluran napas tengah. Partikel debu dengan ukuran 1-3 mikron disebut debu respirabel merupakan yang paling berbahaya karena tertahan dan tertimbun mulai dari bronkiolus terminalis sampai alveoli. Debu yang ukurannya kurang dari 1 mikron tidak mudah mengendap di alveoli, debu yang ukurannya antara 0,1-0,5 mikron berdifusi dengan gerak Brown keluar masuk alveoli; bila membentur alveoli ia dapat tertimbun di situ.

Meskipun batas debu respirabel adalah 5 mikron, tetapi debu dengan ukuran 5-10 mikron dengan kadar berbeda dapat masuk ke dalam alveoli. Debu yang berukuran lebih dari 5 mikron akan dikeluarkan semuanya bila jumlahnya kurang dari 10 partikel per milimeter kubik udara. Bila jumlahnya 1.000 partikel per milimeter kubik udara, maka 10% dari jumlah itu akan ditimbun dalam paru.

Debu yang nonfibrogenik adalah debu yang tidak menimbulkan reaksi jaringan paru, contohnya adalah debu besi, kapur, timah. Debu ini dulu dianggap tidak merusak paru disebut debu inert. Belakangan diketahui bahwa tidak ada debu yang benar-benar inert. Dalam dosis besar, semua debu bersifat merangsang dan dapat menimbulkan reaksi walaupun ringan. Reaksi itu berupa produksi lendir berlebihan; bila terus berlangsung dapat terjadi hiperplasi kelenjar mukus. Jaringan paru juga dapat berubah dengan terbentuknya jaringan ikat retikulin. Penyakit paru ini disebut pneumokoniosis nonkolagen. Debu fibrogenik dapat menimbulkan reaksi jaringan paru sehingga terbentuk jaringan parut (fibrosis). Penyakit ini disebut pneumokoniosis kolagen. Termasuk jenis ini adalah debu silika bebas, batubara dan asbes.

Jenis debu terkait daya larut sifat kimianya. Adanya perbedaan daya larut dan sifat kimiawi ini, maka kemampuan mengendapnya juga akan berbeda pula. Demikian juga tingkat kerusakan yang ditimbulkannya juga akan berbeda pula. Debu dikelompokkan menjadi dua yaitu debu organik dan anorganik (Suma'mur, 1999)

Tabel 9.1 Jenis Debu yang Dapat Menimbulkan Penyakit Paru pada Manusia

No	Jenis Debu	Contoh (Jenis debu)
1	Organik	
	a. Alamiah	
	Fosil	Batu bara, karbon hitam, arang, granit
	Bakteri	TBC, antraks, enzim bacillus subtilis
	Jamur	Koksidimikosis, histoplasmosis, kriptokokus thermophilic actinomycosis
	Virus	Psikatosi, cacar air, Q fever
	Sayuran	Kompos jamur, ampas tebu, tepung padi, gabus, atap alang-alang, katun, rami, serta nanas
	Binatang	Kotoran burung merpati, kesturi, ayam
	b. Sintesis	
	Plastik	Politetra fluoretilen diesosianat
Reagen	Minyak isopropyl, pelarut organik	
2	Anorganik	
	a. Silika bebas	
	Crystaline	Quartz, trymite cristobalite
	Amorphus	Diatomaceous earth, silica gel
	b. Silika	
	Fibrosis	Asbestosis, silinamite, talk
	Lain-lain	Mika, kaolin, debu semen
	c. Metal	
	Inert	Besi, barium, titanium, tin, aluminium, seng
	Lain-lain	Berilium
Bersifat keganasan	Arsen, kobal, nikel hematite, uranium, asbes, khrom	

C. Penetrasi dan penumpukan debu pada saluran pernafasan

Partikel kecil yang menetap di udara dapat terhirup melalui hidung (nasal route) atau mulut (oral). Kemungkinan masuknya debu ke saluran pernafasan tergantung pada diameter partikel yang aerodinamis, perputaran udara di sekitar tubuh, dan kecepatan pernafasan. Partikel dihirup dapat disimpan/mengendap atau dihembuskan lagi, tergantung pada berbagai macam faktor fisiologis dan partikel-terkait. Terdapat lima mekanisme penumpukan (deposit) debu pada saluran nafas yaitu sedimentasi, impaksi inersial, difusi (signifikan hanya untuk partikel yang sangat kecil $<0,5$ μm), intersepsi, dan deposisi elektrostatik. Sedimentasi dan impaksi adalah mekanisme yang paling penting dalam kaitannya dengan debu di udara yang dihirup, dan proses ini diatur oleh diameter aerodinamis partikel (Lippmann, 1987).

Debu, aerosol dan gas iritan kuat dapat merangsang refleks batuk atau spasme laring. Kalau zat-zat ini menembus kedalam paru-paru, dapat terjadi bronchitis toksik, edema paru-paru atau pneumonitis. Para pekerja menjadi toleran terhadap paparan iritan berkadar rendah dengan meningkatkan sekresi mucus, suatu mekanisme yang khas pada bronkhitis dan terlihat pada perokok tembakau. Partikel-partikel debu dan aerosol yang berdiameter lebih dari 15 μm tersaring keluar pada saluran napas. Partikel $5-15$ μm tertangkap pada mukosa saluran yang lebih rendah dan kembali disapu ke laring oleh kerja mukosiliar, selanjutnya ditelan. Bila partikel ini mengatasi saluran nafas atau melepaskan zat-zat yang merangsang respon imun dapat timbul penyakit pernafasan seperti bronchitis (WHO, 1997).

Partikel-partikel berukuran $0,5$ dan 5 μm (debu yang ikut dengan pernafasan) dapat melewati sistem pembersihan mukosiliar dan masuk ke saluran nafas terminal serta alveoli. Dari sana debu ini akan dikumpulkan oleh sel-sel scavenger (makrofag) dan dihantarkan pulang kembali ke sistem mukosiliar atau ke sistem limfatik. Partikel berdiameter kurang dari $0,5$ μm mungkin akan mengambang dalam udara dan tidak diretensi. Partikel-partikel panjang dan serat yang diameternya dari 3 μm dengan panjang 100 μm dapat mencapai saluran nafas terminal, namun tidak dibersihkan oleh makrofag; akan tetapi partikel ini mungkin pula ditelan lebih dari satu makrofag dan dibungkus dengan bahan protein kaya besi sehingga terbentuk badan-badan besar "asbes" yang khas.

Timbulnya penyakit saluran pernafasan akibat paparan debu dapat disebabkan karena satu atau beberapa sebab antara lain : mikroorganisme patogen yang mampu bertahan terhadap fagositosis; partikel-partikel mineral yang menyebabkan kerusakan atau kematian makrofag yang melannya, sehingga menghambat pembersihan dan merangsang reaksi jaringan; partikel-partikel organik yang merangsang respon imun; kelebihan beban sistem akibat paparan terus-menerus terhadap debu respirasi berkadar tinggi yang menumpuk di sekitar saluran nafas terminal.

Stimulasi saluran nafas berulang (bahkan mungkin juga oleh partikel-partikel inert) menyebabkan penebalan dinding bronki, meningkatkan sekresi mucus, merendahkan ambang refleks penyempitan dan batuk, meningkatkan kerentanan terhadap infeksi pernafasan dan gejala-gejala asmaatik. Daerah perifer paru-paru terutama dirusak oleh debu fibrogenik, umumnya partikel fibrogenik yang masuk paru-paru dibersihkan sebagian dan diendapkan pada kelenjar-kelenjar limfe hilus. Di sana, partikel-partikel tersebut merangsang reaksi jaringan, penebalan dan pembentukan jaringan parut pada kelenjar-kelenjar tersebut. Drainase limfatik menjadi terganggu, sehingga

partikel-partikel pada paparan lebih lanjut akan menumpuk di dekat kelenjar-kelenjar yang berparut tersebut, dan secara progresif memperbesar daerah parut. Pembentukan jaringan parut dengan berbagai cara ini mengakibatkan pengerutan paru-paru, peregangan berlebihan pada jaringan paru-paru yang tersisa, ventilasi tidak merata dan tipe emfisema tertentu (Amin, 2000).

Bahaya debu kayu bagi kesehatan bahwa debu merupakan bahan partikel apabila masuk ke dalam organ pernafasan manusia maka dapat menimbulkan penyakit pada tenaga kerja khususnya berupa gangguan sistem pernafasan yang ditandai dengan pengeluaran lendir secara berlebihan yang menimbulkan gejala utama yang sering terjadi adalah batuk, sesak nafas dan kelelahan umum.

Mekanisme penimbunan debu dalam paru dapat dijelaskan sebagai berikut: debu diinhalasi dalam partikel debu solid, atau suatu campuran dan asap, debu yang berukuran antara 5-10 μ akan ditahan oleh saluran nafas bagian atas, debu yang berukuran 3-5 μ akan ditahan oleh saluran nafas bagian tengah, debu yang berukuran 1-3 μ disebut respirabel, merupakan ukuran yang paling bahaya, karena akan tertahan dan tertimbun mulai dari bronchiolus terminalis sampai hinggap di permukaan alveoli/selaput lendir sehingga menyebabkan fibrosis paru. Sedangkan debu yang berukuran 0,1 – 1 μ melayang di permukaan alveoli (Pudjiastuti, 2002).

Menurut Pope (2003), mekanisme pengendapan partikel debu di paru berlangsung dengan berbagai cara: 1) *Gravitation*, sedimentasi partikel yang masuk saluran nafas karena gaya gravitasi, 2) *Impaction* yaitu terbenturnya di percabangan bronkus dan jatuh pada percabangan yang kecil, 3) *Brown diffusion* yang mengendapnya partikel yang diameter lebih besar dari dua micron yang disebabkan oleh terjadinya gerakan keliling (gerakan Brown) dari partikel oleh energi kinetic, 4) *Elektrostatic* terjadi karena saluran nafas dilapisi mukus, yang merupakan konduktor yang baik secara elektrostatik, dan 5) *Interception* yaitu pengendapan yang berhubungan dengan sifat fisik partikel berupa ukuran panjang/besar partikel hal ini penting untuk mengetahui dimana terjadi pengendapan.

2. Ukuran Partikel

Tidak semua partikel dalam udara yang terinhalasi akan mencapai paru. Partikel yang berukuran besar pada umumnya telah tersaring di hidung. Partikel dengan diameter 0,5-0,1 μ yang disebut partikel terhisap yang dapat mencapai alveoli. Partikel berdiameter 0,5-0,1 μ dapat mengendap di alveoli dan menyebabkan terjadinya pneumokoniosis (Malaka, 1996). Partikel debu yang berdiameter > 10 μ yang disebut coarse particle merupakan indikator yang baik tentang adanya kelainan saluran pernafasan, karena adanya hubungan yang kuat antara gejala penyakit saluran pernafasan dengan kadar partikel debu di udara (Pope, 2003).

3. Kadar Partikel Debu dan Lama Paparan

Semakin tinggi konsentrasi partikel debu dalam udara dan semakin lama paparan berlangsung, jumlah partikel yang mengendap di paru juga semakin banyak. Setiap inhalasi 500 partikel per millimeter kubik udara, setiap alveoli paling sedikit menerima 1 partikel dan apabila konsentrasi mencapai 1000 partikel per millimeter kubik, maka 10% dari jumlah tersebut akan tertimbun di paru. Konsentrasi yang melebihi 5000 partikel per millimeter kubik sering dihubungkan dengan terjadinya pneumokoniosis (Mangkunegoro, 2003). Pneumokoniosis akibat debu akan timbul setelah penderita mengalami kontak lama dengan debu. Jarang ditemui kelainan bila paparan kurang

dari 10 tahun. Dengan demikian lama paparan mempunyai pengaruh besar terhadap kejadian gangguan fungsi paru (Yunus, 2006).

4. Pertahanan Tubuh terhadap Paparan Partikel Debu yang Terinhalasi

Beberapa orang yang mengalami paparan debu yang sama baik jenis maupun ukuran partikel. Konsentrasi maupun lamanya paparan berlangsung, tidak selalu menunjukkan akibat yang sama. Sebagian ada yang mengalami gangguan paru berat, namun ada yang ringan bahkan mungkin ada yang tidak mengalami gangguan sama sekali. Hal ini diperkirakan berhubungan dengan perbedaan kemampuan sistem pertahanan tubuh terhadap paparan partikel debu terinhalasi.

Menurut Murray & Lopez (2006), dilakukan dengan cara yaitu:

- a. Secara mekanik yaitu: pertahanan yang dilakukan dengan menyaring partikel yang ikut terinhalasi bersama udara dan masuk saluran pernafasan. Penyaringan berlangsung di hidung, nasofaring dan saluran nafas bagian bawah yaitu bronkus dan bronkiolus. Di hidung penyaringan dilakukan oleh bulu-bulu cilia yang terdapat di lubang hidung, sedangkan di bronkus dilakukan reseptor yang terdapat pada otot polos dapat berkonstraksi apabila ada iritasi. Apabila rangsangan yang terjadi berlebihan, maka tubuh akan memberikan reaksi berupa bersin atau batuk yang dapat mengeluarkan benda asing termasuk partikel debu dari saluran nafas bagian atas maupun bronkus.
 - b. Secara kimia yaitu cairan dan cilia dalam saluran nafas secara fisik dapat memindahkan partikel yang melekat di saluran nafas, dengan gerakan cilia yang mucociliary escalator ke laring. Cairan tersebut bersifat detoksikasi dan bakterisid. Pada paru bagian perifer terjadi ekskresi cairan secara terus menerus dan perlahan-lahan dari bronkus ke alveoli melalui limfatik. Selanjutnya makrofag alveolar menfagosit partikel yang ada di permukaan alveoli.
 - c. Secara imunitas, melalui proses biokimiawi yaitu humoral dan seluler. Ketiga sistem tersebut saling berkait dan berkoordinasi dengan baik sehingga partikel yang terinhalasi disaring berdasarkan pengendapan kemudian terjadi mekanisme rekasi atau perpindahan partikel.
- #### 5. Mekanisme Timbulnya Debu dalam Paru-Paru

a. Mekanisme timbulnya debu dalam paru :

1) Kelembaban dari debu yang bergerak (inertia)

Pada waktu udara membelok ketika jalan pernafasan yang tidak lurus, partikel-partikel debu yang bermassa cukup besar tidak dapat membelok mengikuti aliran udara, tetapi terus lurus dan akhirnya menumpuk selaput lendir dan hinggap di paru-paru.

2) Pengendapan (Sedimentasi)

Pada bronchioli kecepatan udara pernafasan sangat kurang, kira-kira 1 cm per detik sehingga gaya tarik bumi dapat bekerja terhadap partikel debu dan mengendapnya.

3) Gerak Brown terutama partikel berukuran sekitar $0,1 \mu$, partikel-partikel tersebut membentuk permukaan alveoli dan tertimbun di paru-paru.

b. Jalan masuk dalam tubuh :

1) Inhalation adalah jalan masuk (rute) yang paling signifikan di mana substansi yang berbahaya masuk dalam tubuh melalui pernafasan dan dapat menyebabkan

penyakit baik akut maupun kronis.

