

PANDUAN TEKNIS PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA



Penulis :
Fauzan A. Sangadji
Muhammad Segha Sufia Purnama
Monita Rahayu
M. Ansyar Bora
Aulia Agung Dermawan

PANDUAN TEKNIS PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

**Fauzan A. Sangadji
Muhammad Segi Sufia Purnama
Monita Rahayu
M. Ansyar Bora
Aulia Agung Dermawan**



GET PRESS INDONESIA

PANDUAN TEKNIS PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

Penulis :

Fauzan A. Sangadji
Muhammad Segi Sufia Purnama
Monita Rahayu
M. Ansyar Bora
Aulia Agung Dermawan

ISBN : 978-623-125-663-8

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

Penyunting : Rantika Maida Sahara., S.Tr.Kes

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

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Maret 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

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

Buku Ini Membahas Pengenalan Bahaya Dan Risiko Kerja, Alat Pelindung Diri (APD), Kesehatan Kerja Dan Ergonomi, Kebakaran Dan Peledakan, Keselamatan Listrik.

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

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

Padang, Maret 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
BAB 1 PENGENALAN BAHAYA DAN RISIKO KERJA.....	1
1.1 Pengenalan bahaya.....	1
1.1.1 Identifikasi Bahaya.....	1
1.1.2 Manfaat Pengenalan Bahaya.....	2
1.1.3 Macam-Macam Bahaya	4
1.2 Resiko kerja.....	10
1.2.1 Identifikasi Risiko	10
1.2.2 manfaat identifikasi risiko.....	12
1.2.3 Macam-Macam Risiko	14
1.2.4 Perhitungan Risiko	16
DAFTAR PUSTAKA	21
BAB 2 ALAT PELINDUNG DIRI (APD)	23
2.1 Pengertian APD.....	23
2.2 Jenis-jenis APD.....	24
2.2.1 Alat Pelindung Kepala	25
2.2.2 Alat Pelindung Mata dan Wajah	28
2.2.3 Alat Pelindung Telinga (<i>Hearing Protection</i>)....	31
2.2.4 Alat Pelindung Saluran Pernapasan (<i>Respiratory Protective Equipment - RPE</i>).....	33
2.2.5 Alat Pelindung Tangan (<i>Safety Gloves</i>).....	37
2.2.6 Alat Pelindung Kaki.....	40
2.3 Pemilihan dan Penggunaan APD.....	42
2.3.1 Pemilihan APD	43
2.3.2 Penggunaan APD	43
2.4 Pemeliharaan APD.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
BAB 3 KESEHATAN KERJA DAN ERGONOMI	47
3.1 Pendahuluan.....	47
3.2 Kesehatan Kerja.....	48
3.2.1 Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Kesehatan Kerja.....	49
3.3 Ergonomi.....	52
3.3.1 Bidang-Bidang Kajian Ergonomi.....	53

3.3.2 Prinsip Dasar Ergonomi	54
3.3.3 Jenis-Jenis Ergonomi	55
3.3.4 Penerapan Ergonomi di Berbagai Sektor	56
3.3.5 Tantangan dalam Penerapan Ergonomi	57
3.4 Hubungan Antara Kesehatan Kerja dan Ergonomi	57
DAFTAR PUSTAKA	59
BAB 4 KEBAKARAN DAN PELEDAKAN	61
4.1 Pendahuluan	61
4.2 Penyebab Kebakaran dan Peledakan	65
4.2.1 Bahan Mudah Terbakar	65
4.2.2 Sumber Penyalaan	66
4.2.3 Kondisi Lingkungan yang Mendukung	68
4.2.4 Kesalahan Manusia (<i>Human Error</i>)	68
4.3 Pencegahan Kebakaran dan Peledakan	69
4.3.1 Sistem Proteksi Kebakaran	69
4.3.2 Tata Cara Penyimpanan Bahan Berbahaya	72
4.3.3 Penerapan Prosedur Kerja yang Aman	73
4.3.4 Pelatihan dan Edukasi Pekerja	75
4.3.5 Pencegahan Peledakan	77
4.4 Penanganan Kebakaran dan Peledakan	79
4.4.1 Langkah Darurat Saat Terjadi Kebakaran atau Peledakan	79
4.4.2 Penggunaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	81
4.4.3 Evakuasi Pekerja Sesuai Prosedur	83
4.4.4 Peran Tim Tanggap Darurat (<i>Emergency Response Team</i>)	84
4.5 Peralatan dan Teknologi Penunjang	86
4.5.1 Jenis-Jenis Alat Pemadam Kebakaran	87
4.5.2 Sistem Deteksi Kebakaran dan Gas Berbahaya	89
4.5.3 Peralatan Proteksi Diri (APD) untuk Kebakaran	91
4.5.4 Teknologi Pengendalian Risiko Ledakan (<i>Explosion-Proof Equipment</i>)	93
4.6 Regulasi dan Standar Keselamatan	94
4.6.1 Peraturan Nasional Terkait Kebakaran dan Peledakan	95

4.6.2 Standar Internasional yang Relevan.....	96
4.6.3 Tanggung Jawab Hukum dan Kepatuhan Perusahaan.....	97
DAFTAR PUSTAKA	101
BAB 5 KESELAMATAN LISTRIK	103
5.1 Pengantar Keselamatan Listrik	103
5.2 Dasar-dasar Keselamatan Listrik Dasar-dasar.....	103
5.1.1 Bahaya Listrik.....	104
5.3 Hukum dan Regulasi Keselamatan Listrik	104
5.4 Sistem Proteksi Listrik.....	105
5.4.1 Grounding dan Bonding	106
5.4.2 Alat Proteksi Listrik	107
5.5 Pentingnya Penggunaan Alat Proteksi.....	108
5.5.1 <i>Lockout-Tagout Procedures</i>	109
5.5.2 Penggunaan Peralatan Pelindung Diri (APD)...	110
5.6 Inspeksi dan Pemeliharaan Sistem Listrik.....	111
5.6.1 Jadwal Inspeksi Rutin.....	112
5.7 Keselamatan dalam Penggunaan Alat Listrik	113
5.8 Keselamatan Listrik di Lingkungan Industri.....	114
5.8.1 Risiko Khusus di Lingkungan Industri.....	114
5.8.2 Prinsip-prinsip Keselamatan Industri	115
5.9 Keselamatan Listrik di Lingkungan Publik	117
5.9.1 Pentingnya Keselamatan Listrik di Tempat Umum	117
5.9.2 Penerapan Standar Keselamatan di Tempat Umum.....	119
5.10 Inovasi dan Teknologi Baru dalam Keselamatan Listrik.....	120
DAFTAR PUSTAKA	123
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Logo K3	23
Gambar 2.2. Contoh APD	24
Gambar 2.3. Arti warna Helm	26
Gambar 2.4. Helm Pengaman	26
Gambar 2.5. Tudung Kepala	27
Gambar 2.6. Hair Cap	28
Gambar 2.7. <i>Safety Glass</i>	28
Gambar 2.8. Safety Glass	29
Gambar 2.9. Face Shield	29
Gambar 2.10. Full Face Mask	30
Gambar 2.11. Kedok Las	30
Gambar 2.12. Earplug	31
Gambar 2.13. Earmuff	32
Gambar 2.14. Semi-Insert Earplug	32
Gambar 2.15. Custom Moulded Earplug.....	33
Gambar 2.16. Alat Pelindung Pendengaran Elektronik.	33
Gambar 2.17. Masker Kain	34
Gambar 2.18. Masker N95	34
Gambar 2.19. Masker N99	35
Gambar 2.20. Masker Bedah	35
Gambar 2.21. Respirator Setengah Wajah dengan Filter	36
Gambar 2.22. Respirator Penuh Wajah	36
Gambar 2.23. <i>Powered Air-Purifying Respirator</i> (PAPR).....	37
Gambar 2.24. <i>Self-Contained Breathing Apparatus</i> (SCBA).....	37
Gambar 2.25. Sarung tangan Kulit	38
Gambar 2.26. Sarung Tangan Nitril	38
Gambar 2.27. Sarung Tangan Kevlar	39
Gambar 2.28. Sarung Tangan Anti-Panas	39
Gambar 2.29. Sarung Tangan Anti Statik.....	40
Gambar 2.30. Safety Shoes.....	41
Gambar 2.31. Boots.....	41
Gambar 2.32. Steel Toe Boots	42
Gambar 2.33. Sepatu Anti Listrik	42

Gambar 4.1. Ilustrasi Kebakaran dan Peledakan di Pabrik Kimia.....	61
Gambar 5.1. Kerangka Kerja Keselamatan Listrik	105
Gambar 5.2. Dimensi Sistem Perlindungan Listrik.....	106
Gambar 5.3. Prosedur Keselamatan Listrik.....	108
Gambar 5.4. Siklus Pemeliharaan Sistem Listrik.....	112

BAB 1

Pengenalan BAHAYA DAN RISIKO KERJA

1.1 Pengenalan bahaya

1.1.1 Identifikasi Bahaya

identifikasi bahaya adalah proses sistematis untuk mengenali potensi bahaya yang ada atau mungkin timbul dalam suatu lingkungan kerja, proses, atau aktivitas. Proses ini bertujuan untuk mengungkapkan sumber risiko yang dapat menyebabkan kerugian, baik terhadap manusia (seperti cedera atau penyakit), lingkungan, maupun aset (seperti kerusakan properti). Identifikasi bahaya merupakan langkah awal yang sangat penting dalam manajemen risiko, yang bertujuan untuk mengelola dan meminimalkan risiko melalui tindakan pengendalian (PP No.50, 2012). Tahapan identifikasi bahaya akan menentukan tahapan pengendalian risiko. (Arif Susanto, 2024)

Bahaya yang diidentifikasi dapat berupa bahaya fisik, kimia, biologis, ergonomis atau psikososial. Proses identifikasi ini biasanya dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, seperti inspeksi lapangan, wawancara, analisis data historis, atau penerapan teknik analisis risiko seperti HAZOP (Hazard and Operability Study), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), dan lainnya (OHSAS, 2007).

Tujuan Identifikasi Bahaya

1. Mencegah insiden dan kecelakaan kerja: dengan mengenali potensi bahaya, organisasi dapat mengambil tindakan proaktif untuk mencegah terjadinya cedera atau kecelakaan (ILO Guidelines, 2001).
2. Mematuhi peraturan hukum: proses ini memastikan bahwa perusahaan memenuhi persyaratan regulasi terkait kesehatan dan keselamatan kerja (PP No.50, 2012).

3. Meningkatkan budaya keselamatan kerja: identifikasi bahaya menciptakan kesadaran dan komitmen terhadap keselamatan di tempat kerja (SNI ISO 3100 :2018).
4. Mengurangi kerugian finansial: identifikasi kerja dapat menyebabkan kerugian finansial besar, termasuk biaya pengobatan, klaim asuransi, atau kerugian produksi (ILO Guidelines, 2001).

Proses Identifikasi Bahaya

1. Pengumpulan informasi: melinatkan data historis kecelakaan, pengamatan langsung, dan informasi terkait proses kerja (OHSAS, 2007).
2. Identifikasi area berisiko: menentukan lokasi, aktivitas, atau kondisi kerja yang memiliki potensi bahaya (PP No.50, 2012).
3. Pencatatan dan dokumentasi: semua bahaya yang ditemukan harus dicatan secara sistematis untuk mempermudah analisis lebih lanjut (ILO Guidelines, 2001).
4. Evaluasi dan prioritas: menentukan tingkat risiko dari masing-masing bahaya untuk memprioritaskan langkah pengendalian kerja (SNI ISO 3100 :2018).

Contoh Bahaya Yang Umum Diidentifikasi:

1. Bahaya fisik: suara bising, suhu ekstrim, atau peralatan berat.
2. Bahaya kimia : paparan gas eracun atau bahan kimia berbahaya.
3. Bahaya biologis: infeksi dari bakteri virus, atau patogen lain.
4. Bahaya ergonomis: posisi kerja yang salah atau pengangkatan beban berat.
5. Bahaya psikososial: stres kerja, tekanan psikologis, atau konflik antar pekerja.

1.1.2 Manfaat Pengenalan Bahaya

Pengenalan bahaya merupakan langkah awal yang esensial dalam sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja. Hal ini melibatkan proses identifikasi potensi bahaya yang ada dalam lingkungan kerja, proses produksi, identifikasi

potensi bahaya yang ada dalam lingkungan kerja, proses produksi, atau aktivitas tertentu. Dengan mengenali bahaya secara dini, organisasi dapat mengambil tindakan preventif yang sesuai untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, atau kerusakan aset. Berikut adalah manfaat utama dari pengenalan bahaya yang dilakukan secara efektif:

1. Mengurangi risiko kecelakaan dan cedera

Pengenalan bahaya membantu perusahaan memahami sumber risiko potensial, seperti mesin yang tidak dilengkapi pelindung, bahan kimia berbahaya, atau prosedur kerja yang tidak aman. Dengan mengidentifikasi dan mengatasi bahaya tersebut, perusahaan dapat mencegah kecelakaan yang dapat mengakibatkan cedera atau bahkan kematian (Geotsch, 2018)

2. Melindungi kesehatan pekerja

Banyak bahaya di tempat kerja yang tidak segera terlihat dampaknya, seperti paparan debu, bahan kimia beracun, atau stres psikososial. Pengenalan bahaya memungkinkan perusahaan untuk menerapkan langkah mitigasi, seperti menyediakan alat pelindung diri (APD), memodifikasi proses kerja, atau memberikan pelatihan kepada pekerja untuk mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan (peraturan menteri ketenagakerjaan no.5, 2018).

3. Efisiensi operasional

Dengan mengurangi kejadian kecelakaan atau gangguan kerja, perusahaan dapat menghindari waktu henti produksi (downtime) yang tidak terencana. Pengenalan bahaya juga memungkinkan perusahaan untuk mengelola sumber daya lebih efisien karena potensi gangguan sudah diantisipasi (Heinrich, 1980).