- 2) Absorbtion adalah paparan debu masuk ke dalam tubuh melalui absorbsikulit di mana ada yang tidak menyebabkan perubahan berat pada kulit, tetapi menyebabkan kerusakan serius pada kulit.
- 3) Ingestion adalah jalan masuk yang melalui saluran pencernaan (jarang terjadi).

D. Dampak paparan debu

Dampak paparan debu terhadap kesehatan manusia tidak sama, hal ini tergantung pada faktor debu, lama paparan dan faktor tenaga kerjanya sendiri. Faktor debu meliputi komposisi debu, ukuran partikel, bentuk, konsentrasi, daya larut dan sifat kimiawi. Faktor individual terdiri dari mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran napas dan faktor imunologis. Debu yang masuk ke dalam saluran napas, menyebabkan timbulnya reaksi mekanisme pertahanan nonspesifik berupa batuk, bersin, gangguan transport mukosilier dan fagositosis oleh makrofag. Otot polos di sekitar jalan napas dapat terangsang sehingga menimbulkan penyempitan. Keadaan ini terjadi biasanya bila kadar debu melebihi nilai ambang batas. Sistem mukosilier juga mengalami gangguan dan menyebabkan produksi lendir bertambah. Bila lendir makin banyak atau mekanisme pengeluarannya tidak sempurna terjadi obstruksi saluran napas sehingga resistensi jalan napas meningkat. Partikel debu yang masuk ke dalam alveoli akan membentuk fokus dan berkumpul di bagian awal saluran limfe paru.

Debu ini akan difagositosis oleh makrofag, debu yang bersifat toksik terhadap makrofag seperti silika bebas menyebabkan terjadinya autolisis. Makrofag yang lisis bersama silika bebas merangsang terbentuknya makrofag baru. Makrofag baru memfagositosis silika bebas tadi sehingga terjadi lagi autolisis, keadaan ini terjadi berulang-ulang. Pembentukan dan destruksi makrofag yang terus menerus berperan penting pada pembentukan jaringan ikat kolagen dan pengendapan hialin pada jaringan ikat tersebut. Fibrosis ini terjadi pada parenkim paru, yaitu pada dinding alveoli dan jaringan interstisial. Akibat fibrosis paru menjadi kaku, menimbulkan gangguan pengembangan paru yaitu kelainan fungsi paru yang restriktif.

Lama paparan juga menentukan berat ringannya dampak paparan. Paparan yang berlebihan atau waktu yang lama terhadap respirable dust yang berbahaya (harmful) dapat menyebabkan penyakit pernapasan yang disebut pneumoconiosis. Penyakit ini disebabkan oleh terkumpulnya atau menumpuknya debu mineral didalam paru-paru dan merusak jaringan paru-paru. Pneumokoniosis biasanya timbul setelah paparan bertahun-tahun. Apabila kadar debu tinggi atau kadar silika bebas tinggi dapat terjadi silikosis akut yang bermanifestasi setelah paparan 6 bulan. Dalam masa paparan yang sama seseorang tepat mengalami kelainan yang berat sedangkan yang lain kelainannya ringan akibat adanya kepekaan individual. Penyakit akibat debu antara lain adalah asma kerja, bronkitis industri, pneumokoniosis batubara, siikosis, asbestosis dan kanker paru.

Perhatian terbesar adalah efek kesehatan pada pekerja karena mereka terpapar secara berlebihan terhadap debu yang membahayakan. Oleh karena itu untuk mengevaluasi tingkat bahaya kesehatan ditempat kerja, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) telah mengadopsi sejumlah

standar threshold limit values (TLV's) atau nilai ambang batas (NAB). Nilai TLV digunakan sebagai petunjuk atau guidance untuk mengevaluasi bahaya kesehatan. Nilai TLV (NAB) adalah nilai batas paparan selama 8 jam kerja dimana tidak ada efek kesehatan yang ditimbulkan. MSHA menggunakan nilai TLV untuk mengevaluasi kesehatan.

E. Penyakit akibat paparan debu

1. Pneumokoniosis Pekerja Tambang Batubara

Penyakit terjadi akibat penumpukan debu batubara di paru dan menimbulkan reaksi jaringan terhadap debu tersebut. Penyakit ini terjadi bila paparan cukup lama, biasanya setelah pekerja terpapar lebih dari 10 tahun. Berdasarkan gambaran foto toraks dibedakan atas bentuk simple dan complicated. Simple Coal Workers Pneumoconiosis (Simple CWP) terjadi karena inhalasi debu batubara saja. Gejalanya hampir tidak ada; bila paparan tidak berlanjut maka penyakit ini tidak akan memburuk. Penyakit ini dapat berkembang menjadi bentuk complicated. Kelainan foto toraks pada simple CWP berupa perselubungan halus bentuk lingkaran, perselubungan clapat terjadi di bagian mana saja pada lapangan paru, yang paling sering di lobus atas. Sering ditemukan perselubungan bentuk p dan q. Pemeriksaan faal paru biasanya tidak menunjukkan kelainan. Nilai VE_{P1} dapat sedikit menurun sedangkan kapasitas difusi biasanya normal.

Complicated Coal Workers Pneumoconiosis atau Fibrosis Masif Progresif (PMF) ditandai oleh terjadinya daerah fibrosis yang luas hampir selalu terdapat di lobus atas. Fibrosis biasanya terjadi karena satu atau lebih faktor berikut: 1) terdapat silika bebas dalam debu batubara, 2) konsentrasi debu yang sangat tinggi, 3) infeksi mycobacterium tuberculosis atau atipik, dan 4) imunologi penderita buruk.

Pada daerah fibrosis tepat timbul kavitas dan ini bisa menyebabkan pneumotoraks; foto toraks pada PMF sering mirip tuberkulosis, tetapi sering ditemukan bentuk campuran karena terjadi emfisema. Tidak ada korelasi antara kelainan faal paru dan luasnya lesi pada foto toraks. Gejala awal biasanya tidak khas. Batuk dan sputum menjadi lebih sering,

dahak berwarna hitam (melanoptisis). Kerusakan yang luas menimbulkan sesak napas yang makin bertambah, pada stadium lanjut terjadi kor hipertensi pulmonal, gagal ventrikel kanan dan gagal napas. Penelitian pada pekerja tambang batubara di Tanjung Enim tahun 1988 menemukan bahwa dari 1735 pekerja ditemukan 20 orang atau 1,15% yang foto toraksnya menunjukkan gambaran pneumokoniosis.

2. Silikosis

Penyakit ini terjadi karena inhalasi dan retensi debu yang mengandung kristalin silikon dioksida atau silika bebas (SiO₂). Berbagai jenis pekerjaan yang berisiko tinggi terkena penyakit ini antara lain : 1) pekerja tambang logam dan batubara, 2) penggali terowongan untuk membuat jalan, 3) pemotongan batu seperti untuk patung, nisan, 4) pembuat keramik dan batubara, 5) penguangan besi dan baja, 6) industri yang memakai silika sebagai bahan misalnya pabrik amplas dan gelas, 7) pembuat gigi enamel, 8) pabrik semen.

Usaha untuk menegakkan diagnosis silikosis secara dini sangat penting, oleh karena penyakit dapat terus berlanjut meskipun paparan telah dihindari. Pada

penderita silikosis insidens tuberkulosis lebih tinggi dari populasi umum. Secara klinis terdapat 3 bentuk silikosis, yaitu silikosis akut, silikosis kronik dan silikosis terakselerasi.

a) Silikosis Akut

Penyakit dapat timbul dalam beberapa minggu, bila seseorang terpapar silika dengan konsentrasi sangat tinggi. Perjalanan penyakit sangat khas, yaitu gejala sesak napas yang progresif, demam, batuk dan penurunan berat badan setelah paparan silika konsentrasi tinggi dalam waktu relatif singkat. Lama paparan berkisar antara beberapa minggu sampai 4 atau 5 tahun. Kelainan faal paru yang timbul adalah restriksi berat dan hipoksemi disertai penurunan kapasitas difusi. Pada foto toraks tampak fibrosis interstitial difus, fibrosis kemuclian berlanjut dan terdapat pada lobus tengah dan bawah membentuk diffuse ground glass appearance mirip edema paru.

b) Silikosis Kronik

Kelainan pada penyakit ini mirip dengan pneumokoniosis pekerja tambang batubara, yaitu terdapat nodul yang biasanya dominan di lobus atas. Bentuk silikosis kronik paling sering ditemukan, terjadi setelah paparan 20 sampai 45 tahun oleh kadar debu yang relatif rendah. Pada stadium simple, nodul di paru biasanya kecil dan tanpa gejala atau minimal. Walaupun paparan tidak ada lagi, kelainan paru dapat menjadi progresif sehingga terjadi fibrosis yang masif. Pada silikosis kronik yang sederhana, foto toraks menunjukkan nodul terutama di lobus atas dan mungkin disertai klasifikasi. Pada bentuk lanjut terdapat masa yang besar yang tampak seperti sayap malaikat (angel's wing). Sering terjadi reaksi pleura pada lesi besar yang padat. Kelenjar hilus biasanya membesar dan membentuk bayangan egg shell calcification. Jika fibrosis masif progresif terjadi, volume paru berkurang dan bronkus mengalami distorsi. Faal paru menunjukkan gangguan restriksi, obstruksi atau campuran.

Kapasitas difusi dan komplians menurun. Timbul gejala sesak napas, biasa disertai batuk dan produksi sputum. Sesak pada awalnya terjadi pada saat aktivitas, kemudian pada waktu istirahat dan akhirnya timbul gagal kardiorespirasi.

c. Silikosis Terakselerasi

Bentuk kelainan ini serupa dengan silikosis kronik, hanya perjalanan penyakit lebih cepat dari biasanya, menjadi fibrosis masif, sering terjadi infeksi mikobakterium tipikal atau atipik. Setelah paparan 10 tahun sering terjadi hipoksemi yang berakhir dengan gagal napas.

3. Asbestosis

Penyakit ini terjadi akibat inhalasi debu asbes, menimbulkan pneumokoniosis yang ditandai oleh fibrosis paru. Paparan dapat terjadi di terah industri dan tambang, juga bisa timbul pada daerah sekitar pabrik atau tambang yang udaranya terpolusi oleh debu asbes. Pekerja yang dapat terkena asbestosis adalah yang bekerja di tambang, penggilingan, transportasi, pedagang, pekerja kapal dan pekerja penghancur asbes. Pada stadium awal mungkin tidak ada gejala meskipun

foto toraks menunjukkan gambaran asbestosis atau penebalan pleura. Gejala utama adalah sesak napas yang pada awalnya terjadi pada waktu aktivitas. Pada stadium akhir gejala yang umum adalah sesak pada saat istirahat, batuk dan penurunan berat badan. Sesak napas terus memburuk meskipun penderita dijauhkan dari paparan asbes; 15 tahun sesudah awal penyakit biasanya terjadi korpulmonal dan kematian.

Penderita sering mengalami infeksi saluran napas; keganasan pada bronkus, gastrointestinal dan pleura sering menjadi penyebab kematian.

Pada stadium awal pemeriksaan fisis tidak banyak menunjukkan kelainan, akibat fibrosis difus dapat terdengar ronki basah di lobus bawah bagian posterior. Bunyi ini makin jelas bila terjadi bronkiektasis akibat distorsi paru yang luas karena fibrosis. Jan tabuh (clubbing) sering ditemukan pada asbestosis. Perubahan pada foto toraks lebih jelas pada bagian tengah dan bawah paru, dapat berupa bercak difus atau bintik-bintik yang padat, bayangan jantung sering menjadi kabur. Diafragma dapat meninggi pada stadium lanjut karena paru mengecil. Penebalan pleura biasanya terjadi bilateral, terlihat di daerah tengah dan bawah terutama bila timbul kalsifikasi. Bila proses terlihat gambaran sarang tawon di lobus bawah. Mungkin ditemukan keganasan bronkus atau mesotelioma. Berbeda dengan pneumokoniosis batubara dan silikosis yang penderitanya dapat mempunyai gejala sesak napas tanpa kelainan foto toraks.

Pemeriksaan faal paru menunjukkan kelainan restriksi meskipun tidak ada gejala pada sebagian penderita terdapat kelainan obstruksi. Kapasitas difusi dan complians paru menurun, pada tahap lanjut terjadi hipoksemia. Biopsi paru mungkin perlu pada kasus tertentu untuk menegakkan diagnosis. Biopsi paru transbronkial hendaklah dilakukan untuk mendapatkan jaringan paru. Pemeriksaan bronkoskopi juga berguna menyingkirkan atau mengkonfirmasi adanya karsinoma bronkus yang terdapat bersamaan.

4. Bronkitis Industri

Berbagai debu industri seperti debu yang berasal dari pembakaran arang batu, semen, keramik, besi, penghancuran logam dan batu, asbes dan silika dengan ukuran 3-10 mikron akan ditimbun di paru. Efek yang lama dari paparan ini menyebabkan paralisis silia, hipersekresi dan hipertrofi kelenjar mukus. Keadaan ini menyebabkan saluran napas rentan terhadap infeksi dan timbul gejala-gejala batuk menahun yang produktif. Pada pekerja tambang batubara bila paparan menghilang, gejala klinis dapat hilang. Pada pekerja yang berhubungan dengan tepung keadaannya lebih kompleks. Berbagai komponen debu padi-padian (antigen padi-padian, jamur kumbang padi, tungau, endotoksin bakteri, antigen binatang, dan debu inert) berperan menimbulkan bronkitis.

Berbagai zat telah dipastikan sebagai penyebab terjadinya bronkitis industri sedangkan zat-zat lain kemungkinan besar atau diduga sebagai penyebab. Pada bronkitis industri atau bronkitis kronik foto toraks dapat normal, atau menunjukkan peningkatan corakan bronkopulmoner terutama di lobus bawah. Pada awal penyakit pemeriksaan faal paru tidak menunjukkan kelainan. Karena meningkatnya resistensi pemapasan, pada stadium lanjut terjadi obstruksi saluran napas yang tepat menjadi ireversibel.

Apabila telah timbul obstruksi yang ireversibel, penyakit akan berjalan secara

lambat dan progresif Pemeriksaan faal paru berguna untuk menentukan tahap perjalanan penyakit, manfaat bronkodilator, perburtikan fungsi paru dan menentukan prognosis.

Pada penduduk yang tinggal di sekitar pabrik semen kekerapan bronkitis kronik jauh lebih tinggi dari penduduk yang tinggalnya jauh. Pada penduduk yang tinggalnya 25 km dari pabrik semen, terdapat kekerapan bronkitis kronik 14,66% pada laki-laki dan 23,46% pada perempuan. Pada daerah yang terletak 5 km dari pabrik didapatkan angka kekerapan penyakit ini 33,33% pada laki-laki dan 22,35% pada perempuan.

Penelitian pada pekerja pabrik semen di daerah Cibinong pada tahun 1987 tidak menemukan penyakit bronkitis kronik Penelitian yang dilakukan pada tahun 1991 menemukan kekerapan bronkitis kronik yang sangat rendah yaitu 0,5%; prevalensi bronkitis kronik pada para pekerja tersebut rendah bila dibandingkan dengan prevalensi di kalangan penduduk yang tinggal di sekitar pabrik semen.

5. Asma Kerja

Asma kerja adalah penyakit yang ditandai oleh kepekaan saluran napas terhadap paparan zat di tempat kerja dengan manifestasi obstruksi saluran napas yang bersifat reversibel. Penyakit ini hanya mengenai sebagian pekerja yang terpapar, dan muncul setelah masa bebas gejala yang berlangsung antara beberapa bulan sampai beberapa tahun. Pada tiap individu masa bebas gejala dan berat ringannya penyakit sangat bervariasi.

Berbagai debu dan zat di tempat kerja tepat menimbulkan asma kerja. Zat itu tepat berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti tepung gandum, debu kayu, kopi, buah jarak, colophony, binatang seperti binatang pengerat, anjing, kucing, kutu ganchim, ulat sutra, kerang; zat kimia seperti isosionat, garam platina, khrom, enzim seperti iripisin dan papain. Dapat juga berasal dari obat-obatan seperti pada produksi piperazin, tetrasiklin, spinamisin dan penisilin sintetik.

Pada individu atopik keluhan asma timbul setelah bekerja 4 atau 5 tahun, sedangkan pada individu yang notatopik keluhan ini muncul beberapa tahun lebih lama. Pada tempat yang mengandung zat paparan kuat seperti isosionat dan colophony gejala dapat timbul lebih awal bahkan kadang-kadang beberapa minggu setelah mulai bekerja. Keluhan asma yang khas adalah mengi yang berhubungan dengan pekerjaan. Gejala pada tiap individu bervariasi, kebanyakan membaik pada akhir pekan dan waktu libur. Anamnesis riwayat penyakit yang rinci penting untuk menegaskan diagnosis. Ada individu yang terserang setelah paparan beberapa menit, pada individu lain sering timbul beberapa jam sesudah paparan dengan gejala yang mengganggu pada malam berikutnya.

Pemeriksaan faal paru di luar serangan dapat normal. Pada waktu serangan terlihat tanda obstruksi. Pemeriksaan arus puncak ekspirasi menunjukkan penurunan lebih dari 15% pada waktu serangan. Bila faal paru normal dan pasien dicurigai menderita asma, pemeriksaan uji provokasi bronkus merupakan pemeriksaan yang menunjang. Indikasi utama uji provokasi bronkus adalah : bila pekerja diduga menderita asma kerja tapi tidak diketahui zat yang menyebabkannya; bila pekerja terpapar oleh lebih dari satu zat yang dapat menyebabkan asma kerja; bila konfirmasi mutiak untuk diagnosis penyakit di perlukan, misalnya sebelum

menyuruh penderita berhenti bekerja.

Pemeriksaan lain yang tidak spesifik tapi dapat memberikan informasi adalah uji kulit, yaitu dengan tes goresan. Sebagian penderita yang tidak mempunyai gejala akan menunjukkan reaksi positif seget sesuthh uji kulit. Tidak ada hubungan yang pasti antara pekerjaan kulit dan bronkus.

6. Kanker Paru

Mekanisme terjadinya kanker akibat paparan zat belum diketahui secara tuntas. Para ahli sepakat paling kurang ada 2 stadium terjadinya kanker karena bahan karsinogen. Pertama adalah induksi DNA sel target oleh bahan karsinogen sehingga menimbulkan mutasi sel, kemudian terjadi peningkatan multiplikasi sel yang merupakan manifestasi penyakit. Zat yang bersifat karsinogen dan dapat menimbulkan kanker paru antara lain adalah asbes, uranium, gas mustard, arsen, nikel, khrom, khlor metil eter, pembakaran arang, kalsium klorida dan zat radioaktif serta tar batubara. Pekerja yang berhubungan dengan zat-zat tersebut dapat menderita kanker paru setelah paparan yang lama, yaitu antara 15 sampai 25 tahun. Pekerja yang terkena adalah mereka yang bekerja di tambang, pabrik, tempat penyulingan dan industri kimia.

E. Diagnosis, pencegahan dan pengobatan penyakit paru akibat debu

Penyakit paru akibat debu industri mempunyai gejala dan tanda yang mirip dengan penyakit paru lain yang tidak disebabkan oleh debu di tempat kerja. Untuk menegakkan diagnosis perlu dilakukan anamnesis yang teliti meliputi riwayat pekerjaan, dan hal-hal yang berhubungan dengan pekerjaan, karena penyakit biasanya baru timbul setelah paparan yang cukup lama. Anamnesis mengenai riwayat pekerjaan yang akurat dan rinci sangat diperlukan, apalagi bila penderita sering berganti tempat kerja. Riwayat pekerjaan yang berhubungan dengan paparan debu dan lama paparan hendaklah diketahui secara lengkap. Berbagai faktor yang berhubungan dengan pekerjaan dan lingkungan perlu diketahui secara rinci antara lain :

1. Penyakit sekarang, menyangkut gejala-gejala yang berhubungan dengan pekerjaan, pekerjaan lain yang terkena gejala serupa, paparan saat ini terhadap debu, gas bahan kimia dan biologi yang berbahaya.
2. Laporan terdahulu tentang kecelakaan kerja.
3. Riwayat pekerjaan meliputi catatan tentang semua pekerjaan terdahulu, hari kerja yang khusus, proses pertukaran pekerjaan.
4. Tempat kerja : ventilasi, higiene industri dan kesehatan, pemeriksaan pekerja, pengukuran proteksi.
5. Serikat kesehatan dan keamanan cahaya, hari-hari kerjayang hilang tahun sebelumnya, penyebabnya, santunan kompensasi pekerja sebelumnya.
6. Riwayat penyakit dahulu : paparan terhadap kebisingan, getaran, radiasi, zat-zat kimia. ubes.
7. Riwayat lingkungan : Rumah dan lokasi tempat kerja sekarang dan sebelumnya; Pekerjaan lain yang bermakna; Sampah/limbah yang berbahaya; Polusi udara; Hobi : mencat, memahat, mematri, pekerjaanyang berhubungan dengan kayu; Alat pemanas rumah; Zat-zat pembersih namah dan tempat kerja;

- Paparan peptisida; Alat pemadam kebakaran di rumah atau ditempat kerja.
8. Tinjauan semua sistem organ
 9. Perhatian khusus : – Perubahan waktu kerja, kebosanan, riwayat reproduksi.

Pemeriksaan penunjang yang penting untuk menegakkan diagnosis dan menilai kecacatan paru pada penyakit paru akibat debu adalah pemeriksaan radiologis dan pemeriksaan faal paru. Pemeriksaan Radiologi : Pemeriksaan foto toraks sangat berguna untuk melihat kelainan yang ditimbulkan oleh debu pada pneumokoniosis. Klasifikasi standar menunit ILO dipakai untuk menilai kelainanyang timbul. Pembacaan foto toraks pneumokoniosis perlu dibandingkan dengan foto standar untuk menentukan klasifikasi kelainan. Perselubungan yang timbul dibagi atas perselubungan halus dan kasar.

Pemeriksaan faal paru lain yang lebih sensitif untuk mendeteksi kelainan di saluran napas kecil adalah pemeriksaan Flow Volume Curve dan Volume of Isoflow. Pengukuran kapasitas difusi paru (DLCO) sangat sensitif untuk mendeteksi kelainan di interstisial; tetapi pemeriksaan ini rumit dan memerlukan peralatan yang lebih canggih, dan tidak di anjurkan digunakan secara rutin. Pekerja yang pada pemeriksaan awal tidak menunjukkan kelainan, kemudian menderita kelainan setelah bekerja dan penyakitnya terus berlanjut, dianjurkan untuk menukar pekerjaannya.

Tindakan pencegahan merupakan tindakan yang paling penting pada penatalaksanaan penyakit paru akibat debu industri. Berbagai tindakan pencegahan perlu dilakukan untuk mencegah timbulnya penyakit atau mengurangi laju penyakit. Perlu diketahui apakah pada suatu industri atau tempat kerja ada zat-zat yang dapat menimbulkan kelainan pada paru. Kadar debu pada tempat kerja diturunkan serendah mungkin dengan memperbaiki teknik pengolahan bahan, misalnya pemakaian air untuk mengurangi debu yang berterbangan. Bila kadar debu tetap tinggi pekerja diharuskan memakai alat pelindung. Pemeriksaan faal paru dan radiologi sebelum seorang menjadi pekerja dan pemeriksaan secara berkala untuk deteksi dini kelainan yang timbul. Bila seseorang telah mendenita penyakit, memindahkan ke tempat yang tidak terpapar mungkin dapat mengurangi laju penyakit. Pekerja hendaklah berhenti merokok terutama bila bekerja pada tempat-tempat yang mempunyai risiko terjadi penyakit bronkitis idustri dan kanker paru, karena asap rokok tepat meningkatkan risiko timbulnya penyakit.

Penderita yang atopik idealnya dianjurkan menghindari tempat yang jelas tepat mencetuskan serangan asma, seperti produksi sutra, deterjen, dan pekerjaan yang mempunyai paparan garam platinum. Industri dan tempat kerja yang mempunyai risiko tinggi menimbulkan serangan asma hendaklah tidak menenima pegawai yang atopik. Pekerja yang mendenita asma kerja hendaklah dihindari dan paparan zat di tempat kerja. Tidak ada pengobatan spesifik dan efektif pada penyakit paru yang disebabkan oleh debu industri. Penyakit biasanya memberikan gejala bila kelainan telah lanjut Pada silikosis dan asbestosis bila diagnosis telah ditegakkan penyakit dapat terus berlanjut menjadi fibrosis masif meskipun paparan dihilangkan. Bila faal paru telah menunjukkan kelainan obstruksi pada bronkitis industri, berarti kelainan telah menjadi ireversibel. Pengobatan umumnya bersifat simptomatis, yaitu mengurangi gejala. Obat lain yang diberikan bersifat suportif.

F. Evaluasi faktor debu lingkungan kerja

1. Evaluasi Lingkungan Kerja

Evaluasi faktor lingkungan kerja kimia dimaksudkan sebagai usaha teknis untuk mengetahui secara baik kualitatif maupun kuantitatif faktor apa yang terdapat di lingkungan kerja tersebut. Kecuali itu dalam evaluasi lingkungan tersebut pula untuk mencari dimana letak sumber-sumber bahaya, faktor-faktor tersebut dipancarkan, dalam bentuk apa, berapa jumlah, tenaga kerja atau orang yang berada dalam lingkungan. Dalam menyelenggarakan evaluasi lingkungan, idealnya harus diketahui secara menyeluruh tentang prose-proses operasi-operasi tertentu, bahan baku, produk, hasil-hasil samping dan cara dan cara pembuangan sisa-sisa produksi dengan sendirinya haruslah dipelajari proses-proses dan operasi-operasi dimana dalam hal ini biasanya telah secara otomatis diketahui oleh para teknisi yang langsung berkecimpung dibidang produksi dengan dipahami secara menyeluruh Produk dan oprasi maka yang berkepentingan dalam hal ini dokter perusahaan dapat dengan mudah mengatakan bahwa disuatu tempat kerja terdapat faktor-faktor tertentu.

Pentingnya pengetahuan tentang derajat toksisitas suatu bahan atau produk adalah jelas, bahwa bahan-bahan tersebut tidak boleh ditangani dengan sembarangan, dalam arti para pekerja berhati-hati dan harus mengikuti petunjuk-petunjuk kerja yang tersedia, seta harus pula diperhatikan tentang metode-metode adanya kontak atau masuknya bahan-bahan yang berbahaya kedalam tubuh, yang antara lain tentang penggunaan alat proteksi perorangan. Dalam evaluasi ini untuk mengetahui secara pasti bagaimana tingkat bahaya dari suatu aspek kimia lingkungan kerja perlulah diselenggarakan penyelidikan secara teknis oprasional ke lokasi-lokasi dimana diduga adanya aspek-aspek tertentu. Lokasi-lokasi dapat dipelajari dimana letaknya berdasarkan hasil analisa proses-proses dan oprasi –oprasi pengolahan dari suatu perusahaan atau industri yang menjadi subyek.

2. Metode Evaluasi

Untuk melakukan evaluasi faktor lingkungan kerja kimia maka dapat diambil langkah sebagai berikut:

- a. Sampling : Sampling dan analisa dari factor lingkungan kerja kimia yang merupakan kontaminasi udara ruang kerja dimaksudkan untuk menganalisa intensitas kontaminan dengan pengambilan sample udara yang kemudian dianalisa dilaboratorium
- b. Pemilihan alat lapangan dan metode : Dalam penyelenggaraan suatu penyelidikan untuk mengetahui tingkat bahaya dari suatu factor manusia memegang peranan penting pula tentang pemeliharaan alat-alat lapangan dan metode yang dipergunakan dalam teknis oprasional. Instrumen atau alat-alat dan metode yang dipergunakan sangat tergantung dari sifat-fisik kimia apakah berupa aerosol, gas, uap, mist, fume ataukah dalam bentuk lain. Berdasarkan tipe-tipe alat sampling lapangan alat-alat tersebut dapat dibedakan sebagai berikut: Alat dapat mendeteksi langsung; Alat-alat yang memisahkan bahan kimia dari sejumlah udara yang diukur; Alat-alat yang mengumpulkan sample udara dengan volume yang diketahui; Analisa Laboratorium. Banyaknya pertimbangan –pertimbangan teknis analisa yang harus diperhatikan dalam pemilihan metode analisa laboratorium mana atau apa yang baik dipakai untuk

analisa bahan kimia di lingkungan kerja.

- c. Perbandingan hasil evaluasi dengan standar : Dari hasil analisa laboratorium harus dibuat data yang lengkap tentang yang dianalisa, dan berapakah kadarnya masing-masing, data ini kemudian dibandingkan standar tertentu guna mengetahui bagaimana tingkat bahaya dari lingkungan tersebut
3. Pengukuran kadar debu total di udara tempat kerja: Standard Nasional Indonesia (SNI 16-7058-2004)

Menurut SNI ini, standar pengukuran kadar debu total di udara tempat kerja dimaksudkan untuk mewujudkan keseragaman dalam melakukan pengukuran secara nasional dan dalam rangka upaya melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja. Standar ini disusun oleh Subpanitia Teknis Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Panitia Teknis 94S, Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Standar ini telah dikonsensuskan di Jakarta pada tanggal 11 Nopember 2003 yang dihadiri oleh wakil-wakil dari instansi pemerintah, serikat pekerja, perusahaan, asosiasi profesi dan universitas.