4. Kebutuhan terhadap regulasi

Banyak negara memiliki peraturan yang mengharuskan perusahaan melakukan identifikasi dan pengelolaan bahaya di tempat kerja. Dengan melakukan pengenalan bahaya, perusahaan dapat memastikan bahwa mereka mematuhi standar keselamatan yang berlaku, seperti SNI, ISO 45001, atau peraturan pemerintah, sehingga menghindarkan

perusahaan dari denda atau sanksi hukum (iso 45501, 2018).

5. Meningkatkan budaya keselamatan

Proses pengenalan bahaya melibatkan partisipasi aktif dari seluruh tingkat organisasi, mulai dari manajemen hingga pekerja. Hal ini menciptakan kesadaran kolektif tentang pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja, yang pada akhirnya membangun budaya kerja yang lebih aman dan produktif (Geotsch, 2018).

6. Mengurangi biaya tidak terduga

Biaya yang berkaitan dengan kecelakaan kerja, seperti biaya pengobatan, kompensasi, atau kerusakan peralatan, sering kali jauh lebih besar dibandingkan biaya pencegahan. Dengan mengenali bahaya sejak awal, perusahaan dapat menghemat pengeluaran tersebut dan mengalokasikan dana untuk keperluan lain yang lebih produktif (Heinrich, 1980).

7. Meningkatkan reputasi perusahaan

Perusahaan yang menunjukkan komitmen terhadap keselamatan dan kesehatan pekerjaannya sering kali mendapatkan kepercayaan lebih besar dari pekerja, mitra bisnis, dan masyarakat umum. Hal ini memberikan keuntungan kompetitif, terutama dalam industri yang sangat memperhatikan aspek K3 (ISO 45501, 2018).

1.1.3 Macam-Macam Bahaya

Bahaya adalah setiap kondisi, proses, atau bahan yang berpotensi menyebabkan cedera, penyakit, kerusakan properti, atau dampak lingkungan yang merugikan. Di tempat kerja, bahaya dapat berasal dari berbagai sumber, tergantung pada jenis pekerjaan, lingkungan kerja, dan aktivitas yang dilakukan. Pemahaman mengenai macam-macam bahaya sangat penting untuk memastikan keselamatan dan kesehatan pekerja. Berikut adalah jenis-jenis bahaya yang umum ditemukan di tempat kerja:

1. Bahaya fisik

Bahaya fisik adalah kondisi yang dapat menyebabkan cedera fisik atau kerusakan pada tubuh manusia. Bahaya fisik dapat ditemukan di berbagai tempat kerja, terutama di lingkungan

industri, konstruksi, dan rumah sakit, dan mencakup berbagai bentuk ancaman terhadap keselamatan dan kesehatan (Occupational Safety and Health Administration OSHA). Contoh:

- a. Kebisingan: Paparan suara keras yang dapat merusak pendengaran. Kebisingan yang melebihi ambang batas tertentu dapat menyebabkan gangguan pendengaran permanen jika tidak diatasi dengan penggunaan pelindung pendengaran
- b. Radiasi: Paparan terhadap radiasi ionisasi (seperti sinar-X) atau non-ionisasi (seperti sinar UV) dapat merusak jaringan tubuh atau menyebabkan kanker.
- c. Suhu Ekstrem: Suhu tinggi atau rendah yang dapat menyebabkan luka bakar, hipotermia, atau kerusakan pada kulit dan jaringan tubuh lainnya.
- d. Cahaya yang terlalu terang atau terlalu redup: Pencahayaan yang buruk dapat menyebabkan kecelakaan akibat penglihatan yang terbatas, sementara pencahayaan yang terlalu terang dapat menyebabkan ketegangan mata atau kebutaan sementara.

Mitigasi:

- a. Penggunaan alat pelindung seperti earplug untuk kebisingan atau pelindung mata untuk radiasi.
- b. Penyediaan pencahayaan yang sesuai dengan standar keselamatan dan kenyamanan kerja.
- c. Pengaturan suhu yang sesuai dengan standar untuk mencegah bahaya suhu ekstrem.
- d. Pelatihan keselamatan untuk pekerja yang terpapar bahaya fisik di tempat kerja.

2. Bahaya kimia

Bahaya kimia berhubungan dengan paparan terhadap bahan kimia yang dapat menyebabkan kerusakan pada tubuh manusia atau lingkungan. Bahan kimia berbahaya ini bisa berupa gas, cairan, atau zat padat yang dapat membahayakan kesehatan, baik secara langsung (seperti iritasi atau keracunan) atau jangka panjang (seperti kanker atau gangguan sistem saraf) (*World Health Organization WHO*), Contoh:

- a. Gas beracun: seperti karbon monoksida (CO), amonia, dan gas berbahaya lainnya dapat menyebabkan keracunan atau kematian jika terhirup dalam jumlah banyak.
- b. Bahan kimia korosif: Asam atau basa yang dapat menyebabkan luka bakar pada kulit atau mata jika terjadi kontak langsung.
- c. Bahan kimia yang mudah terbakar: Zat seperti bensin atau etanol yang dapat memicu kebakaran atau ledakan.
- d. Bahan kimia karsinogenik: Beberapa bahan kimia, seperti asbes atau benzena, dapat menyebabkan kanker jika terpapar dalam jangka panjang.

Mitigasi:

- a. Penggunaan masker atau alat pelindung diri (PPE) untuk mencegah paparan langsung ke bahan kimia.
- b. Penyimpanan bahan kimia dengan cara yang benar, di tempat yang aman dan sesuai dengan petunjuk.
- c. Ventilasi yang baik di area kerja untuk mengurangi konsentrasi gas berbahaya.
- d. Pelatihan tentang penanganan bahan kimia berbahaya dan prosedur darurat untuk kecelakaan bahan kimia.

3. Bahaya biologis

Bahaya biologis berkaitan dengan paparan terhadap organisme hidup atau produk biologis yang dapat menyebabkan infeksi atau penyakit. Bahaya ini biasanya ditemukan di sektor kesehatan, laboratorium, industri makanan, atau tempat kerja yang berhubungan dengan hewan dan tumbuhan. Organisme patogen seperti virus, bakteri, jamur, dan parasit dapat menyebabkan berbagai penyakit menular (World Health Organization). Contoh:

- a. Bakteri dan virus: Seperti Salmonella, E. coli, atau virus seperti hepatitis dan HIV yang dapat ditularkan melalui kontak dengan darah atau cairan tubuh lainnya.
- b. Jamur dan parasit: jamur seperti Aspergillus yang dapat menyebabkan infeksi paru-paru atau parasit seperti kutu yang menyebabkan penyakit menular.
- c. Cairan tubuh: Paparan terhadap darah, urin, atau sekresi tubuh lainnya yang dapat mengandung patogen.

- d. Zoonosis: Penyakit yang dapat ditularkan dari hewan ke manusia, seperti rabies atau leptospirosis.

Mitigasi:

- a. Penggunaan alat pelindung diri (PPE) seperti masker, sarung tangan, dan pelindung mata untuk mencegah kontak dengan cairan tubuh atau patogen.
- b. Vaksinasi bagi pekerja yang terpapar risiko tinggi.
- c. Prosedur higiene dan sanitasi yang ketat, termasuk mencuci tangan dan menggunakan desinfektan.
- d. Penanganan dan pembuangan sampah medis atau bahan berbahaya dengan benar.

4. Bahaya ergonomis

Bahaya ergonomis berhubungan dengan desain tempat kerja atau tugas yang tidak sesuai dengan kemampuan fisik manusia. Bahaya ini muncul akibat posisi tubuh yang buruk, gerakan berulang, atau penggunaan alat kerja yang tidak sesuai dengan anatomi tubuh manusia. Bahaya ergonomis dapat menyebabkan cedera otot dan tulang, serta gangguan sistem saraf (Internasional Labour Organization). Contoh:

- a. Postur kerja yang buruk: Duduk atau berdiri dalam posisi yang tidak nyaman atau tidak alami untuk waktu yang lama, menyebabkan kelelahan otot atau cedera tulang belakang.
- b. Gerakan berulang: Tugas yang melibatkan gerakan tangan atau tubuh yang berulang, seperti mengetik, mengangkat beban, atau menggunakan alat secara terus-menerus.
- c. Beban yang berat atau tidak seimbang: Mengangkat atau membawa beban yang terlalu berat atau dengan cara yang tidak tepat dapat menyebabkan cedera pada otot dan sendi.

Mitigasi :

- a. Desain tempat kerja yang ergonomis, seperti kursi dan meja yang dapat disesuaikan ketinggiannya, dan pengaturan posisi alat kerja yang nyaman bagi tubuh.
- b. Penggunaan alat bantu, seperti perangkat yang dirancang untuk mengurangi tekanan pada sendi atau otot.

- c. Pelatihan mengenai teknik angkat yang benar dan teknik kerja yang aman.
- d. Rotasi tugas untuk menghindari repetisi gerakan yang dapat menyebabkan cedera berulang.

5. Bahaya psikosial

merujuk pada kondisi yang muncul dari interaksi antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungan sosial di tempat kerja yang dapat memengaruhi kesejahteraan mental dan emosional seseorang. Faktor-faktor psikososial dapat memengaruhi stres kerja, keseimbangan hidup, dan hubungan interpersonal di tempat kerja. Jika tidak dikelola dengan baik, bahaya psikososial dapat menyebabkan gangguan kesehatan mental, penurunan produktivitas, atau bahkan cedera fisik akibat stres yang berkepanjangan (*American Psychological Association*) Contoh:

- a. Stres kerja: Stres yang disebabkan oleh beban kerja yang berlebihan, tenggat waktu yang ketat, atau tekanan untuk mencapai target yang sulit dicapai.
- b. Pelecehan atau Diskriminasi: Terjadinya kekerasan verbal atau fisik, perundungan, atau diskriminasi yang berbasis gender, ras, agama, atau orientasi seksual.
- c. Konflik Antar Rekan Kerja: Ketegangan atau perselisihan antar kolega yang dapat mempengaruhi atmosfer kerja dan menyebabkan ketidaknyamanan mental.
- d. Kurangnya Dukungan Sosial: Tidak adanya dukungan dari atasan atau rekan kerja dalam menghadapi kesulitan atau tantangan di tempat kerja, yang dapat menambah rasa isolasi atau ketidakamanan emosional.
- e. Pengaturan Kerja yang Tidak Fleksibel: Kurangnya fleksibilitas dalam jam kerja atau pengaturan tempat kerja yang dapat mengganggu keseimbangan antara kehidupan kerja dan kehidupan pribadi, meningkatkan tingkat stres.

Mitigasi:

- a. Dukungan Kesehatan Mental: Penyediaan akses kepada konseling atau layanan kesehatan mental untuk pekerja yang mengalami stres atau gangguan emosional.

- b. Manajemen Stres: Pelatihan tentang manajemen stres bagi pekerja untuk mengurangi kecemasan terkait pekerjaan.
 - c. Fleksibilitas Kerja: Menawarkan fleksibilitas dalam jam kerja atau kebijakan bekerja dari rumah untuk membantu pekerja menyeimbangkan antara pekerjaan dan kehidupan pribadi.
 - d. Meningkatkan Komunikasi: Meningkatkan komunikasi yang terbuka dan transparan di antara pekerja dan manajemen, serta memfasilitasi umpan balik yang konstruktif.
 - e. Pencegahan Perundungan dan Diskriminasi: Implementasi kebijakan anti-perundungan dan anti-diskriminasi yang jelas, serta pelatihan tentang pengelolaan konflik dan kerja sama tim.
6. Bahaya mekanis
- Bahaya mekanis berkaitan dengan segala bentuk kecelakaan yang disebabkan oleh peralatan atau mesin yang bergerak, yang dapat menyebabkan cedera fisik. Bahaya ini sering ditemukan dalam industri manufaktur, konstruksi dan pengolahan. Contohnya termasuk terjepit, terlindas, atau tertarik oleh mesin yang bergerak, serta kecelakaan yang disebabkan oleh potongan logam atau bahan tajam yang terlepas. Contoh:
- a. Terjerat mesin atau alat berat yang berputar.
 - b. Kecelakaan akibat bagian mesin yang bergerak tiba-tiba.
 - c. Benda-benda yang jatuh atau terlempar dari mesin.
- Mitigasi: penggunaan pelindung mesin (*safety guards*), pemasangan sistem penghentian otomatis (*emergency stop*), pelatihan operator mesin secara berkala dan penggunaan alat pelindung diri (PPE) seperti pelindung tangan dan mata.
7. Bahaya listrik
- Bahaya listrik terkait dengan potensi kecelakaan yang disebabkan oleh aliran listrik, seperti sengatan listrik, kebakaran listrik, atau ledakan akibat arus pendek. Bahaya listrik sangat umum di industri dan rumah tangga, terutama

yang melibatkan instalasi listrik yang tidak aman atau peralatan listrik yang rusak. Contoh:

- a. Sengatan listrik akibat kontak langsung dengan kabel atau peralatan yang terdiri dari listrik.
- b. Kebakaran yang disebabkan oleh kabel atau peralatan listrik yang rusak atau terkelupas.
- c. Ledakan akibat kegagalan sistem listrik yang mengarah pada lonjakan tegangan.

Mitigasi: pemeriksaan rutin dan pemeliharaan sistem listrik, Penggunaan perangkat perlindungan seperti pemutus arus atau sirkuit pelindung, Penyediaan pelatihan keselamatan untuk pekerja yang bekerja dengan peralatan listrik, Menghindari penggunaan peralatan listrik dalam kondisi lembab atau basah.

1.2 Resiko kerja

Risiko kerja merujuk pada kemungkinan terjadinya kerugian atau bahaya yang dapat memengaruhi keselamatan dan kesehatan pekerja selama menjalankan tugas atau pekerjaan di lingkungan kerja. Risiko ini dapat berupa cedera fisik, penyakit, atau bahkan kematian yang disebabkan oleh faktor-faktor yang ada di tempat kerja, baik itu faktor fisik, kimiawi, biologis, ergonomis, atau psikososial. Sebagai bagian dari manajemen keselamatan kerja, risiko kerja harus diidentifikasi, dievaluasi, dan dikelola dengan baik untuk mengurangi atau menghindari dampak negatif bagi pekerja. Konsep risiko kerja sangat penting dalam sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3), yang bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat menurut *International Labour Organization* (ILO).