Pengukuran kadar debu total yang digunakan adalah cara gravimetri. Lingkup standar ini mencakup prinsip pengukuran, penentuan titik pengambilan contoh uji, peralatan, bahan yang digunakan, cara pengambilan contoh dan perhitungan kadar debu total di udara tempat kerja. Teknisi yang menggunakan standar pengukuran kadar debu total di udara tempat kerja harus mempunyai kompetensi di bidang ini.

1. Ruang lingkup : Standar ini menguraikan pengukuran kadar debu total di udara tempat kerja secara gravimetri yang meliputi tahap persiapan, pengambilan contoh, penimbangan dan perhitungan kadar debu total.

2. Istilah dan definisi

Debu: partikel padat yang terbentuk karena adanya kekuatan alami atau mekanik seperti penghalusan (grinding), penghancuran (crushing), peledakan (blasting), pengayakan (shaking) dan atau pengeboran (drilling)

Debu total : debu di udara tempat kerja pada semua ukuran.

Desikator : alat untuk mempertahankan kelembaban di kertas filter pada skala tertentu

Hidrofobik : sifat yang tidak menyerap uap air

Zona pernafasan : area setengah lingkaran dari lubang hidung tenaga kerja dengan diameter 0,6 m di sekitar kepala dan bahu

Flowmeter: alat yang digunakan untuk mengukur laju kecepatan aliran udara

3. Cara pengukuran

- a. Prinsip: Alat diletakkan pada titik pengukuran setinggi zona pernafasan, pengambilan contoh dilakukan selama beberapa menit hingga satu jam (sesuai kebutuhan dan tujuan pengukuran) dan kadar debu total yang diukur ditentukan secara gravimetri.

- b. Peralatan

- 1) low volume dust sampler (LVS) dilengkapi dengan pompa pengisap udara dengan kapasitas 5 l/menit – 15 l/menit dan selang silikon atau selang teflon;

- 2) timbangan analitik dengan sensitivitas 0,01 mg;

- 3) pinset;

- 4) desikator, suhu $(20 + 1)$ oC dan kelembaban udara $(50 + 5)\%$;
 - 5) flowmeter;
 - 6) tripod;
 - 7) termometer;
 - 8) higrometer.
- c. Bahan
Filter hidrofobik (misal: PVC, fiberglass) dengan ukuran pori $0,5 \mu\text{m}$.
- d. Prosedur kerja
- 1) Persiapan
 - a) Filter yang diperlukan disimpan di dalam desikator selama 24 jam agar mendapatkan kondisi stabil.
 - b) Filter kosong pada 3.4.1 a) ditimbang sampai diperoleh berat konstan, minimal tiga kali penimbangan, sehingga diketahui berat filter sebelum pengambilan contoh, catat berat filter blanko dan filter contoh masing-masing dengan berat B1 (mg) dan W1 (mg). Masingmasing filter tersebut ditaruh di dalam holder setelah diberi nomor (kode).
 - c) Filter contoh dimasukkan ke dalam low volume dust sampler holder dengan menggunakan pinset dan tutup bagian atas holder.
 - d) Pompa pengisap udara dikalibrasi dengan kecepatan laju aliran udara 10 l/menit dengan menggunakan flowmeter (flowmeter harus dikalibrasi oleh laboratorium kalibrasi yang terakreditasi).
 - 2) Pengambilan contoh
 - a) LVS pada point 3.4.1 c) di atas dihubungkan dengan pompa pengisap udara dengan menggunakan selang silikon atau teflon.
 - b) LVS diletakkan pada titik pengukuran (di dekat tenaga kerja terpapar debu) dengan menggunakan tripod kira-kira setinggi zona pernafasan tenaga kerja seperti Gambar.
 - c) Pompa pengisap udara dihidupkan dan lakukan pengambilan contoh dengan kecepatan laju aliran udara (flowrate) 10 l/menit.
 - d) Lama pengambilan contoh dapat dilakukan selama beberapa menit hingga satu jam (tergantung pada kebutuhan, tujuan dan kondisi di lokasi pengukuran).
 - e) Pengambilan contoh dilakukan minimal 3 kali dalam 8 jam kerja yaitu pada awal, pertengahan dan akhir shift kerja.
 - f) Setelah selesai pengambilan contoh, debu pada bagian luar holder dibersihkan untuk menghindari kontaminasi.
 - g) Filter dipindahkan dengan menggunakan pinset ke kaset filter dan dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam.
 - 3) Penimbangan
 - a) Filter blanko sebagai pembanding dan filter contoh ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik yang sama sehingga diperoleh berat filter blanko dan filter contoh masing-masing B2 (mg) dan W2 (mg).
 - b) Catat hasil penimbangan berat filter blanko dan filter contoh sebelum pengukuran (lihat 3.4.1.b) dan sesudah pengukuran pada formulir

seperti pada Lampiran A.

4) Perhitungan

Kadar debu total di udara dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut dan hasilnya dicatat pada formulir seperti pada Lampiran B.

$$C = \frac{(W2 - W1) - (B2 - B1)}{V} \text{ (mg/l)}$$

atau

$$C = \frac{(W2 - W1) - (B2 - B1)}{V} \times 103 \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

Dimana :

C adalah kadar debu total (mg/l) atau (mg/m³);

W2 adalah berat filter contoh setelah pengambilan contoh (mg);

W1 adalah berat filter contoh sebelum pengambilan contoh (mg);

B2 adalah berat filter blanko setelah pengambilan contoh (mg);

B1 adalah berat filter blanko sebelum pengambilan contoh (mg);

V adalah volume udara pada waktu pengambilan contoh (l)

G. Pengendalian debu di tempat kerja

Pengendalian debu di lingkungan kerja dapat dilakukan terhadap 3 hal yaitu pencegahan terhadap sumbernya, memutus media pengantar (transmisi) dan perlindungan terhadap tenaga kerja yang terkena dampak. Pengontrolan debu diruang kerja terhadap sumbernya antara lain melalui Isolasi sumber agar tidak mengeluarkan debu diruang kerja dengan 'Local Exhauster' atau dengan melengkapi water sprayer pada cerobong asap dan substitusi alat yang mengeluarkan debu dengan yang tidak mengeluarkan debu.

Pencegahan Terhadap Transmisi dapat ditempuh dengan memakai metode basah yaitu, penyiraman lantai dan pengeboran basah (Wet Drilling). Dengan alat berupa Scrubber, Elektropresipitator, dan Ventilasi Umum. Sedangkan Pencegahan Terhadap Tenaga Kerja antara lain dengan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) berupa masker.

Secara teknis, pengendalian debu di tempat kerja juga bisa ditempuh dengan menerapkan sistem kontrol yang dirancang dengan baik, dirawat dengan baik dan dioperasikan dengan baik sehingga dapat mengurangi emisi debu sehingga mengurangi paparan debu berbahaya bagi pekerja. Pengendalian debu juga dapat mengurangi kerusakan mesin, perawatan dan downtime, peneglihatan yang baik (bersih) dan meningkatkan moral dan semangat kerja para pekerja. Setelah semua usaha pencegahan dilakukan secara maksimal, dan jika masih terdapat debu dari proses tersebut, maka barulah dilakukan pengendalian atau pengontrolan terhadap debu tersebut. Beberapa teknik pengendalian yang dapat dilakukan adalah seperti dust collection systems, sistem pwet dust suppression systems, and airborne dust capture

through water sprays.

- Dust Collection Systems – menggunakan prinsip ventilasi untuk menangkap debu dari sumbernya. Debu disedot dari udara dengan menggunakan pompa dan dialirkan kedalam dust collector, kemudian udara bersih dialirkan keluar.
- Wet Dust Suppression Systems – menggunakan cairan (yang banyak digunakan adalah air, tapi bisa juga bahan kimia yang bisa mengikat debu) untuk membasahi bahan yang bisa menghasilkan debu tersebut sehingga bahan tersebut tidak cenderung menghasilkan debu.
- Airborne Dust Capture Through Water Sprays – menyemprot debu-debu yang timbul pada saat proses dengan menggunakan air atau bahan kimia pengikat, semprotan harus membentuk partikel cairan yang kecil (droplet) sehingga bisa menyebar di udara dan mengikat debu yang berterbangan membentuk agglomerates sehingga turun kebawah.
- Dilution Ventilation – teknik ini adalah untuk mengurangi konsentrasi debu yang ada di udara dengan mendilusi udara berdebu dengan udara tidak berdebu atau bersih. Secara umum sistem ini masih kurang baik untuk kesehatan karena debu pada dasarnya masih terdapat di udara, akan tetapi sistem ini bisa digunakan jika sistem lain tidak diijinkan untuk digunakan.
- Isolation – teknik ini adalah dengan cara memisahkan pekerja dengan udara yang terkontaminasi, pemisahan bisa dilakukan dengan mengisolasi pekerja kemudian di suplai dengan udara bersih dari luar. Contoh Supplier air system.

Untuk lebih memaksimalkan pencegahan paparan debu terhadap tenaga kerja maka langkah terakhir adalah dengan menggunakan alat pelindung pernafasan. Terdapat berapa macam alat pelindung pernafasan antara lain:

- a. Penahan debu, penahan debu memberi perlindungan pernafasan dari debu, debu metalik yang kasar atau partikel lainnya yang bercampur dengan udara. Yakinlah bahwa pemakaian pelindung ini sudah rapat betul, sehingga udara yang dihirup melalui saringan (filter).
- b. Saringan Cartridge, pemakaian saringan cartridge bila jalannya pernafasan mendapat pengotoran dari embun cairan beracun yang berukuran 0,5 mikron. Saringan cartridge diberi tanda oleh pabrik guna menerangkan kegunaannya. Bila terasa pernafasan sangat sesak segera saringan diganti. Yakinlah bahwa melekatnya alat ini pada bagian kulit muka benar-benar melekat dengan baik. Agar tidak meragukan cobalah dengan melekatkan lembaran kertas atau ditutup telapak tangan pada lubang udara, kemudian dihirup. Jika penghirupan terasa sesak, berarti tidak ada kebocoran, ini menunjukkan perlekatan pada bagian kulit muka baik.

Gambar 9.1 contoh alat pelindung pernafasan



BAB X HAZARD PSIKOSOSIAL

Dalam praktek higiene industri, hazard psikososial merupakan masalah yang cukup dominan. Sebagai gambaran hasil penelitian EU-OSHA (2002) menyimpulkan satu dari tiga orang tenaga kerja di eropa, (lebih dari 40 juta orang) dilaporkan mengalami stress kerja. Hasil riset “kondisi kerja” di eropa menggambarkan bahwa pada tahun 2005 20% dari tenaga kerja yang tergabung dalam 15 perserikatan buruh dan 30 persen dari anggota baru menyatakan bahwa gangguan kesehatan yang dialaminya adalah dampak dari stress kerja (Parent-Thirion *et al*, 2007). Sementara itu Levi (2002) menyatakan bahwa biaya yang harus dikeluarkan akibat stress kerja dan gangguan kesehatan mental akibat kerja diestimasikan sekitar 3% dan 4% dari pendapatan nasional bruto (sekitar 265 milyar euro). Di Inggris diestimasikan stress kerja telah menyebabkan kehilangan hari kerja sebanyak 6,5 milyar jam kerja, biaya yang harus dikeluarkan sekitar 571 milyar euro dan kerugian sosial yang harus ditanggung masyarakat sekitar 5,2 milyar euro. Di swedia, tahun 1999 dilaporkan bahwa 14% dari 15000 tenaga kerja mengalami stress kerja dan gangguan mental lainnya dan biaya yang dikeluarkan sekitar 2,7 milyar euro (Koukoulaki, 2004). Hasil penelitian EU-OSHA (2009) di prancis dilaporkan bahwa biaya yang dikeluarkan akibat stress kerja sekitar 830 milyar sampai 1.656 milyar euro.

Hasil penelitian longitudinal dan review sistematis menyimpulkan bahwa stress kerja berhubungan dengan penyakit jantung, depresi dan gangguan musculoskeletal dan terdapat bukti yang nyata bahwa beban kerja yang terlalu tinggi, kurangnya pengawasan dan tidak sebandingnya beban kerja dengan pengupahan adalah factor risiko untuk gangguan kesehatan mental dan fisik (Johnson *et al.*, 1996; Kivimäki *et al.*, 2006; Melchoir *et al.*, 2007; Rosengren *et al.*, 2004; Stansfeld & Candy, 2006).

A. Pengertian hazard psikososial

Menurut ILO (1986) hazard psikososial didefinisikan sebagai interaksi antara kompetensi tenaga kerja beserta berbagai kebutuhannya dengan isi pekerjaan, organisasi kerja dan manajemen, kondisi lingkungan kerja dan organisasional. Melalui persepsi dan pengalamannya, definisi ini mengacu pada interaksi tenaga kerja dengan pekerjaannya memiliki pengaruh yang dapat mengganggu kesehatannya. Sementara itu Cox dan Griffiths (2005) mendefinisikan secara sederhana bahwa hazard psikososial adalah aspek desain dan manajemen kerja dalam konteks sosial dan organisasional yang mungkin dapat membahayakan tenaga kerja secara fisik dan psikologis.

Risiko psikososial berjalan seiring dengan pengalaman kerja yang berhubungan dengan stres. Stres kerja adalah respon yang ditunjukkan tenaga kerja ketika dihadapkan pada tuntutan kerja dan tekanan kerja yang tidak sesuai dengan pengetahuan dan kemampuannya dimana hal ini merupakan suatu tantangan untuk diatasi oleh tenaga kerja yang bersangkutan (WHO, 2003). Selain itu, masalah *bornout* juga diartikan sebagai akibat dari paparan lingkungan psikososial dan pengalaman kerja yang buruk. *Burnout* didefinisikan sebagai

suatu kondisi kelelahan fisik, emosional dan mental yang dihasilkan dari keterlibatan jangka panjang dalam tuntutan situasi emosional (Schaufeli & Greenglass, 2001). Risiko psikososial, stress kerja, kekerasan di tempat kerja, gangguan kerja, ancaman (atau penindasan yang kuat terhadap yang lemah) merupakan masalah dan tantangan besar dalam dunia kesehatan dan keselamatan kerja.