1.2.1 Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko adalah proses pertama dalam manajemen risiko yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan semua potensi bahaya atau risiko yang dapat mengancam keselamatan, kesehatan, atau kinerja dalam suatu organisasi atau lingkungan kerja. Dalam konteks

keselamatan kerja, identifikasi risiko merupakan langkah penting untuk mengetahui bahaya yang ada dan dampaknya terhadap pekerja, fasilitas, serta lingkungan di sekitar tempat kerja. Proses identifikasi risiko ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi terkait kondisi dan aktivitas yang dapat menyebabkan kecelakaan atau kerusakan. Dengan memahami bahaya ini, langkah-langkah pencegahan atau pengendalian yang tepat dapat diterapkan untuk meminimalisasi atau menghilangkan risiko tersebut.

Langkah-langkah dalam identifikasi risiko:

1. **Penilaian dan Pengumpulan Data:** Langkah pertama adalah mengumpulkan data yang relevan, seperti laporan kecelakaan sebelumnya, analisis pekerjaan, inspeksi rutin, dan observasi langsung terhadap proses yang ada.
2. **Pengamatan terhadap Sumber Bahaya:** Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah melakukan pengamatan terhadap berbagai sumber bahaya yang ada. Sumber bahaya ini bisa bersifat fisik (misalnya, mesin atau peralatan), kimiawi (seperti bahan berbahaya), ergonomis (posisi tubuh yang tidak tepat), atau psikososial (stres kerja).
3. **Analisis Proses Kerja:** Menilai bagaimana setiap tahapan pekerjaan atau aktivitas dapat menimbulkan potensi bahaya. Proses kerja yang rumit atau melibatkan banyak komponen sering kali lebih berisiko.
4. **Wawancara dan Diskusi dengan Pekerja:** Pekerja yang terlibat langsung dalam pekerjaan sering kali memiliki wawasan terbaik mengenai risiko yang ada. Oleh karena itu, diskusi atau wawancara dengan mereka sangat penting untuk mendalami potensi bahaya yang mungkin tidak terlihat.
5. **Dokumentasi dan Kategorisasi Risiko:** Setelah risiko diidentifikasi, risiko tersebut harus didokumentasikan dalam bentuk yang mudah dipahami dan dikategorikan berdasarkan tingkat keparahan dan kemungkinan terjadinya.

Tujuan identifikasi risiko:

1. Menghindari atau Mengurangi Kerugian: Identifikasi risiko membantu organisasi untuk memahami bahaya yang dapat terjadi, sehingga dapat mengurangi atau menghindari kerugian baik dari segi material maupun manusia.
2. Mengurangi Kecelakaan dan Penyakit Kerja: Dengan mengidentifikasi potensi bahaya, langkah-langkah mitigasi dapat diambil untuk mencegah kecelakaan dan penyakit akibat kerja yang bisa berdampak pada pekerja.
3. Meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Proses identifikasi risiko yang baik membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat bagi semua pekerja.

1.2.2 Manfaat identifikasi risiko

Identifikasi risiko merupakan langkah awal yang sangat penting dalam proses manajemen risiko. Dengan mengidentifikasi risiko secara sistematis, organisasi atau tempat kerja dapat mengenali potensi bahaya yang dapat mengganggu operasional, memengaruhi keselamatan pekerja, atau merugikan secara finansial dan reputasi. Proses ini tidak hanya membantu mengelola risiko, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan keselamatan organisasi secara keseluruhan.

Berikut adalah penjelasan tentang manfaat utama dari identifikasi risiko:

1. Mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja

Identifikasi risiko memungkinkan organisasi mengenali potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja, seperti kerusakan alat berat, paparan bahan kimia berbahaya, atau kondisi kerja yang tidak ergonomis. Dengan mengetahui bahaya ini, organisasi dapat mengambil langkah pencegahan, seperti pelatihan keselamatan, penggunaan alat pelindung diri (APD), atau perbaikan prosedur kerja. Identifikasi risiko membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dengan meminimalkan peluang terjadinya insiden berbahaya melalui langkah-langkah preventif yang berbasis data (ISO 45001, 2018).

2. Meningkatkan Efisiensi Operasional

Dengan mengenali risiko sejak dini, organisasi dapat menghindari gangguan operasional yang dapat disebabkan oleh kecelakaan, kegagalan alat, atau masalah lainnya. Ini membantu organisasi menghemat waktu dan sumber daya yang mungkin habis untuk mengatasi masalah yang sebenarnya dapat dicegah. Identifikasi risiko tidak hanya melindungi aset organisasi tetapi juga memungkinkan operasi yang lebih efisien dengan meminimalkan gangguan (Fahy, 2009) Contoh:

- 1) Identifikasi potensi kerusakan pada peralatan produksi memungkinkan tim pemeliharaan menjadwalkan perbaikan sebelum kerusakan besar terjadi, yang pada akhirnya mencegah penghentian produksi.

3. Mengurangi Biaya tidak terduga

Risiko yang tidak teridentifikasi dapat menimbulkan biaya besar, baik dalam bentuk kompensasi kecelakaan, biaya litigasi, kerugian reputasi, maupun perbaikan fasilitas. Dengan mengidentifikasi risiko secara proaktif, organisasi dapat merencanakan tindakan mitigasi yang jauh lebih hemat biaya dibandingkan dengan menghadapi konsekuensi dari risiko yang sudah terjadi. Strategi pengelolaan risiko yang berbasis pada identifikasi bahaya terbukti secara signifikan mengurangi pengeluaran tidak terduga dalam operasional perusahaan (Manullang, 2018).

4. Mematuhi peraturan dan standar keselamatan

Banyak negara memiliki regulasi yang mengharuskan organisasi untuk mengidentifikasi dan mengelola risiko di tempat kerja. Melalui proses ini, organisasi dapat memastikan bahwa mereka memenuhi persyaratan hukum dan menghindari sanksi atau penalti. Proses identifikasi risiko memastikan bahwa organisasi berada dalam jalur kepatuhan terhadap undang-undang dan regulasi keselamatan yang berlaku (ILO, 2019).

5. Meningkatkan kepercayaan pekerja dan pemangku kepentingan

Pekerja merasa lebih aman dan percaya diri ketika mereka tahu bahwa organisasi memiliki langkah-langkah pengelolaan risiko yang jelas dan efektif. Hal ini juga berlaku

bagi pemangku kepentingan lain, seperti investor atau pelanggan, yang akan menghargai pendekatan proaktif dalam manajemen risiko. Komitmen organisasi terhadap identifikasi risiko tidak hanya melindungi pekerja tetapi juga meningkatkan reputasi organisasi di mata pemangku kepentingan (Juran, 1999).

6. Meningkatkan keberlanjutan dan resiliensi organisasi

Organisasi yang mampu mengidentifikasi dan mengelola risiko lebih siap menghadapi tantangan masa depan, baik itu perubahan teknologi, bencana alam, atau gangguan lainnya. Identifikasi risiko memungkinkan organisasi merencanakan strategi mitigasi untuk menghadapi berbagai skenario. Identifikasi risiko adalah landasan dari keberlanjutan organisasi, memastikan bahwa organisasi tetap dapat beroperasi bahkan di bawah tekanan risiko yang signifikan (ISO 31000, 2018)

1.2.3 Macam-Macam Risiko

Dalam konteks kesehatan dan keselamatan kerja K3, pengenalan bahaya risiko kerja merupakan langkah penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman. Bahaya mengacu pada sumber, situasi, atau tindakan yang dapat menyebabkan cedera, penyakit, kerusakan properti, atau gangguan pada lingkungan. Sementara itu, risiko adalah kemungkinan dampak buruk yang dapat terjadi akibat bahaya tersebut (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.50 Tahun 2012).

1. Macam-macam risiko dalam pengenalan bahaya dan risiko kerja.

Risiko dalam lingkungan kerja biasanya dikategorikan berdasarkan sumber bahaya. Beberapa jenis risiko yang umum ditemukan meliputi:

a. Risiko fisik

Risiko fisik adalah bahaya yang berasal dari faktor lingkungan di tempat kerja, seperti:

- 1) Kebisingan: Paparan suara keras terus-menerus yang dapat menyebabkan gangguan pendengaran (ISO 45001: 2018).

- 2) Getaran: Penggunaan alat berat atau mesin yang menghasilkan getaran dapat menyebabkan kelelahan atau cedera jangka panjang (ISO 45001: 2018).
 - 3) Radiasi: Paparan radiasi ionisasi (misalnya sinar X) atau non-ionisasi (misalnya gelombang mikro) memiliki dampak berbahaya terhadap kesehatan (OSHA).
- b. Risiko kimia
- Risiko ini melibatkan paparan terhadap zat-zat kimia berbahaya, seperti:
- 1) Gas dan uap: Gas beracun seperti karbon monoksida dapat menyebabkan keracunan serius (Internasional Labour Organization)
 - 2) Debu: Partikel kecil seperti debu silika berpotensi menyebabkan gangguan pernapasan seperti silikosis (OSHA)
- c. Risiko biologis
- Bahaya biologis melibatkan paparan terhadap mikroorganisme atau makhluk hidup lainnya:
- 1) Mikroorganisme: Bakteri dan virus, seperti hepatitis B dan COVID-19, dapat menyebabkan penyakit serius pada pekerja (ILO, 2019)
- d. Risiko psikososial
- Faktor psikologis dan sosial di tempat kerja juga dapat menjadi risiko, seperti:
- 1) Stres kerja: Tekanan kerja yang berlebihan dapat memengaruhi kesehatan mental dan produktivitas (ISO 45001: 2018).
 - 2) Jam kerja panjang: Ketidakseimbangan antara kehidupan kerja dan pribadi berpotensi memicu gangguan kesehatan mental (Organization I. L.)

2. Pendekatan penilaian dan pengendalian risiko
Pengelolaan risiko dalam K3 dilakukan melalui langkah-langkah berikut:
 - a. Identifikasi bahaya
Mengenali semua potensi bahaya di lingkungan kerja (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 50 Tahun 2012).
 - b. Penilaian risiko
Menilai tingkat keparahan dan kemungkinan risiko terjadi untuk menentukan prioritas penanganan (ISO 45001:2018).
 - c. Pengendalian risiko
Menggunakan hierarki pengendalian risiko, mulai dari eliminasi hingga penggunaan alat pelindung diri (APD), untuk mengurangi atau menghilangkan bahaya (OSHA).

1.2.4 Perhitungan Risiko

Perhitungan risiko dalam pengenalan bahaya dan risiko kerja adalah proses yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan memitigasi potensi bahaya di tempat kerja. Proses ini penting untuk melindungi pekerja, mematuhi peraturan keselamatan, dan mencegah kerugian finansial atau reputasi yang diakibatkan oleh insiden kerja (ISO 45001:2018; OSHA).

1. Identifikasi bahaya
Langkah pertama dalam pengelolaan risiko adalah mengenali semua potensi bahaya yang ada di tempat kerja (OSHA). Bahaya dapat berupa:
 - a. Fisika: seperti kebisingan, suhu ekstrem, radiasi, atau vibrasi
 - b. Kimia: paparan bahan kimia berbahaya seperti gas, cairan, atau debu
 - c. Biologi: virus, bakteri, atau mikroorganisme lainnya.
 - d. Ergonomi: postur kerja yang buruk, pengangkatan beban berlebih.
 - e. Psikososial: stres kerja, konflik interpersonal, atau lingkungan kerja yang tidak sehat (OSHA).

2. Penilaian risiko

Penilaian risiko melibatkan dua komponen utama:

- Tingkat keparahan (*Severity*): Seberapa serius dampak yang dapat ditimbulkan jika bahaya terjadi.
- Kemungkinan (*Likelihood*): Probabilitas terjadinya bahaya tersebut.

Metode penilaian risiko yang sering digunakan adalah matriks risiko, yang mengklasifikasikan risiko berdasarkan tingkat keparahan dan kemungkinan. Matriks ini membagi risiko menjadi beberapa kategori, seperti rendah, sedang, tinggi, atau kritis (SNI ISO/IEC 31010, 2011).

Contoh Matriks Risiko

kemungkinan	keparahan	rendah	sedang	tinggi	Sangat tinggi
Sangat tinggi	Moderate	Tinggi	Kritis	Kritis	Kritis
Tinggi	Moderate	Sedang	Tinggi	Tinggi	Kritis
Sedang	Moderate	Rendah	Sedang	Tinggi	Tinggi
Rendah	Minor	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang

3. Analisis Risiko

Setelah risiko diidentifikasi dan dinilai, langkah selanjutnya adalah analisis untuk menentukan faktor penyebab utama. Teknik analisis dapat mencakup:

- Root Cause Analysis* (RCA): Untuk mencari penyebab mendasar dari bahaya.
- Fault Tree Analysis* (FTA): Menggambarkan hubungan antara kegagalan sistem.
- Job Safety Analysis* (JSA): Untuk menganalisis setiap langkah dalam proses kerja (CCPS)

4. Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko bertujuan untuk mengurangi kemungkinan atau dampak bahaya. Strategi pengendalian risiko mengikuti hierarki berikut (OSHA; Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 5 Tahun 2018):

- Eliminasi: Menghapus bahaya sepenuhnya.
- Substitusi: Mengganti dengan alternatif yang lebih aman.

- c. Rekayasa Teknik: Memodifikasi alat, proses, atau lingkungan.
- d. Administrasi: Memberikan pelatihan, menetapkan kebijakan, atau mengatur jadwal kerja.
- e. Alat Pelindung Diri (APD): Sebagai langkah terakhir.

5. Dokumentasi dan Monitoring

Semua proses perhitungan risiko harus terdokumentasi dengan baik untuk keperluan audit dan evaluasi berkala. Pemantauan rutin diperlukan untuk memastikan efektivitas langkah pengendalian yang diambil (ISO 45001:2018).

6. Analisis perhitungan Risiko

- a. Rumus risiko dasar (*Risk Score*)
Rumus ini adalah pendekatan paling umum dalam penilaian risiko. Rumus ini secara luas digunakan dalam penilaian risiko operasional dan didokumentasikan dalam berbagai panduan keselamatan kerja. Standar seperti ISO 45001:2018 dan SNI ISO/IEC 31010:2011 menyarankan pendekatan penilaian risiko berbasis matriks untuk mengkombinasikan "kemungkinan" dan "keparahan" dalam mengevaluasi risiko secara kuantitatif. Panduan OSHA juga mengadopsi metode ini dalam manajemen risiko bahaya ditempat kerja.

$$\text{Risiko (R)} = \text{Kemungkinan (L)} \times \text{Keparahan (S)}$$

- 1) R (*Risk*): Skor risiko keseluruhan
- 2) L (*Likelihood*): Tingkat kemungkinan bahaya terjadi (biasanya dinilai dari skala 1-5).
- 3) S (*Severity*): Tingkat keparahan dampak jika bahaya terjadi (biasanya dinilai dari skala 1-5).

Contoh:

Jika kemungkinan bahaya terjadi adalah 3 (sedang) dan tingkat keparahan adalah 4 (tinggi) maka:

$$R = 3 \times 4 = 12$$

Risiko dinilai sedang hingga tinggi tergantung pada skala klasifikasi risiko yang digunakan.

b. Rumus tingkat risiko residual

Digunakan untuk menilai risiko setelah tindakan pengendalian diterapkan. Rumus ini muncul dari pendekatan mitigasi risiko berdasarkan evaluasi efektivitas pengendalian, seperti yang dijelaskan dalam *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures* (CCPS). ISO 31010 juga mengacu pada penilaian risiko residual dengan mempertimbangkan efektivitas pengendalian. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa langkah pengendalian mampu mengurangi risiko ke tingkat yang dapat diterima.

Risiko Residual (Rr)

$$\begin{aligned} &= (\text{kemungkinan awal } (L) \\ &\times \text{keparahan awal } (S)) \\ &\times \text{Efektivitas pengendalian } (E) \end{aligned}$$

- 1) E (Efektivitas Pengendalian): Tingkat efektivitas dari tindakan pengendalian yang diambil (nilai antara 0-1, dengan 1 untuk pengendalian yang tidak efektif dan mendekati 0 untuk pengendalian yang sangat efektif).

Contoh :

Jika nilai awal risiko adalah 20, dan pengendalian memiliki efektivitas 0.5, maka :

$$Rr = 20 \times 0.5 = 10$$

Risiko berkurang menjadi 10 setelah pengendalian.

- c. Rumus tingkat risiko terintegrasi (IR- *Integrated Risk*)
Menggabungkan beberapa faktor seperti frekuensi, durasi paparan, dan probabilitas kontrol gagal. Rumus ini berasal dari kombinasi konsep risiko eksposur yang digunakan dalam berbagai metode penilaian risiko industri, termasuk dalam dokumen teknis CCPS dan

panduan dari Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Pendekatan ini juga digunakan dalam industri kimia dan manufaktur untuk menilai risiko gabungan dari frekuensi dan durasi paparan bahaya dengan tingkat probabilitas dan keparahan.

$$IR = (Frekuensi Paparan (F) \times durasi (D)) \\ \times (kemungkinan (L) \times keparahan (s))$$

- 1) F (*Frequency*): Seberapa sering pekerja terekspos bahaya dalam periode tertentu.
- 2) D (*Duration*): Durasi paparan dalam satuan waktu.
- 3) L (*likelihood*): Probabilitas bahaya terjadi.
- 4) S (*Severity*): Tingkat Keparahan

Contoh :

Jika frekuensi paparan adalah 2 kali per minggu, durasi paparan adalah 3 jam, kemungkinan adalah 2, dan keparahan adalah 4:

$$IR = (2 \times 3) \times (2 \times 4) = 48$$

Risiko dinilai tinggi berdasarkan hasil akhir.

Catatan :

- 1) Skala nilai (misalnya 1-5) dapat disesuaikan berdasarkan matriks risiko yang digunakan.
- 2) Hasil perhitungan digunakan untuk menentukan langkah mitigasi, dengan fokus pada mengurangi nilai risiko hingga kategori yang dapat diterima.
- 3) Pastikan proses penilaian dilakukan oleh personel yang memahami karakteristik bahaya di lingkungan kerja untuk menghindari kesalahan estimasi.

DAFTAR PUSTAKA

- (APA), A. P. (t.thn.). "Workplace Stress." APA guidelines on managing workplace stress.
- 31000, I. (2018). Risk management Guidelines.
- 31010, S. I. (2011). Manajemen Risiko dan Teknik Penilaian Risiko.
- 45501, I. (2018). *Occupational Health and Safety Management Systems*.
- 50, P. P. (2012). Dalam *tentang Penerapan Shatan dan Keselamatan Kerja*.
- Arif Susanto, U. F. (2024). Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko dan Penentuan Pengendalian Pada Operasi Pertambangan: Systematic Literature Review. 13.
- CCPS, G. f. (t.thn.). Untuk proses identifikasi dan analisis bahaya.
- Fahy, M. &. (2009). Risk Management Handbook: A Practical Guide to Managing Risk. Routledge.
- Geotsch. (2018). Occupational Safety and Health for Technologist, Engineers, and Managers.
- Heinrich, H. W. (1980). Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach.
- ILO, I. L. (2019). Occupational Safety and Health (OSH) in the Workplace.
- Internasional Labour Organization, I. (t.thn.). "Ergonomics in the Workplace."
- Juran, J. M. (1999). Juran's Quality Handbook. McGraw-Hill Education.
- Manullang, S. &. (2018). Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta: Gramedia.
- NO.5, P. M. (2018).
- OHSAS, 1. (2007). *Manajemen Risiko dalam Kesehatan dan Keselamatan Kerja*.
- Organization, I. L. (t.thn.). Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems.
- Organization, W. H. (t.thn.). "Chemical Safety." WHO guidelines on managing chemical hazards.
- OSHA, O. S. (t.thn.). Noise and Hearing Conservation.

PP No.50, P. P. (2012). *Tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)*.
World Health Organization, W. (t.thn.). Biological Safety." WHO guidelines on handling biological hazards.

BAB 2

ALAT PELINDUNG DIRI (APD)

2.1 Pengertian APD

APD atau alat pelindung diri adalah alat yang digunakan untuk melindungi diri dari bahaya di tempat kerja. Potensi bahaya bisa berasal dari paparan zat kimia ataupun cedera fisik. Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 8 Tahun 2010 menyebutkan bahwa APD adalah alat untuk mengisolasi diri dari potensi berbahaya di tempat kerja. Para ahli juga memberikan definisi terhadap APD. Suma'mur berpendapat APD dapat mengurangi tingkat keparahan kecelakaan(Suma'mur,2009). Tarwaka melihat APD menjadi pilihan terakhir untuk melindungi diri dari kecelakaan kerja(Tarwaka,2008). Soeripto mengatakan APD secara langsung dapat melindungi diri pemakainya dari berbagai faktor berbahaya(Soeripto,2008). Secara umum dari definisi yang sudah dipaparkan, dapat diketahui bahwa APD adalah segala sesuatu yang melekat pada diri pemakainya yang berfungsi menghindarkan pemakainya dari faktor berbahaya di tempat kerja.



Gambar 2.1. Logo K3

(Sumber : <https://arthasafetyindonesia.co.id/tentang-k3/arti-dan-makna-dari-logo-k3/>)

Penggunaan APD sangat penting karena menjaga keselamatan dan kesehatan kerja para pekerjanya. Adanya APD

dapat melindungi pemakainya dari zat berbahaya ataupun cedera fisik, misalnya, helm dapat melindungi penggunaanya dari bahaya tertimpa benda jatuh, masker dapat melindungi dari paparan zat yang bisa merusak tubuh, pelindung telinga digunakan untuk melindungi dari kebisingan tinggi dan masih banyak lagi fungsi APD. Banyak pekerja lalai sehingga penggunaan APD menjadi wajib dan diatur oleh undang-undang. Diharapkan dari undang-undang ini akan muncul kesadaran bahwa APD penting digunakan secara prosedur untuk melindungi diri dari bahaya. Pada akhirnya, penggunaan APD menjadi investasi jangka panjang karena meminimalkan resiko penyakit yang mungkin muncul akibat paparan berulang atau cedera akibat bekerja.



Gambar 2.2. Contoh APD

(Sumber : <https://www.sucofindo.co.id/artikel-1/kesehatan/ketahui-pengelompokkan-jenis-apd-yang-sesuai-dengan-lokasi-pekerjaannya/>)

2.2 Jenis-jenis APD

APD mempunyai bentuk yang beragam. Hal ini dikarenakan bagian tubuh yang dilindungi juga berbeda-beda. Mulai dari kepala hingga kaki mempunyai pengaman masing-masing. Sektor pekerjaan yang berbeda juga membutuhkan APD yang berbeda-beda. Berikut beberapa jenis APD dikelompokkan berdasarkan bagian tubuh.

2.2.1 Alat Pelindung Kepala

Kepala merupakan bagian penting dalam tubuh manusia. Keberadaanya harus dijaga dengan sangat baik. Perlindungan terhadap panas, paparan zat kimia atau perlindungan terhadap jeratan mesin perlu dihindari. Beberapa jenis helm adalah sebagai berikut :

1. Helm Pengaman

Helm pengaman melindungi pengguna dari tertimpa benda jatuh, benturan dan radiasi panas. Ada beberapa kelas dengan tingkat kegunaan yang berbeda. Helm Kelas G (*General*) dapat melindungi kepala terhadap benturan dan tegangan listrik hingga 2.200 Volt. Helm ini sering digunakan oleh pekerja proyek umum, supervisor, dan mandor di berbagai sektor industri konstruksi. Warna helm biasanya kuning atau putih untuk memudahkan identifikasi di lapangan. Helm kelas E (*Electrical*) dapat melindungi kepala dari tegangan listrik hingga 22.000 Volt. terbuat dari bahan non-konduktif yang mampu menahan arus listrik, sehingga aman digunakan di area dengan potensi bahaya listrik. Terakhir Helm kelas C (*Conductive*) melindungi dari benda jatuh tetapi tidak kejutan listrik. Helm kelas C digunakan oleh pekerja di berbagai sektor industri, terutama di tempat-tempat di mana perlindungan terhadap benturan adalah prioritas utama. Warna helm ini dapat bervariasi, seperti merah atau hijau, tergantung pada kebijakan perusahaan.



Gambar 2.3. Arti warna Helm

(Sumber : <https://hsepedia.com/pelindung-kepala-di-tempat-kerja/>)



Gambar 2.4. Helm Pengaman

(Sumber : <https://mutucertification.com/alat-pelindung-diri-k3/>)

2. Topi atau Tudung Kepala (*Hood*)

Topi ini berfungsi untuk melindungi kepala dari bahan kimia, radiasi, dan suhu ekstrem. Terbuat dari bahan yang tahan terhadap panas dan bahan berbahaya, hood biasanya digunakan di industri yang berisiko tinggi. Warna topi memiliki makna tertentu yang membantu identifikasi posisi atau jabatan pekerja di lokasi kerja. Warna putih menandakan pekerja teknik dan insinyur. Warna merah digunakan oleh pengawas keselamatan atau petugas keamanan di lokasi proyek. Warna hijau dikenakan oleh pekerja yang berurusan dengan lingkungan dan warna oranye digunakan untuk tamu proyek atau inspektor.



Gambar 2.5. Tudung Kepala

(Sumber : <https://hsepedia.com/pelindung-kepala-di-tempat-kerja/>)

3. Pelindung Rambut (*Hair Cap*)

Pelindung rambut, atau *hair cap*, adalah alat pelindung diri yang dirancang untuk melindungi rambut dan kepala dari berbagai risiko di lingkungan kerja. beberapa fungsi *hair cap* adalah, melindungi dari kontaminasi. Hair cap mencegah rambut rontok, ketombe, dan kotoran lainnya jatuh ke dalam area yang bersih, seperti laboratorium, dapur, atau ruang operasi. Ini sangat penting untuk menjaga kebersihan dan keamanan produk. Melindungi rambut dari terjerat pada mesin yang bergerak, yang dapat menyebabkan cedera serius. Dalam konteks

medis dan laboratorium, hair cap membantu mencegah paparan langsung rambut terhadap bahan kimia berbahaya.



Gambar 2.6. Hair Cap

(Sumber : <https://hsepedia.com/pelindung-kepala-di-tempat-kerja/>)

2.2.2 Alat Pelindung Mata dan Wajah

Alat pelindung mata dan wajah merupakan komponen penting dalam menjaga keselamatan pekerja di berbagai industri. Beberapa fungsi dari APD jenis ini adalah melindungi mata dan wajah dari paparan bahan kimia berbahaya, gas, dan partikel yang dapat menyebabkan iritasi atau cedera serius, melindungi dari benturan, percikan benda kecil, panas, dan uap yang dapat mengakibatkan cedera pada wajah dan mata dan beberapa alat pelindung dirancang untuk melindungi dari radiasi UV dan sinar berbahaya lainnya.

Jenis-Jenis Alat Pelindung Mata dan Wajah :

1. Kacamata Pengaman (*Safety Glasses*)

Kacamata ini dirancang dengan lensa yang tahan benturan dan dapat melindungi mata dari debu, partikel, serta sinar UV. Cocok digunakan dalam berbagai lingkungan kerja, terutama di industri konstruksi dan manufaktur.