Tabel 10.1 Psikososial Hazard

Konten pekerjaan	Kerja yang monoton, siklus kerja yang terlalu pendek, kerja yang terfragmentasi/tidak terprogram/tidak bermakna, kurangnya keterampilan kerja, ketidakpastian kerja, interaksi terus menerus dengan orang.
Beban kerja dan waktu kerja	Beban kerja terlalu berat atau terlalu ringan, pekerjaan rutin seperti mesin, waktu kerja terlalu singkat sementara volume kerja banyak, dikejar-kejar <i>dead line</i> .
Jadual kerja	Giliran kerja, giliran kerja malam, jadual kerja yang tidak fleksibel, waktu kerja yang tidak dapat diprediksi, waktu kerja terlalu panjang, tidak ada waktu untuk kegiatan social
Pengendalian	Rendahnya partisipasi dalam pengambilan keputusan, kurangnya control atas beban kerja.
Lingkungan kerja dan peralatan kerja	Peralatan kerja yang tidak tersedia, kurang sesuai dengan jenis pekerjaan atau kurang pemeliharaan, lingkungan kerja yang buruk seperti jarak/luas yang kurang, pencahayaan kurang dan kebisingan yang tinggi
Fungsi dan budaya organisasi	Komunikasi yang tidak berjalan, dukungan dalam pemecahan masalah dan pengembangan individu kurang, definisi tugas dan tujuan organisasi yang tidak jelas.
Hubungan interpersonal	Isolasi secara fisik atau social, hubungan dengan supervisor yang buruk, konflik interpersonal, kurangnya dukungan social, kekerasan dan ancaman dalam pekerjaan
Peran dalam organisasi	Ketidakpastian peran dalam organisasi, konflik peran dan tanggungjawab bagi orang lain
Pengembangan karir	Stagnasi dan ketidakpastian karir, tidak dipromosikan atau dipromosikan berlebihan, penghasilan rendah, ketidakamanan kerja, nilai social yang rendah atas pekerjaan
Hubungan antar rumah dan pekerjaan	Konflik kepentingan rumah dan pekerjaan, dukungan yang rendah dari rumah, permasalahan karir ganda

Sumber : Adaptasi dari Leka, Griffiths dan Cox (2003).

B. Mekanisme paparan hazard psikososial

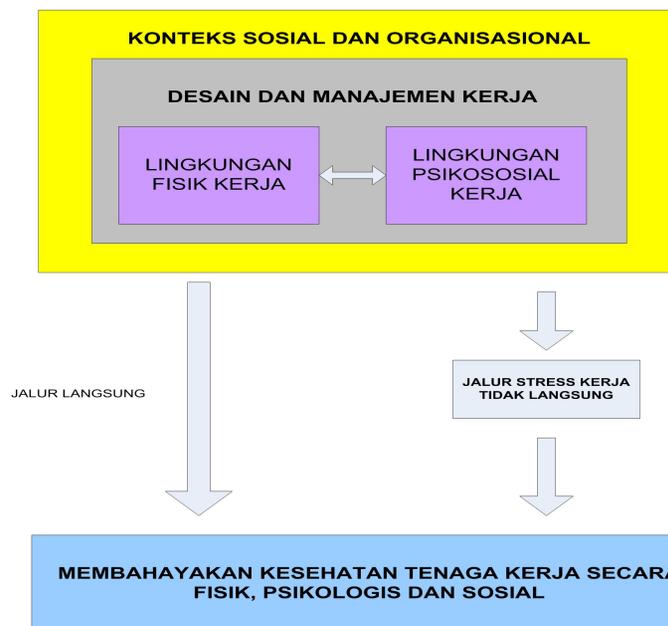
Perubahan dalam kehidupan kerja sangat bervariasi, termasuk didalamnya perubahan populasi kerja, perubahan sifat pekerjaan dan organisasi kerja. Hal ini merupakan tantangan yang signifikan karena akan berdampak secara langsung maupun tidak langsung terhadap kondisi keselamatan dan kesehatan kerja.

Masalah yang paling menonjol dalam kaitannya dengan konsekuensi dari perubahan dunia kerja adalah paparan hazard psikososial yang meningkat dan munculnya bahaya baru yang perlu diidentifikasi dalam rangka untuk mengurangi risiko yang terkait dengan kesehatan dan keselamatan kerja.

Terdapat bukti kuat yang menunjukkan adanya hubungan antara pekerjaan dengan keluhan kesehatan dan paparan terhadap bahaya psikososial, atau interaksi antara bahaya fisik dan psikososial pada tingkat individu dan pada tingkat organisasi (Cox, Griffiths & Rial-González, 2000). Secara spesifik, risiko psikososial di tempat kerja terbukti mempunyai efek yang merugikan pada kesehatan fisik, mental dan sosial tenaga kerja (Bonde, 2008; Bosma *et al.*, 1998; Chen, Yu & Wong, 2005; Fischer *et al.*, 2005; Wieclaw *et al.*, 2008).

Paparan bahaya fisik dan psikososial dapat mempengaruhi kesehatan fisik dan psikologis. Bukti menunjukkan bahwa efek pada kesehatan dapat dimediasi setidaknya oleh dua proses: pertama jalur langsung dan kedua, jalur tidak langsung. Gambar dibawah ini menjelaskan hubungan lingkungan fisik dan psikososial kerja dengan gangguan kesehatan fisik, mental dan sosial.

Gambar 10.1 Lingkungan psikososial kerja

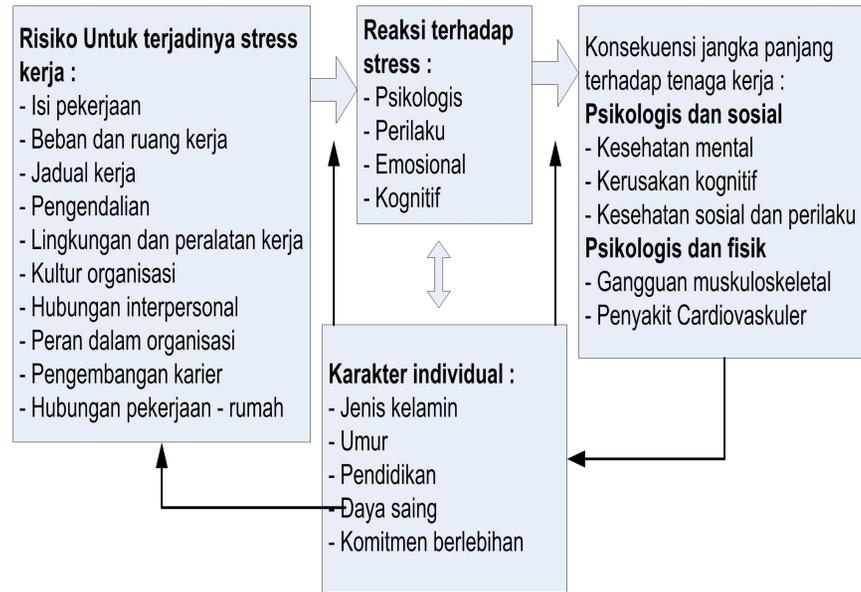


Sumber : Diadaptasi dari Cox, Griffiths & Rial-González (2000)

Berdasarkan dua model pendekatan sebelumnya, gambar 10. 2 menjelaskan bahwa stres sebagai konsekuensi dari tidak seimbangnya tuntutan dan kebutuhan individu dengan lingkungannya. Sejumlah studi yang menyelidiki pekerjaan dalam hubungannya dengan stres telah menemukan adanya hubungan antara stres dan kejadian penyakit jantung koroner, gangguan mental, perilaku kesehatan yang buruk, ketidakpuasan kerja, kecelakaan, absensi, kehilangan produktivitas, masalah keluarga, dan bentuk-bentuk tertentu dari kanker (Cooper & Cartwright, 1994). Quick, Horn dan Quick (1986) menyatakan bahwa stress kerja dapat menyebabkan masalah perilaku, medis dan psikologis. Perubahan

perilaku merupakan tanda dan gejala yang nyata dari stress kerja dan termasuk didalamnya : peningkatan penyalahgunaan obat-obatan terlarang dan alkohol, peningkatan frekuensi merokok, kerawanan mengalami kecelakaan kerja dan kekerasan dalam pekerjaan. Konsekuensi psikologis yang harus ditanggung adalah masalah keluarga, gangguan tidur, disfungsi seksual dan depresi. Masalah medis termasuk percepatan munculnya penyakit dan memperberat dampak dari penyakit.

Gambar 10.2 Faktor risiko stress kerja



Sumber : Diadaptasi dari Kompier & Marcelissen (1990)

C. Stress Kerja

Seperti telah diuraikan sebelumnya, hazard psikososial yang sering muncul dalam dunia kerja adalah stress kerja, dimana stress kerja ini dapat menimbulkan dampak yang merugikan terhadap kesehatan fisik, mental (psikologis) dan sosial. Seyle dalam Kreitner dan Kinicki (2005) menjelaskan bahwa karya-karya ilmiah yang berkaitan dengan stres pada awal mulanya berasal dari kajian secara medis mengenai respon fisik terhadap tantangan-tantangan yang mengenai tubuh manusia. Dibawah ini diuraikan stress kerja dan faktor-faktor yang terkait.

1. Definisi Stres Kerja

Kreitner dan Kinicki (2005) mendefinisikan stres sebagai respon adaptif dihubungkan oleh karakteristik dan atau proses psikologis individu, yang merupakan suatu konsekuensi dari setiap tindakan eksternal, situasi, atau peristiwa yang menempatkan tuntutan psikologis/fisik khusus pada seseorang. Stres kerja tidak dapat dihindari, namun stres kerja dapat dikurangi dan dikelola. Stres kerja apabila dikelola dengan baik dapat menjadi pendorong dan meningkatkan intensitas kerja, sedangkan apabila tidak dikelola dengan baik

stres kerja akan menimbulkan permasalahan yang berdampak negatif bagi individu dan perusahaan.

Selye (Kreitner dan Kinicki, 2005) membedakan antara *eustress* yakni stres yang positif atau stres yang menghasilkan suatu hasil yang positif dan *distress* yakni kekuatan destruktif atau stres negatif yang sering menimbulkan masalah fisik maupun mental. Sondang Siagian (2008) menyatakan bahwa stres merupakan kondisi ketegangan yang berpengaruh terhadap emosi, jalan pikiran, dan kondisi fisik seseorang. Stres yang tidak bisa di atasi dengan baik biasanya berakibat pada ketidakmampuan orang berinteraksi secara positif dengan lingkungannya, baik dalam lingkungan pekerjaan maupun lingkungan luarnya. Artinya, karyawan yang bersangkutan akan menghadapi berbagai gejala negatif yang pada gilirannya berpengaruh pada prestasi kerja.

Ada beberapa alasan mengapa masalah stres yang berkaitan dengan organisasi perlu diangkat ke permukaan pada saat ini (Nimran, 1999:79-80). Di antaranya adalah

- Masalah stres adalah masalah yang akhir-akhir ini hangat dibicarakan, dan posisinya sangat penting dalam kaitannya dengan produktifitas kerja karyawan.
- Selain dipengaruhi oleh faktor-faktor yang bersumber dari luar organisasi, stress juga banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berasal dari dalam organisasi. Oleh karenanya perlu disadari dan dipahami keberadaannya.
- Pemahaman akan sumber-sumber stres yang disertai dengan pemahaman terhadap cara-cara mengatasinya, adalah penting sekali bagi karyawan dan siapa saja yang terlibat dalam organisasi demi kelangsungan organisasi yang sehat dan efektif.
- Banyak di antara kita yang hampir pasti merupakan bagian dari satu atau beberapa organisasi, baik sebagai atasan maupun sebagai bawahan, pernah mengalami stres meskipun dalam taraf yang amat rendah.

Dalam zaman kemajuan di segala bidang seperti sekarang ini manusia semakin sibuk. Di situ pihak peraiatan kerja semakin modern dan efisien, dan di lain pihak beban kerja di satuan-satuan organisasi juga semakin bertambah. Keadaan ini tentu saja akan menuntut energi pegawai yang lebih besar dari yang sudah-sudah. Sebagai akibatnya, pengalaman-pengalaman yang disebut stres dalam taraf yang cukup tinggi menjadi semakin terasa

2. Model Stres di Tempat Kerja

Masalah-masalah tentang stres kerja pada dasarnya sering dikaitkan dengan pengertian stres yang terjadi di lingkungan pekerjaan, yaitu dalam proses interaksi antara seorang karyawan dengan aspek-aspek pekerjaannya. Charles D, Spielberger menyebutkan bahwa stres adalah tuntutan-tuntutan eksternal yang mengenai seseorang, misalnya obyek-obyek dalam lingkungan atau suatu stimulus yang secara obyektif adalah berbahaya. Stres juga biasa diartikan sebagai tekanan, ketegangan atau gangguan yang tidak menyenangkan yang berasal dari luar diri seseorang. Mangkunegara (2005:28) menyatakan bahwa stres kerja adalah perasaan yang menekan atau merasa

tertekan yang dialami karyawan dalam menghadapi pekerjaan, Stres kerja ini dapat menimbulkan emosi tidak stabil, perasaan tidak tenang, suka menyendiri, sulit tidur, merokok berlebihan, tidak bisa rileks, cemas, tegang, gugup, tekanan darah meningkat dan mengalami gangguan pencernaan.

Ivansevich dan Matteson (dalam Kreitner dan Kinicki, 2005) telah mengembangkan suatu model stres di tempat kerja sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1. Pada gambar tersebut nampak bahwa stressor mendorong terjadinya stres, dan pada gilirannya akan menghasilkan berbagai macam outcomes. Model tersebut secara rinci juga menunjukkan beberapa perbedaan individual yang menjadi moderator pada hubungan stressor-stress-outcome. Moderator adalah suatu variable yang menyebabkan hubungan antara dua variable seperti stres dan kinerja menjadi lebih kuat untuk sebagian orang, dan menjadi lebih lemah untuk bagian yang lain.

Stressor adalah faktor-faktor lingkungan yang menimbulkan stres (Kreitner dan Kinicki, 2005:353). Dengan kata lain stressor adalah suatu prasyarat untuk mengalami respon stres. Konsep Stres kerja diadaptasi dari model stress kinerja, dan indicator stressor yang dikembangkan oleh Ivansevich dan Matteson, "*Organizational Stressor and Heart Disease*", (dalam Kreitner dan Kinicki, 2005:354) yang antara lain meliputi : Level individual, Level kelompok, Level organisasional, dan Level ekstra organisasional.

Stressor level individual yaitu yang secara langsung dikaitkan dengan tugas pekerjaan seseorang (*person-job interface*). Contoh yang paling umum stressors level individual ini adalah :

- *Role overload* merupakan kondisi dimana pegawai memiliki terlalu banyak pekerjaan yang harus dikerjakan atau di bawah tekanan jadwal waktu yang ketat
- *Role conflict*. Terjadi ketika berbagai macam pegawai memiliki tugas dan tanggung jawab yang saling bertentangan satu dengan yang lainnya. Konflik ini juga terjadi ketika pegawai diperintahkan untuk melakukan sesuatu tugas/pekerjaan yang berlawanan dengan hati nurani atau moral yang mereka anut.
- *Role ambiguity*. Terjadi ketika pekerjaan itu sendiri tidak didefinisikan secara jelas. Oleh karena pegawai tidak mampu untuk menentukan secara tepat apa yang diminta organisasi dari mereka, maka mereka terus menerus merasa cemas apakah kinerja mereka telah cukup atau belum.
- *Responsibility for other people*. Hal ini berkaitan dengan kemajuan karir pegawai. Kemajuan karir yang terlalu lambat, terlalu cepat, atau pada arah yang tidak diinginkan akan menyebabkan para pegawai mengalami tingkat stres yang tinggi. Apalagi jika mereka harus bertanggung jawab terhadap karir seseorang yang lain akan menyebabkan level stres menjadi lebih tinggi.

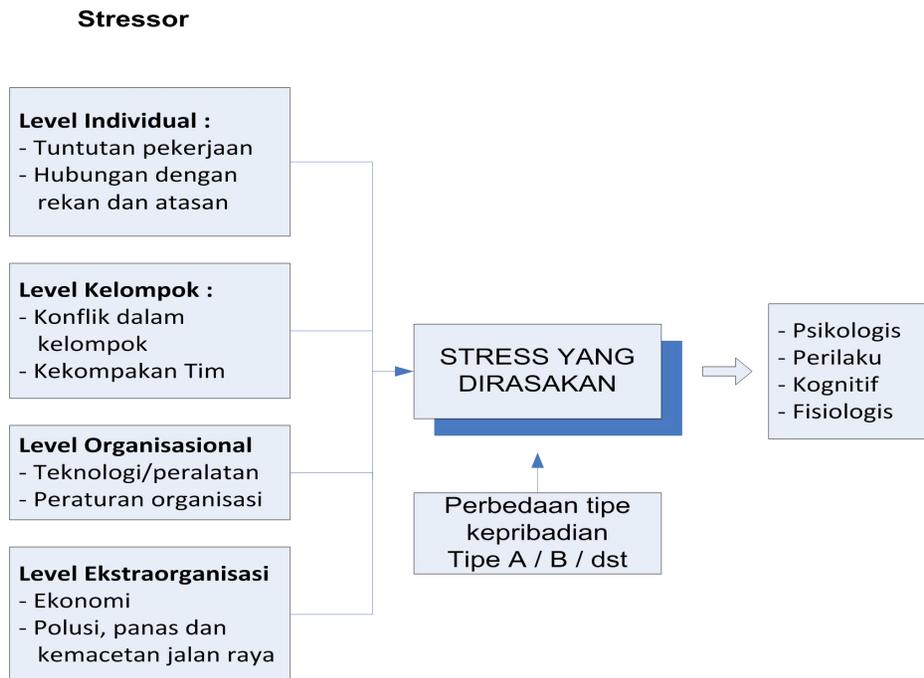
Stressor level kelompok disebabkan oleh dinamika kelompok dan perilaku manajerial. Para manager menciptakan stres pada para pegawai dengan (1) menunjukkan perilaku yang tidak konsisten; (2) gagal memberikan

dukungan yang memadai; (3) menunjukkan ketidakpedulian; (4) memberikan arahan yang tidak memadai; (5) menciptakan suatu lingkungan produktivitas yang tinggi; (6) memusatkan perhatian pada hal yang negative, sementara hal positif diabaikan. Stressor level organisasi mempengaruhi sejumlah besar pegawai. Budaya organisasi merupakan contoh utama dari stressor level organisasional. Suatu lingkungan kerja yang mempunyai tekanan yang tinggi sementara tidak ada tempat bagi pegawai untuk melepaskan stres mereka, maka akan menimbulkan kobaran respon stres. Oleh karenanya, organisasi perlu mengembangkan budaya organisasi yang dapat mengurangi stres.

Stressor level organisasi ini meliputi (1) kebudayaan; (2) struktur; (3) teknologi; (4) perubahan dalam kondisi kerja. Stressor level ekstraorganisasional disebabkan oleh faktor-faktor di luar organisasi seperti permasalahan keluarga, masalah keuangan, dinamika perubahan angkatan kerja, dan kondisi lingkungan seperti polusi suara, kepadatan, dan udara. Munculnya stres, baik yang disebabkan oleh sesuatu yang menyenangkan atau sesuatu yang tidak menyenangkan akan memberikan akibat tertentu pada seseorang. Koslowsky (dalam Kreinter dan Kinicki, 2005) membagi empat jenis konsekuensi yang dapat ditimbulkan stres, yaitu:

- ✓ Psikologis, yang berupa kegelisahan, agresi, kelesuan, kebosanan, depresi, kelelahan, kekecewaan, kehilangan kesabaran, harga diri yang rendah.
- ✓ Perilaku, yang berupa peningkatan konsumsi alkohol, tidak nafsu makan atau makan berlebihan, penyalahgunaan obat-obatan, menurunnya semangat untuk berolahraga yang berakibat timbulnya beberapa penyakit. Pada saat stres juga terjadi peningkatan intensitas kecelakaan, baik di rumah, di tempat kerja atau di jalan.
- ✓ Kognitif, yaitu ketidakmampuan mengambil keputusan, kurangnya konsentrasi, dan peka terhadap ancaman
- ✓ Fisiologis, yaitu menyebabkan gangguan pada kesehatan fisik yang berupa penyakit yang sudah diderita sebelumnya, atau memicu timbulnya penyakit tertentu.

Konsep stress kerja



Sumber : modifikasi dari M. Koslowsky (1998) “modeling the stressstrain relationship in work setting”, dalam Kreitner dan Kinicki (2005:354).

Menurut Luthans penyebab terjadinya stres yang bersifat organisasi, salah satunya adalah struktur dalam organisasi yang terbentuk melalui desain organisasi yang ada, misalnya melalui formalisasi, konflik dalam hubungan antar karyawan, spesialisasi, serta lingkungan yang kurang mendukung. Hal lain dalam desain organisasi yang juga dapat menyebabkan stres antara lain adalah, level diferensiasi dalam perusahaan serta adanya sentralisasi yang menyebabkan karyawan tidak mempunyai hak untuk berpartisipasi dalam pengambilan keputusan (Robbins, 2007:580).

Sedangkan faktor yang bersifat non-organisasi, yaitu faktor individual, antara lain adalah tipe kepribadian karyawan. (Robbins, 2007). Tipe kepribadian yang cenderung mengalami stres kerja yang lebih tinggi adalah tipe kepribadian A. Individu tipe A lebih cepat untuk mengalami kemarahan yang apabila ia tidak dapat menangani hal tersebut, individu tersebut akan mengalami stres yang dapat menuju terjadinya masalah pada kesehatan individu tersebut (Luthans, 2002:402). Karyawan dapat menanggapi kondisi-kondisi tekanan tersebut secara positif maupun negatif. Stres dikatakan positif dan merupakan suatu peluang bila stres tersebut merangsang mereka untuk meningkatkan usahanya untuk memperoleh hasil yang maksimal. Stres dikatakan negatif bila stres memberikan hasil yang menurun pada produktivitas karyawan. Akibatnya, ada konsekuensi yang konstruktif maupun destruktif bagi badan usaha maupun karyawan. Pengaruh dari konsekuensi tersebut

adalah penurunan ataupun peningkatan usaha dalam jangka waktu pendek maupun berlangsung dalam jangka waktu lama.

D. Dampak Stres di Tempat Kerja

Pengaruh stres kerja ada yang menguntungkan maupun merugikan bagi organisasi. Namun pada taraf tertentu pengaruh yang menguntungkan organisasi diharapkan akan memacu karyawan untuk dapat menyelesaikan pekerjaan dengan sebaik-baiknya. Reaksi terhadap stress dapat merupakan reaksi bersifat psikis maupun fisik. Biasanya pekerja atau karyawan yang stress akan menunjukkan perubahan perilaku. Perubahan perilaku terjadi pada diri manusia sebagai usaha mengatasi stres. Usaha mengatasi stres dapat berupa perilaku melawan stres (flight) atau freeze (berdiam diri). Dalam kehidupan sehari-hari ketiga reaksi ini biasanya dilakukan secara bergantian, tergantung situasi dan bentuk stres.

Perubahan-perubahan ini di tempat kerja merupakan gejala-gejala individu yang mengalami stres antara lain (Margiati, 1999:78-79) : (a) bekerja melewati batas kemampuan, (b) keterlambatan masuk kerja yang sering, (c) ketidakhadiran pekerjaan, (d) kesulitan membuat keputusan, (e) kesalahan yang sembrono, (f) kelaiaian menyelesaikan pekerjaan, (g) lupa akan janji yang telah dibuat dan kegagalan diri sendiri, (h) kesulitan berhubungan dengan orang lain, (i) kerisauan tentang kesalahan yang dibuat, (j) Menunjukkan gejala fisik seperti pada alat pencernaan, tekanan darah tinggi, radang kulit, radang pernafasan.

Munculnya stres, baik yang disebabkan oleh sesuatu yang menyenangkan atau sesuatu yang tidak menyenangkan akan memberikan akibat tertentu pada seseorang. Cox (dalam Gibson, dkk, 1996:363) membagi empat jenis konsekuensi yang dapat ditimbulkan stres, yaitu:

- Pengaruh psikologis, yang berupa kegelisahan, agresi, kelesuan, kebosanan, depresi, kelelahan, kekecewaan, kehilangan kesabaran, harga diri yang rendah.
- Pengaruh perilaku, yang berupa peningkatan konsumsi alkohol, tidak nafsu makan atau makan berlebihan, penyalahgunaan obat-obatan, menurunnya semangat untuk berolahraga yang berakibat timbulnya beberapa penyakit. Pada saat stres juga terjadi peningkatan intensitas kecelakaan, baik di rumah, di tempat kerja atau di jalan.
- Pengaruh kognitif, yaitu ketidakmampuan mengambil keputusan, kurangnya konsentrasi, dan peka terhadap ancaman
- Pengaruh fisiologis, yaitu menyebabkan gangguan pada kesehatan fisik yang berupa penyakit yang sudah diderita sebelumnya, atau memicu timbulnya penyakit tertentu.

E. Faktor pemoderasi Stres kerja

Stres atau tekanan jiwa merupakan keadaan wajar, terbentuk dari dalam diri manusia sebagai respon terhadap setiap hasrat atau kehendak. Untuk memahami sumber stress kerja, harus melihat stress kerja ini sebagai interaksi

dari beberapa faktor, yaitu stress di pekerjaan itu sendiri sebagai faktor eksternal, dan faktor internal seperti karakter dan persepsi dari karyawan itu sendiri. Dengan kata lain, stress kerja tidak semata-mata disebabkan masalah internal, sebab reaksi terhadap stimulus akan sangat tergantung pada reaksi subyektif individu masing-masing.

Seseorang tidak mengalami level stres yang sama atau menunjukkan outcomes yang sama untuk suatu stressor tertentu. Hal ini disebabkan antara lain karena kepribadian seseorang dapat mempunyai pengaruh penting pada pengalaman stres seseorang. Dalam kaitannya dengan pengalaman stres tersebut, beberapa ahli menyatakan bahwa kepribadian tipe A lebih mudah terkena stres. Hal ini dikarenakan pola perilaku tipe A cenderung lebih agresif dan ambisius (Johns, 1996). Sikap permusuhan individu tipe A juga lebih mudah muncul, dan mereka merasakan sangat pentingnya waktu. Pada umumnya, kepribadian tipe A ini tipe orang yang tidak sabar, sangat kompetitif, serta pikiran mereka dipenuhi oleh masalah-masalah pekerjaan (Gibson, 1996).

Kepribadian dengan kadar kecemasan (anxiety) yang tinggi juga perlu mendapat perhatian. Orang seperti ini mudah mengalami distress (stres yang negatif), termasuk terhadap stressor normal yang pada orang lain hanya menimbulkan Ustres (stres yang positif). Misalnya, hanya dikejar anjing, anjing itu ditembak sampai mati (pada orang lain cukup dengan melempar dengan batu). Perbedaan individual lainnya adalah dukungan sosial. Dukungan sosial seperti berbicara dengan seorang teman atau mengambil bagian dalam sebuah sesi obrolan santai dapat membuat nyaman saat mengalami ketakutan, stres dan kesepian. Artinya, stres akan cenderung muncul pada para karyawan yang tidak mendapat dukungan dari lingkungan sosial mereka. Dukungan sosial di sini bisa berupa dukungan dari lingkungan pekerjaan maupun lingkungan keluarga. Banyak kasus menunjukkan bahwa, para karyawan yang mengalami stres kerja adalah mereka yang tidak mendapat dukungan (khususnya moral) dari keluarga, seperti orang tua, mertua, anak, teman dan sebagainya. Begitu juga ketika seseorang tidak memperoleh dukungan dari rekan sekerjanya (baik pimpinan maupun bawahan) akan cenderung lebih mudah terkena stres. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya dukungan sosial yang menyebabkan ketidaknyamanan menjalankan pekerjaan dan tugasnya.

Stres kerja sering disebabkan pengalaman pribadi yang menyakitkan seperti kematian pasangan, perceraian, sekolah, anak sakit atau gagal sekolah, kehamilan tidak diinginkan, peristiwa traumatis atau menghadapi masalah (pelanggaran) hukum. Menurut asumsi yang digunakan oleh Thomas Holmes dan Richard Rae (dalam Gibson, dkk, 1996) bahwa peristiwa kehidupan membutuhkan penyesuaian atau perilaku pada bagian dari pribadi. Salah satu jenis stres harus mendapat perhatian khusus adalah PTSD (Post Traumatic Stress Disorder), yaitu gejala stres sangat berat setelah mengalami suatu peristiwa traumatik (sangat mengguncang jiwa), seperti menyaksikan rekan sendiri tewas, menyaksikan korban bencana alam, atau bisa juga karena kehilangan anggota keluarga yang sangat dicintai.

a. Tipe Kepribadian

Kepribadian adalah seperangkat karakteristik psikologis relatif stabil yang mempengaruhi cara seorang individu berinteraksi dengan lingkungannya (Johns, 1996, dalam Iswanto, 2000). Menurut Alport dalam Setyobroto (2005) kepribadian merupakan organisasi dinamis meliputi sistem psiko-fisik yang menentukan ciri-ciri tingkah laku yang tercermin dalam cita-cita, watak, sikap dan sifat-sifat serta perbuatan manusia”.

Menurut Kreitner dan Kinicki (2005) ada dua kunci sifat kepribadian yaitu pusat kendali (*locus of control*) dan kepribadian Tipe A. Pusat kendali internal (*internal locus of control*) percaya bahwa mereka dapat mempengaruhi peristiwa yang mempengaruhi kehidupan mereka. Orang-orang ini memiliki ciri lebih cenderung meramalkan peristiwa yang penuh tekanan, oleh karena itu mereka dapat mengurangi keterbukaan mereka pada pada situasi yang menghasilkan kegelisahan. Lebih lanjut, persepsi mereka atas keadaan internal mengarahkan hal-hal internal untuk menggunakan strategi penanggulangan yang proaktif. Sedangkan Kepribadian Tipe A merupakan kompleks tindakan emosi yang dapat diamati dalam setiap orang yang terlibat secara agresif dalam suatu perjuangan yang terus-menerus dan tak henti-henti untuk mencapai hal yang lebih dari sekarang. (Kreitner dan Kinicki, 2005).