Gambar 2.7. *Safety Glass*

(Sumber :

<https://healthsafetyprotection.com/tag/kacamata-safety/>)

2. *Goggles*

Goggles memberikan perlindungan lebih baik karena menutupi seluruh area mata. Mereka mencegah masuknya partikel ke dalam mata dan sering digunakan dalam laboratorium kimia, pengelasan, dan pekerjaan dengan bahan berbahaya.



Gambar 2.8. Safety Glass

(Sumber :

<https://healthsafetyprotection.com/tag/kacamata-safety/>)

3. *Face Shield*

Face shield atau tameng wajah melindungi seluruh wajah, termasuk mata, hidung, dan mulut. Alat ini sangat efektif dalam situasi di mana terdapat risiko percikan bahan kimia atau benda tajam. Face shield sering digunakan di industri medis, kimia, dan konstruksi.



Gambar 2.9. Face Shield

(Sumber : <https://healthsafetyprotection.com/tag/kacamata-safety/>)

4. *Full Face Mask*

Masker ini menutupi seluruh wajah dan sering digunakan dalam situasi di mana perlindungan terhadap bahan kimia berbahaya sangat penting. Masker ini juga dapat dilengkapi dengan filter untuk perlindungan tambahan terhadap partikel berbahaya.



Gambar 2.10. Full Face Mask

(Sumber : <https://www.fishersci.co.uk/shop/products/x-plore-6300-full-face-mask/10679274>)

5. **Kedok Las**

Digunakan oleh para pekerja las untuk melindungi mata dan wajah dari sinar UV, percikan logam panas, serta radiasi yang dihasilkan selama proses pengelasan.



Gambar 2.11. Kedok Las

(Sumber : <https://healthsafetyprotection.com/tag/kacamata-safety/>)

2.2.3 Alat Pelindung Telinga (*Hearing Protection*)

Alat Pelindung Telinga merupakan komponen penting dalam menjaga kesehatan pendengaran pekerja di lingkungan yang bising.

Fungsi APD ini adalah melindungi pendengaran, mengurangi tingkat kebisingan yang diterima oleh telinga dan mencegah kerusakan pendengaran akibat paparan suara yang terlalu keras. Dengan mengurangi kebisingan, alat pelindung telinga juga membantu meningkatkan kenyamanan pekerja dalam menjalankan tugas mereka di lingkungan yang bising.

Jenis-Jenis Alat Pelindung Telinga :

1. Earplug

Alat ini dimasukkan ke dalam saluran telinga untuk menyumbat dan meredam kebisingan. Terbuat dari bahan seperti busa, silikon, atau karet. Ringan dan portabel, cocok untuk digunakan bersamaan dengan alat pelindung lainnya seperti helm atau kaca mata.



Gambar 2.12. Earplug

(Sumber : <https://www.lazada.co.id/products/ear-plug-safety-tutup-telinga-silicone-i3920386395.html>)

2. Earmuff

Penutup telinga yang menutupi seluruh area telinga dengan bantalan lembut. Memberikan perlindungan yang lebih baik dibandingkan earplug, dapat digunakan pada tingkat kebisingan hingga 110 dB¹⁴. Earmuff umumnya lebih tahan lama dan mudah dirawat.



Gambar 2.13. Earmuff

(Sumber : <https://www.lazada.co.id/products/earmuff-safety-penutup-telinga-ear-pelindung-telinga-anti-bising-ear-muff-pro-premium-i7386210425.html>)

3. Semi-Insert Earplug

Ditempatkan di luar saluran telinga dan diikatkan dengan headband. Lebih nyaman dibandingkan earplug tradisional karena tidak sepenuhnya memasuki telinga, memungkinkan pengguna untuk mendengar suara di sekitar tanpa terganggu oleh kebisingan berlebih.



Gambar 2.14. Semi-Insert Earplug

(Sumber : <https://www.vibranthearing.com/services/hearing-protection-products/universal-hearing-protection-products/>)

4. Custom Moulded Earplug

Earplug yang dibuat khusus sesuai bentuk telinga pengguna. Memberikan perlindungan optimal dan kenyamanan bagi pengguna, ideal untuk lingkungan dengan tingkat kebisingan sangat tinggi.



Gambar 2.15. Custom Moulded Earplug
(Sumber : <https://alclair.com/product/custom-silicone-hearing-protection/>)

5. Alat Pelindung Pendengaran Elektronik

Dilengkapi dengan teknologi untuk mendeteksi suara bising dan mengoptimalkan pendengaran. Memungkinkan pengguna untuk mendengar suara penting sambil tetap terlindungi dari kebisingan berlebih.



Gambar 2.16. Alat Pelindung Pendengaran Elektronik
(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Noise-Cancelling-Reduction-Protection-Safety-Ear-1600452675722.html>)

2.2.4 Alat Pelindung Saluran Pernapasan (*Respiratory Protective Equipment - RPE*)

Adalah komponen penting dalam menjaga kesehatan pekerja dengan melindungi sistem pernapasan dari udara yang terkontaminasi. Beberapa fungsinya adalah melindungi dari zat berbahaya. Alat ini dirancang untuk menyaring dan melindungi

pengguna dari berbagai zat berbahaya seperti debu, asap, gas, uap, dan mikroorganisme (virus dan bakteri). Lalu, mencegah penyakit pernapasan dengan menggunakan alat pelindung ini, risiko terhirupnya zat berbahaya dapat diminimalkan, sehingga mengurangi kemungkinan penyakit pernapasan akibat paparan jangka panjang.

Jenis-Jenis Alat Pelindung Saluran Pernapasan

1. Masker Kain

Meskipun memiliki tingkat filtrasi yang rendah (sekitar 3%), masker kain dapat digunakan untuk perlindungan dasar terhadap debu.



Gambar 2.17. Masker Kain

(Sumber : <https://www.halodoc.com/obat-dan-vitamin/masker-kain-10-pieces>)

2. Masker N95

Memiliki tingkat filtrasi hingga 95%, masker ini efektif dalam menyaring partikel halus dan sering digunakan dalam situasi medis serta industri.



Gambar 2.18. Masker N95

(Sumber :

<https://www.liputan6.com/bisnis/read/4172350/kimia-farma-kehabisan-stok-masker-n95>)

3. Masker N99 dan N100

Dengan tingkat filtrasi 99% dan 99.97%, masker ini sangat efektif melindungi dari partikel biologis seperti bakteri dan virus, tetapi tidak tahan terhadap minyak.



Gambar 2.19. Masker N99

(Sumber :

<https://www.ubuy.co.id/id/productuk/2DE1ESVK-cambridge-mask-co-pro-anti-pollution-mask-n99-military-grade-washable-respirator-with-adjustable-str>)

4. Masker Bedah

Masker ini dirancang untuk melindungi pengguna dari droplet besar dan terbuat dari tiga lapisan yang tahan air.



Gambar 2.20. Masker Bedah

(Sumber : <https://www.blibli.com/p/onemed-karet-3-ply-earloop-masker-bedah-50-pcs/ps--APS-60051-00743>)

5. Respirator Setengah Wajah dengan Filter

Memungkinkan perlindungan dari partikel, gas, dan uap dengan filter yang sesuai. Cocok untuk digunakan di lingkungan berdebu.



Gambar 2.21. Respirator Setengah Wajah dengan Filter
(Sumber : <http://id.respiratoryppe.com/respiratory-protection/half-face-mask/half-respirator-gas-mask.html>)

6. Respirator Penuh Wajah

Memberikan perlindungan optimal di lingkungan berbahaya dengan berbagai bahan kimia. Melindungi seluruh wajah termasuk mata.



Gambar 2.22. Respirator Penuh Wajah
(Sumber : <http://id.respiratoryppe.com/respiratory-protection/full-face-mask/anti-toxic-mask.html>)

7. Powered Air-Purifying Respirator (PAPR)

Menggunakan pompa udara untuk menarik udara melalui filter, memberikan perlindungan maksimal dengan kenyamanan lebih saat bernapas.



Gambar 2.23. *Powered Air-Purifying Respirator (PAPR)*
(Sumber : <https://www.amazon.com/HANUU-Purifying-Respirator-Portable-Supplied/dp/B0BYDW8KMY?th=1>)

8. *Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA)*

Menggunakan tangki untuk menyediakan oksigen, SCBA sering digunakan oleh petugas pemadam kebakaran.



Gambar 2.24. *Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA)*
(Sumber : <https://www.thefzsafety.com/product/6l-self-contained-breathing-apparatus-with-yellow-cylinder/>)

2.2.5 Alat Pelindung Tangan (*Safety Gloves*)

Dirancang untuk melindungi tangan dari berbagai risiko di lingkungan kerja. Fungsi alat pelindung tangan beberapa diantaranya adalah melindungi tangan dari luka, goresan, dan tusukan akibat kontak dengan benda tajam atau abrasif, melindungi pengguna dari bahan kimia berbahaya, panas, dan listrik dan beberapa jenis sarung tangan dilengkapi dengan

teknologi anti-slip untuk meningkatkan cengkeraman saat memegang benda.

Jenis-Jenis Alat Pelindung Tangan :

1. Sarung Tangan Kulit

Melindungi dari permukaan kasar dan memberikan perlindungan terhadap percikan api serta benda tajam. Cocok digunakan dalam proses pengelasan dan pekerjaan berat.



Gambar 2.25. Sarung tangan Kulit

(Sumber : <https://www.blibli.com/p/gst-sarung-tangan-kulit-full-panjang-sarung-tangan-motor-asli-kulit-domba/ps--GUK-70101-09403>)

2. Sarung Tangan Nitril

Sarung tangan serba guna yang tahan terhadap minyak, pelarut, dan bahan kimia. Sering digunakan dalam industri otomotif dan manufaktur.



Gambar 2.26. Sarung Tangan Nitril

(Sumber : https://www.tokopedia.com/marsteknik/sarung-tangan-nitrile-rubberex-rnf-15-safety-chemical-glove-m?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=pdp)

3. Sarung Tangan Kevlar

Terbuat dari bahan Kevlar yang ringan dan tahan lama, memberikan perlindungan terhadap luka dan lecet. Ideal untuk pekerjaan yang melibatkan alat potong.



Gambar 2.27. Sarung Tangan Kevlar

(Sumber :

https://www.tokopedia.com/winterwoods/sarung-tangan-kevlar-tahan-benda-tajam-cut-resistant-glove-castong?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=pdp)

4. Sarung Tangan Tahan Panas

Dirancang untuk melindungi tangan dari suhu tinggi, biasanya digunakan dalam pekerjaan pengelasan atau di lingkungan yang bersuhu ekstrem.



Gambar 2.28. Sarung Tangan Anti-Panas

(Sumber : <https://www.ska-safety.com/product/sarung-tangan-silicon-p577922.aspx>)

5. Sarung Tangan Antistatik

Mencegah penumpukan listrik statis, cocok digunakan di lingkungan elektronik untuk melindungi komponen sensitif.



Gambar 2.29. Sarung Tangan Anti Statik
(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Lint-Free-Cleanroom-white-Anti-static-1600391568949.html>)

2.2.6 Alat Pelindung Kaki

Alat pelindung kaki dirancang untuk melindungi kaki dari berbagai risiko di lingkungan kerja. Beberapa diantaranya adalah melindungi kaki dari cedera akibat tertimpa benda berat, tertusuk benda tajam atau tergores permukaan kasar. Sepatu pelindung juga melindungi kaki dari cairan berbahaya, suhu ekstrim dan bahaya kimia. Terakhir, sepatu bisa melindungi dari permukaan jalan yang licin.

Jenis-Jenis Alat Pelindung Kaki

1. Sepatu Keselamatan (*Safety Shoes*)

Dirancang untuk melindungi kaki dari benturan dan tekanan. Sepatu ini biasanya dilengkapi dengan pelat besi di bagian jari untuk melindungi dari kejatuhan benda berat.

Tipe ini juga sering memiliki fitur anti-slip dan tahan terhadap bahan kimia.



Gambar 2.30. Safety Shoes

(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Lint-Free-Cleanroom-white-Anti-static-1600391568949.html>)

2. Boots (Sepatu Boots)

Lebih tinggi dibandingkan sepatu keselamatan biasa, memberikan perlindungan tambahan pada betis. Boots sering digunakan di lingkungan yang berisiko tinggi seperti konstruksi dan pertambangan. Tipe boots tertentu juga dapat tahan air dan memiliki pelindung tambahan untuk risiko tusukan.



Gambar 2.31. Boots

(Sumber :

<https://siopen.hulusungaiselatankab.go.id/products/sepatu-boot>)

3. Steel Toe Boots

Sepatu ini dilengkapi dengan pelat besi di bagian depan untuk perlindungan maksimal terhadap jari kaki. Sangat cocok digunakan di industri berat dan konstruksi.



Gambar 2.32. Steel Toe Boots

(Sumber : <https://www.safgard.com/mens-shoes/products/TM26038>)

4. Sepatu Anti Listrik

Dirancang khusus untuk melindungi pengguna dari risiko kejutan listrik. Sepatu ini terbuat dari bahan non-konduktif yang aman digunakan di area dengan potensi bahaya listrik.



Gambar 2.33. Sepatu Anti Listrik

(Sumber : <https://shopee.co.id/Sepatu-Anti-Listrik-10Kv-Safety-Shoes-Model-Sneakers-Hitam-i.59497683.10241982141>)

2.3 Pemilihan dan Penggunaan APD

Pemilihan dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) merupakan langkah penting dalam menjaga keselamatan dan kesehatan pekerja di berbagai lingkungan kerja.

2.3.1 Pemilihan APD

1. Identifikasi Risiko

Langkah pertama adalah mengidentifikasi potensi bahaya di tempat kerja. Ini termasuk memahami jenis risiko yang ada, seperti bahan kimia, kebisingan, atau risiko fisik lainnya.

2. Kesesuaian dengan Bahaya

Pastikan APD yang dipilih sesuai dengan jenis bahaya yang dihadapi. Misalnya, jika ada risiko paparan bahan kimia, pilihlah sarung tangan dan masker yang dirancang untuk melindungi dari zat tersebut.

3. Standar dan Kualitas

APD harus memenuhi standar keselamatan yang berlaku dan terbuat dari bahan berkualitas tinggi untuk memastikan efektivitas perlindungan. Selain itu, pastikan bahwa suku cadang mudah didapat untuk pemeliharaan.

4. Kenyamanan dan Fleksibilitas

Pilih APD yang ringan dan nyaman dipakai agar tidak mengganggu aktivitas kerja. APD juga harus memungkinkan gerakan bebas tanpa membatasi persepsi sensoris pengguna.

5. Uji Kesesuaian (*Fit Testing*)

Untuk alat pelindung pernapasan seperti respirator, lakukan uji kesesuaian untuk memastikan bahwa alat tersebut pas dan efektif dalam memberikan perlindungan

2.3.2 Penggunaan APD

1. Pelatihan Pengguna

Berikan pelatihan kepada pekerja tentang cara menggunakan APD dengan benar, termasuk cara memasang, melepas, dan merawat alat tersebut.

2. Pemeriksaan Sebelum Digunakan

Sebelum menggunakan APD, pastikan semua alat dalam kondisi baik dan berfungsi dengan benar. Periksa apakah ada kerusakan atau keausan yang dapat mempengaruhi efektivitasnya.

3. Penggunaan yang Tepat

Pastikan pekerja menggunakan APD sesuai dengan instruksi dan prosedur yang telah ditetapkan. Jika menggunakan lebih

dari satu jenis APD secara bersamaan, pastikan bahwa kombinasi tersebut tidak mengurangi efektivitas masing-masing alat.

4. Laporan Ketidaknyamanan

Pekerja harus segera melaporkan jika merasakan ketidaknyamanan atau gejala lain saat menggunakan APD, sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan.

5. Pemeliharaan dan Penyimpanan

Lakukan pemeliharaan rutin pada APD untuk memastikan alat tetap dalam kondisi baik. Setelah digunakan, simpan APD di tempat yang bersih dan kering untuk mencegah kontaminasi.

2.4 Pemeliharaan APD

Perawatan dan pemeliharaan Alat Pelindung Diri (APD) sangat penting untuk memastikan efektivitas perlindungan dan memperpanjang umur pakai alat tersebut. Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk merawat APD adalah dengan membersihkan secara rutin, pemeriksaan secara berkala, penyimpanan yang tepat, penggantian APD bila sudah tidak berfungsi dan adanya pelatihan penggunaan APD.

DAFTAR PUSTAKA

- M, Soeripto.2008. Higiene Industri. Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta: 323- 384.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.08/MEN/VII/201
- Suma'mur. 2009. Hiegiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja. Jakarta : CV Sagung Seto.
- Tarwaka, 2008. Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Surakarta : HARAPAN PRESS

BAB 3

KESEHATAN KERJA DAN ERGONOMI

3.1 Pendahuluan

Kesehatan kerja merupakan aspek penting dalam menjaga kesejahteraan fisik dan mental pekerja di lingkungan kerja. Setiap individu yang terlibat dalam dunia kerja berisiko mengalami berbagai masalah kesehatan akibat beban kerja, tekanan, atau kondisi lingkungan yang tidak mendukung. Oleh karena itu, prinsip-prinsip kesehatan kerja sangat penting untuk memastikan pekerja dapat menjalankan tugasnya dengan baik tanpa menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan pekerja. Kesehatan kerja mencakup berbagai aspek, mulai dari pencegahan kecelakaan kerja hingga pengelolaan stres dan penyakit yang mungkin timbul akibat pekerjaan.

Ergonomi merupakan salah satu disiplin ilmu yang berkaitan erat dengan kesehatan kerja. Ergonomi mempelajari cara-cara merancang tempat kerja, alat, dan prosedur kerja agar sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan tubuh manusia. Tujuan dari ergonomi adalah efektivitas dan efisiensi kerja, serta mengurangi risiko cedera atau gangguan kesehatan lainnya akibat pekerjaan. Dengan menerapkan prinsip-prinsip ergonomi, lingkungan kerja dapat disesuaikan dengan kondisi fisik pekerja sehingga menurunkan tingkat kelelahan, nyeri otot, dan gangguan kesehatan lainnya.

Secara keseluruhan, kesehatan kerja dan ergonomi memiliki peran yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan produktif. Penerapan keduanya akan membantu mengurangi risiko kecelakaan kerja, gangguan kesehatan, serta meningkatkan kenyamanan dan kesejahteraan pekerja. Oleh karena itu, setiap perusahaan dan organisasi harus menyadari pentingnya investasi dalam aspek kesehatan kerja dan ergonomi untuk memastikan keberlanjutan kinerja yang optimal dan kesehatan jangka panjang bagi seluruh pekerja.

3.2 Kesehatan Kerja

Kesehatan kerja merupakan konsep yang melibatkan upaya untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan fisik, mental, serta sosial pekerja dalam lingkungan kerja. Motivasi utama dalam pelaksanaan Kesehatan kerja adalah untuk mencegah penyakit yang dapat ditimbulkan oleh pekerjaan (Score, 2013). Berikut adalah beberapa pengertian kesehatan kerja menurut berbagai ahli:

1. Suma'mur (2020) mendefinisikan kesehatan kerja sebagai suatu keadaan di mana pekerja memiliki kondisi fisik, mental, dan sosial yang optimal yang memungkinkan mereka untuk bekerja secara efektif dan produktif, serta tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap kesejahteraan mereka dengan memperhatikan beban kerja, kapasitas kerja serta lingkungan kerja.
2. World Health Organization (WHO) (2007) mengartikan kesehatan kerja sebagai kondisi di mana pekerja tidak hanya bebas dari penyakit atau cedera, tetapi juga dapat berfungsi secara optimal di lingkungan kerja mereka. Kesehatan kerja mencakup upaya untuk mengurangi atau menghilangkan faktor-faktor yang dapat membahayakan kesehatan, baik fisik maupun mental, di tempat kerja.
3. Lee & Nieman (2003) menyatakan bahwa kesehatan kerja adalah cabang dari kedokteran yang berfokus pada pencegahan, pengobatan, dan manajemen masalah kesehatan yang timbul akibat kondisi kerja. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan kualitas hidup pekerja dan mencegah gangguan yang dapat mengganggu produktivitas kerja mereka.
4. Kesehatan kerja sebagai kondisi fisik, mental, dan sosial pekerja yang bebas dari cedera, penyakit, atau gangguan lain akibat faktor-faktor pekerjaan atau lingkungan kerja yang tidak sehat (Mangkunegara, 2015). Disini perlu menekankan pentingnya penerapan langkah-langkah pencegahan dan perawatan di tempat kerja untuk mendukung kesehatan pekerja secara menyeluruh.

5. Kesehatan kerja merupakan sebuah disiplin ilmu yang diterapkan untuk meningkatkan kualitas hidup tenaga kerja melalui perbaikan kesehatan, pencegahan penyakit akibat pekerjaan yang diwujudkan melalui pemeriksaan kesehatan, pengobatan, dan pemberian makanan bergizi (Hasibuan *et al.*, 2020).

Pengertian-pengertian tersebut menunjukkan bahwa kesehatan kerja lebih dari sekadar mencegah kecelakaan fisik, tetapi juga mencakup perhatian terhadap aspek mental dan sosial, serta pentingnya menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan mendukung kesejahteraan pekerja secara holistik. Status kesehatan seseorang menurut Blum (1981) dalam (Rejeki, 2016) ditentukan oleh empat faktor sebagai berikut :

1. Lingkungan, berupa lingkungan fisik (alami, buatan), kimia (organik/anorganik, logam berat, debu), biologik (virus, bakteri, mikroorganisme), dan sosial budaya (ekonomi, pendidikan, pekerjaan).
2. Perilaku yang meliputi sikap, kebiasaan, tingkah laku.
3. Pelayanan kesehatan: promotif, perawatan, pengobatan, pencegahan kecacatan, rehabilitasi.
4. Genetik, yang merupakan faktor bawaan setiap manusia

3.2.1 Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Kesehatan Kerja

Faktor yang mempengaruhi kesehatan kerja sangat beragam, dan bisa berasal dari berbagai aspek lingkungan kerja dan individu pekerja itu sendiri. Berikut adalah beberapa faktor utama yang dapat mempengaruhi kesehatan kerja (Kuswana, 2014):

1. Faktor Fisik

- a. **Pencahayaan:** pencahayaan yang buruk, baik terlalu terang atau terlalu redup, dapat menyebabkan gangguan pada penglihatan dan ketegangan mata, serta meningkatkan risiko kecelakaan kerja.
- b. **Suhu dan Kelembapan:** suhu yang terlalu panas atau dingin di tempat kerja bisa menyebabkan kelelahan, stres panas, atau gangguan pernapasan. Kelembapan

yang tinggi juga dapat menyebabkan ketidaknyamanan fisik.

- c. **Kebisingan:** paparan suara yang terlalu keras atau berisik di lingkungan kerja dapat menyebabkan gangguan pendengaran permanen, peningkatan stres, dan penurunan konsentrasi.
- d. **Getaran:** pekerjaan yang melibatkan getaran (misalnya, menggunakan alat berat atau mesin) dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal dan masalah saraf, seperti sindrom getaran tangan.
- e. **Kualitas Udara:** paparan terhadap polusi udara, debu, asap, atau bahan kimia berbahaya di udara dapat menyebabkan gangguan pernapasan, iritasi mata, atau penyakit jangka panjang seperti asma dan kanker paru-paru.

2. Faktor Ergonomi

- a. **Postur Kerja yang Buruk:** posisi tubuh yang tidak nyaman atau tidak sesuai, seperti duduk terlalu lama atau bekerja dalam posisi membungkuk, dapat menyebabkan nyeri punggung, leher, atau masalah muskuloskeletal lainnya.
- b. **Penggunaan Alat yang Tidak Tepat:** alat kerja yang tidak sesuai dengan kebutuhan fisik pekerja dapat meningkatkan risiko cedera. Misalnya, penggunaan kursi yang tidak mendukung punggung atau *keyboard* yang terlalu tinggi.
- c. **Gerakan Berulang:** pekerjaan yang melibatkan gerakan berulang atau pengulangan aktivitas yang sama dapat menyebabkan kelelahan otot dan gangguan pada tendon dan sendi, seperti *carpal tunnel syndrome*.

3. Faktor Kimia

- a. **Paparan Bahan Kimia:** pekerja yang terpapar bahan kimia berbahaya, baik secara langsung maupun tidak langsung, bisa menghadapi risiko kesehatan jangka panjang seperti keracunan, gangguan sistem saraf, kerusakan organ dalam, dan kanker.
- b. **Penggunaan Zat Beracun atau Karsinogenik:** di beberapa industri, pekerja mungkin terpapar bahan

kimia berbahaya seperti asbes, merkuri, atau asam yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan parah jika tidak ditangani dengan baik.

4. **Faktor Biologis**

- a. **Penyakit Menular:** pekerjaan yang melibatkan kontak langsung dengan orang lain atau bahan biologis (misalnya, tenaga medis, pekerja laboratorium, atau pengolahan makanan) meningkatkan risiko terkena penyakit menular seperti flu, TB, hepatitis, atau infeksi lainnya.
- b. **Pestisida atau Mikroorganisme:** pekerja yang terpapar pestisida, jamur, atau mikroorganisme lain dapat mengalami gangguan pernapasan, kulit, atau infeksi lainnya.

5. **Faktor Psikososial**

- a. **Stres Kerja:** tekanan tinggi di tempat kerja, beban kerja berlebihan, tenggat waktu yang ketat, atau konflik antar rekan kerja dapat menyebabkan stres, kecemasan, depresi, dan gangguan kesehatan mental lainnya.
- b. **Kepuasan Kerja:** tingkat kepuasan kerja yang rendah dapat berdampak pada kesehatan fisik dan mental pekerja. Pekerja yang merasa tidak dihargai atau tidak memiliki kontrol atas pekerjaannya cenderung lebih rentan terhadap stres.
- c. **Beban Kerja dan Jam Kerja:** jam kerja yang terlalu panjang atau pekerjaan dengan beban yang berlebihan dapat meningkatkan risiko kelelahan fisik dan mental, serta gangguan tidur.

Faktor-faktor yang berdampak pada kesehatan pekerja adalah (Budiono, Jusuf and Pusparini, 2003) :

1. Beban Kerja, beban kerja adalah beban fisik, mental, dan sosial, jadi penempatan karyawan harus sesuai dengan kemampuan mereka.
2. Kapasitas Kerja, kapasitas kerja bergantung pada pendidikan, keterampilan, kebugaran, ukuran, gizi, dll.
3. Lingkungan Kerja, semua aspek lingkungan kerja, termasuk fisik, kimia, biologis, ergonomi, dan psikososial.

3.3 Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen-elemen dalam sistem kerja, termasuk peralatan, lingkungan, dan prosedur kerja, dengan tujuan untuk merancang sistem yang lebih efisien dan aman. Ergonomi bertujuan untuk menyesuaikan pekerjaan dan lingkungan kerja dengan kemampuan dan keterbatasan fisik dan mental manusia, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan, kesehatan, serta kinerja pekerja. Beberapa definisi serta pengertian tentang ergonomi dapat dilihat pada poin-poin berikut:

1. Menurut Kroemer (1994), ergonomi adalah studi yang berfokus pada desain pekerjaan dan alat kerja agar sesuai dengan kebutuhan tubuh manusia. Prinsip-prinsip ergonomi ini dirancang untuk mengurangi potensi cedera atau kelelahan, serta meningkatkan produktivitas dan kepuasan kerja. Misalnya, penataan posisi duduk yang tepat atau penggunaan alat yang mudah diakses dan digunakan untuk mengurangi stres fisik pada pekerja.
2. Menurut Bridger (2009), ergonomi merupakan kajian interaksi antara manusia dan mesin serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan.
3. Menurut Pullat (1997), ergonomi merupakan suatu ilmu antardisiplin yang mengkaji antara manusia dan objek yang mereka gunakan.
4. *International Ergonomics Association* (IEA) mendefinisikan ergonomi sebagai penerapan prinsip-prinsip ilmiah dalam merancang dan mengatur pekerjaan, lingkungan, dan peralatan agar sesuai dengan kemampuan, keterbatasan, dan karakteristik manusia. Tujuan utama ergonomi adalah untuk meningkatkan kesejahteraan pekerja sekaligus meningkatkan efektivitas dan efisiensi kerja.