Meyer Friedmen dan Rosenman (dalam Kreitner dan Kinicki, 2005) memberikan penjelasan mengenai pola perilaku tipe A yang merupakan suatu kompleks tindakan emosi yang dapat diamati dalam setiap orang yang terlibat secara agresif dalam suatu perjuangan yang terus menerus dan tak hentihentinya untuk mencapai hal yang lebih, dan lebih dalam waktu singkat dan lebih singkat lagi, dan jika perlu melawan usaha yang berkebalikan dari orang lain.

Tipe kepribadian yang pertama kali dikembangkan oleh Friedman dan Rosenman yang dikenal dengan pola perilaku tipe A (Type A Behavior Pattern / TAPB) dalam Kreitner dan Kinicki (2005), meliputi ciri pemikiran yang sarat dengan bagaimana mereka dapat mengejar waktu, bagaimana manusia bersaing terus-menerus dengan ketat, bagaimana tingkah laku manusia hampir selalu mengarah kepada permusuhan, keinginan yang besar untuk menggunakan waktu yang luang dan ketidaksabaran menyelesaikan tugas.

b. Dukungan sosial

Dukungan sosial merupakan jumlah bantuan yang dirasakan diperoleh dari hubungan sosial (Kreitner dan Kinicki, 2005). Atau dapat dikatakan bahwa stres akan cenderung muncul pada para karyawan yang tidak mendapat dukungan dari lingkungan sosial mereka. Dukungan sosial di sini bisa berupa dukungan dari lingkungan pekerjaan maupun lingkungan keluarga. Banyak kasus menunjukkan bahwa, para karyawan yang mengalami stres kerja adalah mereka yang tidak mendapat dukungan (khususnya moral) dari keluarga, seperti orang tua, mertua, anak, teman dan sebagainya. Begitu juga ketika seseorang tidak memperoleh dukungan dari

rekan sekerjanya (baik pimpinan maupun bawahan) akan cenderung lebih mudah terkena stres. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya dukungan social yang menyebabkan ketidaknyamanan menjalankan pekerjaan dan tugasnya.

Beberapa model dukungan sosial meliputi (Kreitner dan Kinicki, 2005) :

- ✓ Dukungan penghargaan (esteem). Memberikan informasi bahwa seseorang diterima dan dihargai.
- ✓ Dukungan informasional yaitu memberikan bantuan dalam mendefinisikan, memahami, dan menanggulangi persoalan.
- ✓ Persahabatan sosial. Menghabiskan waktu dengan roang lain dalam kesenangan dan aktivitas rekreasi
- ✓ Dukungan instrumental. Memberikan bantuan keuangan, sumber daya materiil, atau pelayanan yang dibutuhkan.

c. Pengalaman Pribadi

Stres kerja sering disebabkan pengalaman pribadi yang menyakitkan, kematian pasangan, perceraian, sekolah, anak sakit atau gagal sekolah, kehamilan tidak diinginkan, peristiwa traumatis atau menghadapi masalah (pelanggaran) hukum. Banyak kasus menunjukkan bahwa tingkat stres paling tinggi terjadi pada seseorang yang ditinggal mati pasangannya, sementara yang paling rendah disebabkan oleh perpindahan tempat tinggal. Disamping itu, ketidakmampuan memenuhi kebutuhan sehari-hari, kesepian, perasaan tidak aman, juga termasuk kategori ini (Baron & Greenberg dalam Margiati, 1999).

F. Pencegahan dan penanggulangan stress kerja

Sauter (2006) merinci beberapa cara untuk mencegah atau mengendalikan stress kerja, antara lain :

- Penyesuaian beban kerja fisik maupun mental dengan kapasitas kerja tenaga kerja
- Penyesuaian jam kerja dengan tuntutan tugas maupun tanggungjawab di luar pekerjaan
- Memberikan kesempatan kepada tenaga kerja untuk mengembangkan karier, mendapatkan promosi dan mengembangkan kemampuan/keahlian kerja
- Membentuk lingkungan sosial yang sehat yaitu antar tenaga kerja maupun dengan supervisor kerja
- Tugas-tugas kerja harus didesain sedemikian rupa sehingga dapat menstimulasi dan memberikan kesempatan agar tenaga kerja dapat menggunakan keterampilannya

Sementara itu Quick & Campbell (1997) menganjurkan pengendalian stress kerja secara :

- Organisasional yaitu dengan modifikasi tuntutan kerja dan meningkatkan hubungan kerja
- Individual yaitu mengelola persepsi pribadi tentang stress, mengelola lingkungan kerja pribadi, menghindari tugas dan beban kerja yang

berlebihan, mengelola gaya hidup dan menghindari respon terhadap stress.

Disisi lain, Greenberg dan Baron (2000) serta Goldberger & Breznitz (1996) menjelaskan strategi manajemen stres kerja dapat dikelompokkan menjadi strategi penanganan individual, organisasional dan dukungan sosial.

a. Strategi Penanganan Individual

Yaitu strategi yang dikembangkan secara pribadi atau individual. Strategi individual ini bisa dilakukan dengan beberapa cara, antara lain :

- ✓ Melakukan perubahan reaksi perilaku atau perubahan reaksi kognitif. Artinya, jika seorang karyawan merasa dirinya ada kenaikan ketegangan, para karyawan tersebut seharusnya rehat sejenak (*time out*) terlebih dahulu. Cara *time out* ini bisa macam-macam, seperti istirahat sejenak namun masih dalam ruangan kerja, keluar ke ruang istirahat (jika menyediakan), pergi sebentar ke kamar kecil untuk membasuh muka air dingin atau berwudhu bagi orang Islam, dan sebagainya.
- ✓ Melakukan relaksasi dan meditasi. Kegiatan relaksasi dan meditasi ini bisa dilakukan di rumah pada malam hari atau hari-hari libur kerja. Dengan melakukan relaksasi, karyawan dapat membangkitkan perasaan rileks dan nyaman. Dengan demikian karyawan yang melakukan relaksasi diharapkan dapat mentransfer kemampuan dalam membangkitkan perasaan rileks ke dalam perusahaan di mana mereka mengalami situasi stres. Beberapa cara meditasi yang biasa dilakukan adalah dengan menutup atau memejamkan mata, menghilangkan pikiran yang mengganggu, kemudian perlahan-lahan mengucapkan doa. Melakukan diet dan fitness. Beberapa cara yang bisa ditempuh adalah mengurangi masukan atau konsumsi garam dan makanan mengandung lemak, memperbanyak konsumsi makanan yang bervitamin seperti buah-buahan dan sayur-sayuran, dan banyak melakukan olahraga, seperti lari secara rutin, tenis, bulu tangkis, dan sebagainya.

b. Strategi-Strategi Penanganan Organisasional

Strategi ini didesain oleh manajemen untuk menghilangkan atau mengontrol tekanan tingkat organisasional untuk mencegah atau mengurangi stres kerja untuk pekerja individual. Manajemen stres melalui organisasi dapat dilakukan dengan:

- ✓ Menciptakan iklim organisasional yang mendukung. Banyak organisasi besar saat ini cenderung memformulasi struktur birokratik yang tinggi dengan menyertakan infleksibel, iklim impersonal. Ini dapat membawa pada stres kerja yang sungguh-sungguh. Sebuah strategi pengaturan mungkin membuat struktur lebih terdesentralisasi dan organik dengan pembuatan keputusan partisipatif dan aliran komunikasi ke atas. Perubahan struktur dan proses struktural mungkin menciptakan iklim yang lebih mendukung bagi pekerja, memberikan mereka lebih banyak kontrol terhadap pekerjaan mereka, dan mungkin mencegah atau mengurangi stres kerja mereka.
- ✓ Memperkaya desain tugas-tugas dengan memperkaya kerja baik dengan meningkatkan faktor isi pekerjaan (seperti tanggung jawab, pengakuan, dan kesempatan untuk pencapaian, peningkatan, dan pertumbuhan) atau

dengan meningkatkan karakteristik pekerjaan pusat seperti variasi skill, identitas tugas, signifikansi tugas, otonomi, dan timbal balik mungkin membawa pada pernyataan motivasional atau pengalaman berani, tanggung jawab, pengetahuan hasil-hasil.

- ✓ Mengurangi konflik dan mengklarifikasi peran organisasional. Konflik peran dan ketidakjelasan diidentifikasi lebih awal sebagai sebuah penekan individual utama. Ini mengacu pada manajemen untuk mengurangi konflik dan mengklarifikasi peran organisasional sehingga penyebab stress ini dapat dihilangkan atau dikurangi. Masing-masing pekerjaan mempunyai ekspektansi yang jelas dan penting atau sebuah pengertian yang ambigu dari apa yang dia kerjakan. Sebuah strategi klarifikasi peran yang spesifik memungkinkan seseorang mengambil sebuah peranan menemukan sebuah catatan ekspektansi dari masing-masing pengirim peran. Catatan ini kemudian akan dibandingkan dengan ekspektansi focal seseorang, dan banyak perbedaan akan secara terbuka didiskusikan untuk mengklarifikasi ketidakjelasan dan negoiasikan untuk memecahkan konflik.
- ✓ Rencana dan pengembangan jalur karir dan menyediakan konseling. Secara tradisional, organisasi telah hanya menunjukkan melalui kepentingan dalam perencanaan karir dan pengembangan pekerja mereka. Individu dibiarkan untuk memutuskan gerakan dan strategi karir sendiri.

c. Strategi Dukungan Sosial.

Untuk mengurangi stres kerja, dibutuhkan dukungan social terutama orang yang terdekat, seperti keluarga, teman sekerja, pemimpin atau orang lain. Agar diperoleh dukungan maksimal, dibutuhkan komunikasi yang baik pada semua pihak, sehingga dukungan sosial dapat diperoleh.

Pendapat lain dikemukakan oleh Davis & Newstrom (1989) bahwa ada empat pendekatan lain terhadap stres kerja yakni :

1. Pendekatan dukungan sosial. Pendekatan ini dilakukan melalui aktivitas yang bertujuan memberikan kepuasan sosial kepada karyawan. Misalnya: bermain game, dan bercanda.
2. Pendekatan melalui meditasi. Pendekatan ini perlu dilakukan karyawan dengan cara berkonsentrasi ke alam pikiran, mengendorkan kerja otot, dan menenangkan emosi meditasi ini dapat dilakukan selama dua periode waktu yang masing-masing 15-20 menit. Meditasi bisa dilakukan di ruangan khusus.
3. Pendekatan melalui biofeedback. Pendekatan ini dilakukan melalui bimbingan medis. Melalui bimbingan dokter, psikiater, dan psikolog, sehingga diharapkan karyawan dapat menghilangkan stress yang dialaminya.
4. Pendekatan kesehatan pribadi. Pendekatan ini merupakan pendekatan preventif sebelum terjadinya stres. Dalam hal ini karyawan secara periode waktu yang kontinyu memeriksa kesehatan, melakukan relaksasi otot, pengaturan gizi, dan olahraga secara teratur.

Daftar pustaka

- ACGIH, 1992–1993. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists
- Adler, J. (Ed.). 2011. Emergency medicine articles (including plant poisoning, caladium, dieffenbachia and philodendron; Mushroom toxicity; and various snake, spider and scorpion envenomation articles. Retrieve from http://www.emedicine.medscape.com/emergency_medicine
- Ahmadi, R. 2009. Fisika Kesehatan. Jogjakarta: Mitra Cendekia
- Alpaugh, E. L., 1988. Fundamentals of Industrial Hygiene, 3rd ed. Revised by T. J. Hogan. Chicago: National Safety Council. 259–60.
- Amin, M. 2000. Penyakit Paru Obstruktif Kronik. Laboratorium SMF Penyakit Paru, Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, RSUD DR. Sutomo, Surabaya.
- Amin, M. 1996. Pengantar Ilmu Paru, Surabaya : Airlangga University Press.
- Anizar. 2009. Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- ASCC (Australian Safety and Compensation Council). 2006. Work Related Infectious and Parasitic Diseases Australia. Retrived from http://www.safeworkaustralia.gov.au/About_safework_australia/Publications/415.
- Auerbach, P.S & Norris, R.L. 2005. Disorders caused by reptile bites and marine animal exposure. In D.L. Kasper, E. Braunwald, A.S. Fauci, S. Hauser, D. Longo & J.L. Jameson (Eds). Harrisons principles of internal medicine (16th ed). New York: McGraw-Hill.
- Aw, TC. & Harrison, J. 1998. Exposure based Hazards : Biological. In J.A Herzstein, L. E. Fleming & W.B Bunn (Eds), International Occupational and Environmental medicine. St. Louis, MI : Mosby.
- AWHN (Australian wildlife health network). 2011. Hendra virus (HeV) and Australian wildlife (draft fact sheet). Retrived from <http://www.wildlifehealth.org.au>
- Bonde, J.P. 2008. Psychosocial factors at work and risk of depression: A systematic review of the epidemiological evidence. Occupational & Environmental Medicine, 65 (7), 438-445.

- Bosma, H., Peter, R., Siegrist, J., & Marmot, M. 1998. Two alternative job stress models and the risk of coronary heart disease. *American Journal of Public Health*, 88(1), 68-74.
- Budiono. 2003. *Bunga Rampai Hiperkes dan KK*. Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- CCOHS (Canadian Center for Occupational Health and Safety. 2012. Hazard Control. Retived from http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazard_control.html
- CDC (Center for Disease Control and Prevention). 2009. Biosafety in microbiological and biomedical laboratories (BMBL) 5th ed.). Retrived from <http://www.cdc.gov/biosafety/publications/bmb15>
- CDC (Center for Disease Control and Prevention). 2012. Hierarchy of Controls. Retrived from <http://www.cdc.gov/niosh/topics/engcontrols/>
- Comcare. 2008. Legionnaires disease. Retrived from http://www.comcare.gov.au/forms_and_publication/fact_sheet.
- Chen, W.Q., Yu, I.T.S., & Wong, T.W. 2005. Impact of occupational stress and other psychosocial factors on musculoskeletal pain among Chinese offshore oil installation workers. *Occupational & Environmental Medicine*, 62, 251-256.
- Cox, T., Griffiths, A., & Leka, S. 2005. Work organization and work-related stress. In K. Gardiner & J.M. Harrington (Eds.), *Occupational Hygiene* (3rd ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Cox, T., Griffiths, A., & Rial-Gonzalez, E. 2000. Research on work related stress. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Cooper, C.L., & Cartwright, S. 1994. Healthy mind: Healthy organizations - A proactive approach to occupational stress. *Human Relations*, 47, 455–471.
- Davis, Keith A., and Newstrom, J.W 1986. *Human Behavior at Work: Organizational Behavior*. New York: McGraw-Hill, current edition.
- De Crespigny, F. 2011. National Hazard Exposure Worker Surveillance: Exposure to Biological Hazards and the Provision of Controls Against Biological Hazards in Australian Workplaces Canberra ACT. Safework Australia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Pusat Kesehatan Kerja. 2003. Modul Pelatihan Bagi Fasilitator Kesehatan Kerja. Jakarta: Depkes RI

- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1999. Keputusan Menteri Kesehatan RI dan Keputusan Direktur Jenderal PPM & PLP tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Pusat Kesehatan Kerja. 2006. Promosi Kesehatan. [http:// www. Depkes.go.id](http://www.Depkes.go.id)
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2006. Pedoman Konservasi Pendengaran di Tempat Kerja. Direktorat Bina Kesehatan Kerja Departemen Kesehatan : Jakarta
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 1405/MENKES/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.
- Departemen Tenaga Kerja RI. 1999. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor 51 Tahun 1999 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Di Tempat
- Departemen Tenaga Kerja RI. 2009. Pedoman Pengendalian Penyakit ISPA, Jakarta. Kerja. Departemen Tenaga Kerja : Jakarta
- Departemen Tenaga Kerja RI. 2004. Training Material Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Bidang Keselamatan Kerja Jakarta : Depnaker.
- Dewa, I. N. 1999. Penilaian Status Gizi .Jakarta: EGC
- EU-OSHA (2002). How to tackle psychosocial issues and reduce work-related stress. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- EU-OSHA (2009). OSH in figures: Stress at work - facts and figures. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Fischer, F.M., Oliveira, D.C., Nagai, R., Teixeira, L.R., Júnior, M.L., Latorrec, M.R.D.O., & Cooper, S.P. (2005). Job control, job demands, social support at work and health among adolescent workers. *Revista de Saúde*, 39(2), 245-253.
- Gabriel, J.F. 1996. Fisika Kedokteran. Alih bahasa : dr. Brahm U. Pendit. Jakarta; EGC
- Garvey, D.J. 2005. Exposure to biohazards: An emerging concern for construction workers in sewer lines and wastewater treatment plants. *Professional Safety Magazine*, 50(8), 26-31.
- Gempur Santoso. 2004. Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Greenberg, J. & Baron, R.A. 2000. Behavior in organizations. Prentice Hall.