Secara keseluruhan, ergonomi tidak hanya berfokus pada perancangan tempat kerja, tetapi juga mencakup evaluasi dan pengelolaan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kesehatan fisik dan mental pekerja, seperti postur tubuh, pencahayaan,

temperatur, serta stress kerja. Prinsip-prinsip ergonomi yang diterapkan dengan baik dapat mengurangi risiko cedera dan meningkatkan kinerja serta kenyamanan pekerja dalam jangka panjang.

3.3.1 Bidang-Bidang Kajian Ergonomi

Pemanfaatan beberapa ilmu dasar yang mempelajari manusia, seperti anatomi, fisiologi, kedokteran, otopedi, psikologi, dan sosiologi, adalah inti dari ergonomi. Ergonomi selanjutnya berkembang dan berubah dengan pesat. Selain itu, ergonomi dalam perancangan sering dibantu oleh rekayasa. Berikut adalah beberapa contoh subdisiplin ergonomi (Iridiastadi and Yassierli, 2014):

1. Antropometri, yaitu bidang yang mempelajari ukuran tubuh manusia, seperti usia, tinggi berdiri, berat, dan panjang lengan. Data antropometri banyak digunakan dalam desain barang, peralatan, dan tempat kerja.
2. Biomekanika kerja adalah bidang yang membahas proses mekanik (gaya, momen, kecepatan, dan tekanan) yang terjadi pada tubuh manusia dan terkait dengan aktivitas fisik yang dilakukan oleh karyawan. Salah satu contoh penerapan adalah menentukan beban maksimum yang dapat diangkat seseorang untuk mengurangi risiko cedera pada tulang belakang.
3. Fisiologi kerja, yang menganalisis reaksi tubuh (seperti sistem kardiovaskular) terhadap pekerjaan. Membandingkan beban kerja (energi yang digunakan) dengan kemampuan metabolik pekerja (kapasitas aerobik maksimal) dan jadwal kerja (istirahat ideal yang mengurangi stres dan kelelahan) adalah dua contoh aplikasinya.
4. *Human Information Processing* dan ergonomi kognitif, fokus pada bagaimana manusia memproses informasi dari lingkungannya, dimulai dari tahap mengindra adanya stimulus dan mempersepsikannya, sampai dengan mengambil keputusan dan melakukan tindakan yang diperlukan. Sebagai contoh seorang operator

menginterpretasikan data yang diberikan oleh sebuah tampilan untuk menentukan moda terbaik.

5. *Human-computer interaction (HCL)*, mempelajari dan merancang interaksi antara pengguna dan sistem komputer dengan tujuan meningkatkan kinerja sistem operasi, mengurangi kesalahan, dan meningkatkan kepuasan pengguna.
6. *Display and Controls*, berkonsentrasi pada desain tampilan dan kontrol yang sesuai dengan fitur pengguna. Salah satu contohnya adalah menentukan jenis *display* (analog atau digital).
7. Lingkungan kerja, lingkungan kerja yang dirancang dan disesuaikan dengan prinsip-prinsip ergonomi untuk memastikan kenyamanan, keselamatan, dan kesejahteraan pekerja. Tujuannya adalah untuk menciptakan tempat kerja yang mendukung kinerja optimal, mengurangi risiko cedera, serta meningkatkan produktivitas dan kepuasan kerja pekerja. Lingkungan kerja ergonomi mencakup beberapa elemen penting yang berfokus pada penyesuaian antara manusia dan elemen-elemen di tempat kerja (seperti peralatan, tugas, dan lingkungan fisik) dengan mempertimbangkan faktor-faktor fisiologis, psikologis, dan kemampuan manusia.
8. Ergonomi Makro, merupakan cabang dari ergonomi yang berfokus pada desain dan pengaturan sistem kerja secara keseluruhan, termasuk lingkungan kerja, tata letak fasilitas, peralatan, dan proses kerja yang melibatkan kelompok pekerja atau organisasi. Dalam ergonomi makro, perhatian tidak hanya diberikan pada individu pekerja, tetapi juga pada keseluruhan sistem kerja yang dapat memengaruhi kesejahteraan, kinerja, dan keselamatan seluruh pekerja.

3.3.2 Prinsip Dasar Ergonomi

Ergonomi didasarkan pada beberapa prinsip dasar yang bertujuan untuk menyesuaikan pekerjaan dengan kemampuan manusia, yaitu:

1. **Penyesuaian Posisi Kerja:** menyesuaikan peralatan kerja, seperti kursi, meja, dan alat kerja lainnya, dengan postur

tubuh pekerja. Tujuannya adalah untuk mengurangi ketegangan otot, nyeri punggung, dan cedera terkait postur yang buruk.

2. **Pencahayaan yang Tepat:** pencahayaan yang buruk dapat menyebabkan ketegangan mata, kelelahan, dan menurunkan konsentrasi. Oleh karena itu, penting untuk merancang pencahayaan yang memadai sesuai dengan tugas yang dilakukan di tempat kerja.
3. **Pengaturan Suhu dan Ventilasi:** lingkungan yang terlalu panas atau dingin dapat mempengaruhi kenyamanan dan produktivitas. Ergonomi juga mencakup pengaturan suhu dan ventilasi yang tepat agar pekerja merasa nyaman.
4. **Desain Alat Kerja:** alat-alat yang digunakan pekerja harus dirancang untuk memudahkan penggunaan tanpa membebani tubuh atau menambah risiko cedera. Misalnya, desain alat yang ergonomis akan mengurangi ketegangan pada tangan dan pergelangan saat bekerja dalam waktu lama.

3.3.3 Jenis-Jenis Ergonomi

Ergonomi mencakup beberapa jenis, tergantung pada fokus dan tujuan penerapannya (Sugiono, Putro and Sari, 2018):

1. **Ergonomi Fisik (*physical ergonomics*):** berfokus pada interaksi antara tubuh manusia dan lingkungan kerja fisik. Hal ini mencakup aspek seperti postur tubuh, posisi duduk, beban angkat, serta penggunaan peralatan dan alat kerja. Tujuan dari ergonomi fisik adalah untuk mengurangi risiko cedera *musculoskeletal disorder*, seperti nyeri punggung atau *carpal tunnel syndrome*.
2. **Ergonomi Kognitif (*cognitive ergonomics*):** mempelajari interaksi antara manusia dan sistem yang memerlukan proses mental, seperti pengambilan keputusan, perhatian, dan persepsi. Aspek ini penting dalam pekerjaan yang melibatkan pengolahan informasi, seperti di ruang kontrol atau pekerjaan yang mengharuskan multitasking. Ergonomi kognitif berfokus pada desain antarmuka pengguna (*user interface*) yang intuitif dan mudah dipahami.

3. **Ergonomi Organisasi (*organizational ergonomics*):** berfokus pada pengaturan struktur kerja dan manajemen organisasi untuk meningkatkan kinerja dan kesejahteraan pekerja. Ini mencakup pengaturan jadwal kerja, beban kerja, komunikasi tim, dan aspek sosial di tempat kerja. Tujuan ergonomi organisasi adalah untuk menciptakan keseimbangan antara tuntutan pekerjaan dan kapasitas pekerja.
4. **Ergonomi Lingkungan (*environmental ergonomics*):** berfokus pada beberapa hal yang ada disekitar orang yang melakukan pekerjaan, biasanya berupa lingkungan fisik. Contohnya pencahayaan di tempat kerja, kebisingan, desain interior tempat kerja termasuk bentuk dan warna, temperature ditempat kerja dan sebagainya.

3.3.4 Penerapan Ergonomi di Berbagai Sektor

Ergonomi dapat diterapkan di berbagai sektor, masing-masing dengan fokus yang berbeda-beda:

1. **Industri Manufaktur:** di sektor ini, ergonomi berfokus pada desain alat-alat produksi, posisi kerja, dan pengaturan beban angkat agar pekerja tidak mengalami kelelahan atau cedera fisik. Misalnya, desain mesin yang mudah dioperasikan atau pengaturan meja kerja dengan tinggi yang sesuai untuk menghindari postur yang buruk.
2. **Perkantoran:** di lingkungan perkantoran, ergonomi berfokus pada desain meja, kursi, dan perangkat komputer. Penataan layar komputer pada posisi yang nyaman, serta pemilihan kursi yang dapat mendukung postur tubuh yang baik, adalah beberapa contoh penerapan ergonomi.
3. **Transportasi:** dalam industri transportasi, ergonomi berfokus pada desain kabin, kursi pengemudi, serta pengaturan kontrol kendaraan untuk mengurangi stres fisik dan mental pengemudi, serta meningkatkan keselamatan di jalan.
4. **Kesehatan dan Pelayanan Medis:** di sektor ini, ergonomi digunakan untuk merancang peralatan medis dan lingkungan kerja yang dapat mengurangi risiko cedera bagi

tenaga medis dan pasien. Misalnya, desain tempat tidur rumah sakit, atau alat bantu medis yang mudah digunakan.

3.3.5 Tantangan dalam Penerapan Ergonomi

Meskipun ergonomi memberikan banyak manfaat, penerapannya dapat menghadapi berbagai tantangan, seperti:

1. **Biaya Implementasi:** proses penerapan ergonomi sering kali memerlukan biaya yang cukup besar untuk mengganti peralatan atau merancang ulang tempat kerja, yang mungkin menjadi kendala bagi beberapa perusahaan, terutama yang memiliki anggaran terbatas.
2. **Kebutuhan untuk Penyesuaian Berkelanjutan:** seiring dengan perkembangan teknologi dan metode kerja, ergonomi harus selalu diperbarui dan disesuaikan agar tetap relevan dengan kebutuhan pekerja dan organisasi.
3. **Resistensi terhadap Perubahan:** beberapa pekerja atau manajer mungkin enggan mengubah cara kerja atau peralatan yang telah terbiasa digunakan, meskipun perubahan tersebut akan membawa manfaat kesehatan dan produktivitas.

3.4 Hubungan Antara Kesehatan Kerja dan Ergonomi

Hubungan antara Kesehatan Kerja dan Ergonomi sangat erat, karena keduanya berfokus pada upaya untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat, serta mencegah gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pekerjaan atau faktor-faktor di tempat kerja.

1. **Pencegahan cedera dan gangguan kesehatan,** ergonomi membantu merancang lingkungan kerja yang sesuai dengan kemampuan fisik dan psikologis pekerja. Dengan menggunakan prinsip ergonomi, pekerjaan dapat disesuaikan agar tidak menyebabkan kelelahan, stres, atau cedera akibat posisi tubuh yang salah, repetisi gerakan, atau beban yang berlebihan. Hal ini dapat mencegah gangguan kesehatan, seperti masalah tulang dan otot (seperti

gangguan muskuloskeletal), yang menjadi salah satu isu utama dalam kesehatan kerja.

2. **Peningkatan kesejahteraan pekerja**, kesehatan kerja mencakup perlindungan fisik dan mental pekerja agar mereka dapat bekerja dengan produktif dan tanpa gangguan kesehatan. Ergonomi berperan penting dalam menciptakan tempat kerja yang nyaman dan aman, yang tidak hanya meningkatkan kenyamanan fisik, tetapi juga membantu mengurangi stres dan ketegangan mental. Lingkungan kerja yang didesain secara ergonomis dapat berkontribusi pada kesejahteraan mental pekerja, mengurangi rasa sakit, kelelahan, dan meningkatkan fokus serta produktivitas.
3. **Pengurangan risiko penyakit akibat kerja**, salah satu tujuan utama dari ergonomi adalah untuk mengurangi risiko penyakit atau gangguan kesehatan yang timbul akibat faktor pekerjaan, seperti masalah punggung, cedera pergelangan tangan, atau gangguan penglihatan. Dengan menerapkan prinsip ergonomi dalam desain tempat kerja, alat, atau tugas, maka pekerja dapat terhindar dari berbagai penyakit atau cedera yang sering muncul akibat ketidaknyamanan dalam bekerja.

Secara keseluruhan, ergonomi menjadi salah satu aspek penting dalam kesehatan kerja, karena dapat mendukung terciptanya lingkungan kerja yang aman, nyaman, dan bebas dari risiko yang dapat mempengaruhi kesehatan pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiono, A.S., Jusuf, S. and Pusparini, A. (2003) *Bunga Rampai HIPERKES & KK: Higiene Perusahaan, Ergonomi, Kesehatan Kerja, Keselamatan Kerja*. Semarang: UNDIP.
- Hasibuan, A. et al. (2020) *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, [Https://Medium.Com/](https://Medium.Com/). Edited by J. Simarmata. Medan: Yayasan Kita Menulis. Available at: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>.
- Iridiastadi, H. and Yassierli (2014) *Ergonomi Suatu Pengantar*. Edited by Nia. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Kuswana, W.S. (2014) *Ergonomi dan K3 (Kesehatan Keselamatan Kerja)*. I. Edited by P. Latifah. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Lee, R.. and Nieman, D.. (2003) *Nutritional Assessment*. New York: McGraw Hill.
- Mangkunegara, A.A.A.P. (2015) *Sumber Daya Manusia Perusahaan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Rejeki, S. (2016) *Kesehatan dan Keselamatan Kerja, I*. Kementrian Kesehatan republik Indonesia. Available at: <http://r2kn.litbang.kemkes.go.id/handle/123456789/68066?show=full%0Ahttp://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2017/11/Etika-Profesi-dan-Hukes-SC.pdf>.
- Score (2013) *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja*. International Labour Organization (ILO). Available at: www.ifrro.org (Accessed: 14 February 2025).
- Sugiono, Putro, W.W. and Sari, S.I.K. (2018) *Ergonomi Untuk Pemula (Prinsip Dasar & Aplikasinya)*. Malang: UB Press.
- Suma'mur (2020) *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan Kerja*. Jakarta: Sagung Seto.