- Gibson, Ivancevich, Donnelly. 1996, Organisasi Perilaku, Struktur dan Proses, Binarupa Aksara, Jakarta
- Goldberger, L. & Breznitz, S (Eds), 1993, The Handbook of Stress, Free Press, New York
- Goetsch, D. L., 1996. Occupational Safety and Health: In the Age of High Technology for Technologists, Engineers, and Managers, 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Grandjean. 1988. Fitting The Task to The Man. London: Taylor and Francis
- Guyton, A dan Hall, J.E. 1999. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (alih bahasa: Irawati Setiawan). Jakarta: ECG
- Harrington, J. M & Gill. 2005. Buku Saku Kesehatan Kerja. Jakarta : EGC
- International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). 2001. Glossary of Atmospheric Chemistry Terms. Chemistry and The Environment Division Commission on Atmospheric Chemistry. <http://old.iupac.org/reports/1990/6211calvert/glossary.html>
- ILO (1986). Psychosocial factors at work: Recognition and control (Vol. 56). Geneva: International Labour Office.
- Jaschinski, 1990. Jarak Melihat Layar VDU dan Dokumen di Empat Kerja. <http://ww8.yuwie.com/blog/?id=919758>. Diakses pada tanggal 19 Mei 2010
- Johnson, J., Steward, W., Hall, E., Fredlund, P., & Theorell, T. (1996). Long-term psychosocial work environment and cardiovascular mortality among Swedish men. *American Journal of Public Health*, 86, 324-331.
- Kreitner dan Kinicki. 2005. Perilaku Organisasi, Buku 1 dan 2, Salemba Empat, Jakarta
- Koukoulaki, T. (2004). Stress prevention in Europe: Trade union activities. In S. Iavicoli (Ed.), *Stress at Work in Enlarging Europe*. Rome: National Institute for Occupational Safety and Prevention (ISPESL).
- Kompier, M.A.J., & Marcelissen, F.H.G. (1990). *Handbook of Work Stress: A Systematic Approach for Organizational Practice*. Amsterdam: NIA.
- Kivimäki, M., Virtanen, M., Elovainio, M., Kouvonen, A., Väänänen, A., & Vahtera J. (2006). Work stress in the aetiology of coronary heart disease – a meta-analysis. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 32(6), 431-442.

- Levi, L. (2002). Spice of life or kiss of death. In Working on Stress, Magazine of the European Agency of Safety and Health at Work No.5. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Leka, S., Griffiths, A., & Cox, T. (2003). Work Organization and Stress. Geneva: World Health Organization.
- Lippmann M (1987). Regional deposition of particles in the human respiratory tract. In Lee DHK, Murphy S (editors), Handbook of Physiology: Section IV, Environmental Physiology, 2nd edition. Williams and Wilkins, Philadelphia. Pp. 213-232.
- Luthans, F. 2002. Organizational Behavior. McGraw-Hill International Book Comp. Inc. New York.
- Malaka, T., 1996. Evaluasi Bahan Pencemar di Udara Lingkungan. Jurnal Respirasi Vol 16 tahun , Jakarta.
- Mangili, A. & Gendreau, M.A. 2005. Transmission of infectious diseases during commercial air travel. Lancet, 365, 989-996
- Mangkunegoro, H.,2003. Diagnosis dan Penilaian Cacat Pada Penyakit Paru Kerja, Bagian Pulmonologi FKUI, Jakarta: Balai Penerbit UI
- Moeller, W.D., 1992. Environmental Health : Havard University Press.
- Mine Safety and Health Administration (MSHA). Dust — What You Can't See CAN Hurt You!. U. S. Department of Labor Mine Safety and Health Administration National Mine Health and Safety Academy.
<http://www.msha.gov/S&HINFO/blacklung/DUST99.PDF>
- Mukono, H.J., 1997. Pencemaran Udara dan Pengaruh terhadap Gangguan Saluran Pernafasan, Surabaya: Airlangga University Press.
- Murray & Lopez, 2006 . Mortality by Cause for 8 region of the world: Global Burden of Disease, (<http://www.thelancet.com/journal/vol349/iss9062/full/lancet.349.9061>).
- Mangkunegara, Anwar Prabu. Perilaku dan Budaya Organisasi, PT. Refika Aditama, Bandung, 2005.
- Margianti Lulus, 1999. Stres kerja : Latar belakang Penyebab dan Alternatif Pemecahanannya. Jurnal Masyarakat, Kebudayaan dan Politik, 3 : 71-80, Surabaya ; Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.

- Melchior, M., Caspi, A., Milne, B.J., Danese, A., Poulton, R., & Moffitt, T.E. (2007). Work stress precipitates depression and anxiety in young, working women and men. *Psychological Medicine*, 37(8), 1119–1129.
- NYCOSH (New York Committee for Occupational Safety and Health). 2012. Hierarchy of Hazard Controls. Retrieved from <http://nycosh.org/index.php?page=Hierarchy-of-Hazard-Controls>
- Nimran Umar, 1999. *Perilaku Organisasi*. Citra Media, Surabaya.
- NIOSH, 1986. Criteria for a Recommended Standard—Occupational Exposure to Hot Environments. DHHS (NIOSH) Publication No. 86–113. Cincinnati, Ohio: National Institute for Occupational Safety and Health
- OSHA, 2003. Heat Stress. OSHA Technical Manual IV. Washington, D.C.: U.S. Department of Labor. Accessed at www.osha.gov.
- OSHA (Occupational safety health administration). 2009. Guidance on preparing workplaces for an influenza pandemic (OSHA 3327-05R). US department of labor. Retrieved from <http://www.osha.gov/Publications/OSHA3327pandemic.pdf>
- OSHA (Occupational safety health administration). 2009. “Hazard communication: A guide to safe work practices” . Oregon OSHA Standards and Technical Resources publication. <http://orosh.org/pdf/pubs/2034.pdf>
- OSHA, 1998. Informational Booklet on Industrial Hygiene, 3143. Washington, D.C.: U.S. Department of Labor. www.osha.gov (accessed October 2012)
- Olishifski, J. B., 1998. “Overview of Industrial Hygiene,” *Fundamentals of Industrial Hygiene*, 3rd ed. Chicago: National Safety Council.
- Parent-Thirion, A., Macías, E., Hurley, J., Vermeylen, Greet G. 2007. Fourth European Working Conditions Survey. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Pheasant, S, 1991. *Ergonomics, Work and Health*. Maryland : Aspen Publisher.
- Pulat, B.M. 1992. *Fundamental of Industrial Ergonomic*. Illinois; Waveland Press
- Putra, I.N.P.S. 2004. *Seminar Nasional Ergonomi 2* . Jogjakarta: Universitas Gajah Mada.
- Pudjiastuti, W., 2002. *Debu Sebagai Bahan Pencemar Yang Membahayakan Kesehatan Kerja*, Jakarta : Pusat Kesehatan Kerja Departemen Kesehatan RI.

- Pope, C., 2003. Respiratory Health and PM 10 Pollution. AM.Rev. Respiartory Desease. New York.
- Quick, J.D., Quick, J.C., & Horn, R.S. 1986. Health consequences of stress. Journal of Organizational Behavior Management, 8, 19–36.
- Quick, J & Campbell. Preventive stress management in organization. Washington, American Psychological Association. 1997.
- Ridley, Jhon, 2008. Kesehatan dan Keselamatan Kerja Edisi ketiga. Penerbit Erlangga : Jakarta
- Rosengren, A., Hawken, S., Ôunpuu, S., Sliwa, K., Zubaid, M., Almahmeed, W.A., Blackett, K.N., Sitthiamorn, C., Sato, H., & Yusuf, S. 2004. Association of psychosocial risk factors with risk of acute myocardial infarction in 11 119 cases and 13 648 controls from 52 countries (the INTERHEART study): Case-control study. The Lancet, 364, 953–962.
- Robbins, dan Judge, Timothy. 2007. Perilaku Organisasi, edisi 12. Jakarta : Salemba Empat.
- Rasjid, R., Haryati.,& Siswanto. 1989. Ergonomi dan Bahan Kimia .Surabaya: Balai Hiperkes & KK Jawa Timur
- Salim, E. 2002. Green Company Pedoman Pengelolaan Lingkungan,Keselamatan & Kesehatan Kerja, Jakarta: PT. Astra Internasional TBK
- Sanders, M.S & McCormick, E.J. 1993. Human Factors in Engineering and Design. McGraw-Hill. New York.
- Sidarta Ilyas, 1991. Penuntun Ilmu Penyakit Mata. Jakarta: Fakultas Kedokteran UI.
- Setyawati L. 1994. Kecelakaan Kerja Kronis, Kajian terhadap Tenaga Kerja, Penyusunan Alat Ukur serta Hubungan Alat ukur dan Produktivitas. Tesis Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta : UGM
- Siswanto. 1987. Tekanan Panas, Surabaya : Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Jawa Timur.
- Siagian, Sondang. 2008. Manajemén Sumber Daya Manusia.Cet. 18. Jakarta : Bumi Aksara
- Sauter, S.L. 2006. Stress And Quality of Working Life: Current Perspectives in Occupational Health. International Stress Management Association Conference. 2005. Porto Alegre Brazil.

- Schaufeli, W.B., & Greenglass, E.R. 2001. Introduction to special issue on burnout and health. *Psychology and Health*, 16, 501-510.
- Stansfeld, S., & Candy, B. 2006. Psychosocial work environment and mental health - a metaanalytic review. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 32, (6), 443-462.
- Santoso. 2004. *Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja*. Jakarta : Prestasi Pustaka.
- Santoso. 1985. *Higiene Perusahaan Panas*, Solo : Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.
- Suhadri, B., 2008. *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Soewarno, 1992. *Penerangan Tempat Kerja*, Jakarta: Pusat Pelayanan Ergonomi dan Kesker.
- Siswanto. 2002. *Kebisingan*. Surabaya; Balai Hiperkes.
- Salim, E. 2002. *Green Company*. Jakarta : PT Astra Internasional Tbk. Gabriel, J. F. 1996. *Fisika Kedoktera*. Jakarta : EGC
- Suma'mur PK., 1999. *Higene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja*. Penerbit Gunung Agung. Jakarta.
- . 1989. *Ergonomi untuk Produktivitas Kerja*. Jakarta: CV Haji Mas Agung
- Sutalaksana, Anggawisastra, dan Tjakraatmadja, 1979, *Teknik Tata Cara Kerja*, ITB, Bandung
- Spellman, F. R., 1998. *Surviving an OSHA Audit*. Boca Raton, Fla.: CRC Press.
- Talty, J.T. 1988. *Industrial hygiene engineering: recognition, measurement, evaluation, and control* National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio
- Tambunan, S.T.B, 2005, *Kebisingan di Tempat Kerja*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Tarwaka. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press
- Tim Hiperkes. 2004. *Panduan Praktikum Laboratorium Hiperkes & Keselamatan Kerja*. Semarang: Balai Hiperkes Jawa Tengah

- Vincent JH .1989. Aerosol Sampling: Science and Practice. Wiley and Sons, Chichester,U.K. ISBN 0-471-92175-0.
- Vincent JH.1995. Aerosol Science for Industrial Hygienists. Pergamon/Elsevier, Oxford,UK. ISBN-0-08-042029-X.
- WHO. 1997. Determination of Airborne Fibre Number Concentrations - A Recommended Method, by Phase Contrast Optical Microscopy (Membrane Filter Method), World Health Organization, Geneva.
- WHO. 1995. Deteksi Dini Penyakit Akibat Kerja. Alih bahasa Joko Suyono, Editor Caroline Wijaya. Jakarta, EGC.
- WHO. 1996, Health Factors Involve in Working Under Conditions of Heat Stress, Technical Reput Series No.412, Geneva
- WHO. 2003. Authored by S. Leka, A. Griffiths, & T. Cox, Work Organization and Stress. Protecting Workers' Health Series, No. 3. Geneva: World Health Organization.
- Willeke K, Baron PA. 1993. Aerosol Measurement: Principles, Techniques and Applications, Van Nostrand-Reinhold, New York.
- Worksafe, BC. 2007. Preventing Heat Stress at Work. Workers Compensation Board of Columbia.http://www.worksafebc.com/publications/health_and_safety/by_topic/assets/pdf/heat_stress.pdf
- Winther, B., McCue, K., Ashe, K., Rubino, J., & Hendley, JO. 2011. Rhinovirus contamination of surfaces in homes of adults with natural colds: Transfer of virus to fingertips during normal daily activities. Journal of Medical Virology, 83 (5), 906-909.
- Work Safe Alberta. 2009. Best practice for the assessment and control of biological hazards. Vol 2.: Best practice guidelines for occupational health and safety in the health industry. Government of Alberta, Canada. Retrived from http://employment.alberta.ca/documents/WHS/WHS_PUB_bp010.pdf.
- Yunus, F. 2006. Dampak Debu Industri Pada Karyawan. Bagian Pulmonologi FKUI. <Http://www.cerminduniakedokteran.com>