BAB 4

KEBAKARAN DAN PELEDAKAN

4.1 Pendahuluan



Gambar 4.1. Ilustrasi Kebakaran dan Peledakan di Pabrik Kimia

Kebakaran dan peledakan merupakan dua ancaman utama yang dapat terjadi di berbagai lingkungan kerja, baik itu di pabrik, kantor, tambang, maupun area industri lainnya. Kedua risiko ini, jika tidak dikelola dengan baik, dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar, baik dari segi nyawa manusia, properti, maupun dampak lingkungan (Ridwan, Frinaldi and Lanin, 2024). Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai kebakaran dan peledakan sangat diperlukan untuk memastikan bahwa setiap individu, organisasi, dan perusahaan dapat mengambil langkah-langkah pencegahan yang efektif (Richard Andreas Palilingan *et al.*, 2024).

Pentingnya Pemahaman Risiko Kebakaran dan Peledakan

Di berbagai sektor industri, keberadaan bahan-bahan yang mudah terbakar dan meledak, seperti gas, cairan kimia, dan debu organik, menempatkan pekerja dan fasilitas dalam risiko tinggi. Misalnya, di sektor energi, ledakan akibat

kebocoran gas atau kegagalan sistem tekanan dapat menyebabkan bencana besar (Arina Nuraliza Romas *et al.*, 2023). Begitu pula di industri manufaktur, gesekan atau percikan api dari mesin dapat memicu kebakaran yang merusak aset dan infrastruktur perusahaan (Artikel, 2023). Dalam konteks ini, pemahaman terhadap risiko kebakaran dan peledakan tidak hanya berfungsi untuk melindungi aset perusahaan tetapi juga menjaga keselamatan para pekerja dan masyarakat sekitar.

Banyak kecelakaan besar yang tercatat dalam sejarah, seperti ledakan kilang minyak, kebakaran pabrik tekstil, dan insiden peledakan tambang, telah menunjukkan betapa pentingnya kesiapan dalam menghadapi risiko ini. Contohnya adalah peristiwa ledakan tambang di Soma, Turki, yang menewaskan ratusan pekerja akibat kelalaian dalam menerapkan prosedur keselamatan. Kejadian semacam ini menunjukkan bahwa tanpa pengelolaan risiko yang baik, bencana bisa terjadi kapan saja.

Statistik Global Mengenai Kebakaran dan Peledakan

Menurut data yang dikeluarkan oleh Organisasi Buruh Internasional (*The International Labour Organization*, 2013), setiap tahun terjadi ribuan insiden kebakaran dan peledakan di tempat kerja yang menyebabkan ribuan korban jiwa dan miliaran dolar kerugian. Di Amerika Serikat, National Fire Protection Association (NFPA) mencatat bahwa kebakaran di tempat kerja menimbulkan kerugian lebih dari 2,5 miliar dolar per tahun. Di Indonesia, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) juga melaporkan bahwa kebakaran di tempat kerja termasuk dalam kategori risiko yang sering terjadi di kawasan industri dan perkotaan.

Statistik ini menggambarkan bahwa kebakaran dan peledakan bukan hanya masalah lokal, tetapi merupakan tantangan global yang membutuhkan perhatian serius. Insiden semacam ini tidak hanya memengaruhi perusahaan yang bersangkutan tetapi juga berdampak pada masyarakat sekitar, lingkungan, dan ekonomi secara umum.

Dampak Kebakaran dan Peledakan

Dampak kebakaran dan peledakan dapat dirasakan dalam berbagai aspek, mulai dari korban jiwa hingga kerugian finansial. Berikut adalah beberapa dampak utama yang perlu dipahami:

1. Dampak terhadap Keselamatan dan Kesehatan Manusia: Kebakaran dan peledakan dapat menyebabkan luka bakar, gangguan pernapasan akibat inhalasi asap, trauma, hingga kematian. Korban yang selamat sering kali mengalami trauma fisik maupun psikologis yang berkepanjangan.
2. Kerugian Materiil: Kerusakan infrastruktur, mesin, dan peralatan kerja sering kali menjadi konsekuensi langsung dari kebakaran dan peledakan. Selain itu, perusahaan juga harus menanggung biaya perbaikan, penggantian aset, dan gangguan operasional yang dapat berdampak pada pendapatan.
3. Dampak terhadap Lingkungan: Kebakaran dapat menyebabkan polusi udara akibat emisi gas berbahaya, sementara peledakan dapat mencemari tanah dan air dengan bahan kimia beracun. Dampak ini dapat berlangsung lama dan membutuhkan upaya pemulihan yang mahal.
4. Dampak terhadap Reputasi dan Kepatuhan Hukum: Perusahaan yang terlibat dalam insiden kebakaran atau peledakan sering kali menghadapi tekanan dari masyarakat, media, dan pemerintah. Selain itu, kelalaian dalam menerapkan langkah keselamatan dapat mengakibatkan sanksi hukum, denda, atau pencabutan izin operasional.

Penyebab Utama Kebakaran dan Peledakan

Untuk memahami bagaimana mencegah kebakaran dan peledakan, penting untuk mengetahui penyebab utamanya (Bora *et al.*, 2024). Penyebab ini dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori:

1. Sumber Penyalaan
 - a. Percikan api dari alat listrik.
 - b. Api terbuka, seperti penggunaan korek api atau lilin.
 - c. Panas berlebih akibat gesekan atau kegagalan mesin.

2. Bahan Mudah Terbakar
 - a. Gas, seperti metana atau propana.
 - b. Cairan mudah terbakar, seperti bensin atau etanol.
 - c. Padatan mudah terbakar, seperti kayu atau debu organik.
3. Lingkungan yang Mendukung
 - a. Konsentrasi oksigen yang tinggi.
 - b. Ruang tertutup yang dapat meningkatkan tekanan.
 - c. Kurangnya ventilasi yang memadai.
4. Kesalahan Manusia (*Human Error*)
 - a. Kelalaian dalam mengikuti prosedur keselamatan.
 - b. Kurangnya pelatihan atau kesadaran mengenai bahaya kebakaran.
 - c. Penggunaan alat yang tidak sesuai standar keselamatan.

Upaya Pencegahan Kebakaran dan Peledakan

Pencegahan merupakan langkah utama dalam mengelola risiko kebakaran dan peledakan. Beberapa langkah yang dapat diambil meliputi:

1. Mengidentifikasi Risiko: Setiap tempat kerja harus melakukan penilaian risiko untuk mengidentifikasi sumber bahaya potensial. Proses ini melibatkan analisis lingkungan kerja, bahan yang digunakan, dan aktivitas yang dilakukan.
2. Menggunakan Peralatan yang Sesuai: Peralatan kerja harus memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan. Misalnya, penggunaan alat listrik yang tahan ledakan (*explosion-proof*) di area berisiko tinggi.
3. Penyimpanan Bahan Berbahaya: Bahan mudah terbakar harus disimpan di tempat yang aman, jauh dari sumber panas, dan dilengkapi dengan sistem pengendalian seperti ventilasi atau sistem penyemprotan otomatis.
4. Pelatihan dan Edukasi: Pekerja harus diberikan pelatihan mengenai cara mencegah dan menangani kebakaran serta peledakan. Simulasi tanggap darurat juga perlu dilakukan secara berkala untuk memastikan kesiapan semua pihak.
5. Menginstalasi Sistem Proteksi: Sistem proteksi kebakaran, seperti alarm, detektor asap, dan sprinkler, harus dipasang

di area kerja. Selain itu, perusahaan juga perlu menyediakan alat pemadam kebakaran yang mudah diakses oleh pekerja.

4.2 Penyebab Kebakaran dan Peledakan

Kebakaran dan peledakan di tempat kerja merupakan hasil dari berbagai faktor yang berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung. Dalam memahami fenomena ini, kita perlu mengidentifikasi elemen-elemen yang dapat memicu terjadinya insiden. Penyebab kebakaran dan peledakan sering kali melibatkan kombinasi antara bahan yang mudah terbakar, sumber penyalan, serta kondisi lingkungan yang mendukung (Nurfaizah, Risal and Musfirah, 2022). Pengetahuan mendalam tentang penyebab ini akan memungkinkan organisasi untuk mengembangkan langkah-langkah pencegahan yang efektif.

4.2.1 Bahan Mudah Terbakar

Bahan mudah terbakar merupakan elemen kunci dalam terjadinya kebakaran dan peledakan. Bahan-bahan ini, yang dapat berupa gas, cairan, atau padatan, memiliki sifat fisik dan kimia tertentu yang membuatnya rentan terhadap kebakaran jika berada di lingkungan yang tepat. Berikut adalah penjelasan lebih rinci tentang berbagai jenis bahan mudah terbakar:

1. Gas Mudah Terbakar

Gas merupakan salah satu bahan yang paling berbahaya karena sifatnya yang tidak terlihat dan sering kali tidak berbau. Gas seperti metana, hidrogen, propana, dan butana sangat mudah terbakar, terutama jika konsentrasi gas berada dalam rentang tertentu yang dikenal sebagai *flammable range*. Kebocoran gas dapat terjadi akibat:

- a. Kegagalan pada sistem perpipaan: Pipa gas yang tua, retak, atau mengalami korosi dapat menyebabkan kebocoran.
- b. Kesalahan pada penyimpanan: Tangki penyimpanan yang tidak memenuhi standar keselamatan dapat meningkatkan risiko pelepasan gas.
- c. Proses pengelasan atau pemotongan: Dalam banyak kasus, gas digunakan untuk pengelasan atau

pemotongan logam, dan kelalaian kecil dapat memicu kebakaran besar.

2. Cairan Mudah Terbakar

Cairan seperti bensin, etanol, minyak tanah, dan pelarut organik memiliki titik nyala (*flash point*) rendah, yang berarti mereka dapat menghasilkan uap yang mudah terbakar pada suhu normal. Beberapa penyebab kebakaran terkait cairan mudah terbakar adalah:

- a. Penyimpanan yang tidak aman: Penyimpanan cairan mudah terbakar dalam wadah yang tidak sesuai standar dapat meningkatkan risiko.
- b. Tumpahan cairan: Cairan yang tumpah dapat menyebar ke area yang lebih luas, meningkatkan potensi penyalaaan.
- c. Penggunaan peralatan tidak tahan api: Cairan mudah terbakar sering digunakan di lingkungan industri, dan peralatan yang tidak dirancang untuk menangani bahan ini dapat memicu percikan api.

3. Padatan Mudah Terbakar

Padatan seperti kayu, kertas, plastik, dan debu organik juga dapat menyebabkan kebakaran jika berada dalam kondisi tertentu. Debu organik, seperti debu kayu, tepung, atau gula, memiliki potensi besar untuk meledak jika terkumpul dalam konsentrasi tinggi. Faktor-faktor yang memengaruhi risiko ini meliputi:

- a. Akumulasi debu: Debu yang tidak dibersihkan secara rutin dapat menciptakan lingkungan yang berbahaya.
- b. Pemrosesan bahan: Mesin penggiling atau pemotong sering kali menghasilkan partikel debu yang dapat menyebar ke udara.
- c. Panas dari gesekan: Panas yang dihasilkan oleh mesin dapat memicu kebakaran pada bahan padat.

4.2.2 Sumber Penyalaaan

Sumber penyalaaan adalah elemen penting lainnya yang memicu kebakaran dan peledakan. Tanpa adanya sumber panas atau api, bahan mudah terbakar tidak akan menyala. Berikut adalah beberapa sumber penyalaaan yang umum:

1. Percikan Listrik

Masalah listrik merupakan salah satu penyebab kebakaran yang paling sering terjadi, terutama di tempat kerja yang melibatkan peralatan listrik besar. Beberapa sumber percikan listrik meliputi:

- a. Hubungan pendek (*short circuit*): Kabel listrik yang aus atau rusak dapat menghasilkan percikan api.
- b. Overload listrik: Beban listrik yang berlebihan pada sistem dapat menyebabkan pemanasan kabel dan memicu kebakaran.
- c. Peralatan listrik yang usang: Mesin atau perangkat listrik yang tidak dirawat dengan baik dapat menjadi sumber penyalan.

2. Api Terbuka

Penggunaan api terbuka di lingkungan kerja harus dilakukan dengan sangat hati-hati. Contoh-contoh penggunaan api terbuka yang berisiko meliputi:

- a. Obor las: Las listrik atau las gas sering digunakan dalam industri manufaktur, tetapi percikan api dari proses ini dapat dengan mudah menyalakan bahan yang mudah terbakar.
- b. Kompor atau pemanas: Peralatan pemanas yang digunakan untuk memasak atau mengeringkan bahan dapat menjadi sumber api jika tidak diawasi dengan baik.

3. Gesekan Mekanis

Gesekan antara dua permukaan dapat menghasilkan panas yang cukup untuk memicu kebakaran. Faktor-faktor yang memengaruhi gesekan mekanis meliputi:

- a. Kurangnya pelumasan: Mesin yang tidak dilumasi dengan baik cenderung menghasilkan panas berlebih.
- b. Gesekan komponen logam: Komponen mesin yang bergerak tanpa pelumasan dapat memicu percikan api.

4. Reaksi Kimia Eksotermis

Beberapa reaksi kimia dapat menghasilkan panas dalam jumlah besar. Reaksi eksotermis ini sering terjadi ketika:

- a. Bahan oksidator dan bahan organik bercampur: Kombinasi bahan ini dapat menyebabkan kebakaran spontan.

- b. Pencampuran bahan kimia tanpa pengawasan: Banyak bahan kimia industri memerlukan penanganan khusus untuk mencegah reaksi tak terkendali.

4.2.3 Kondisi Lingkungan yang Mendukung

Lingkungan kerja juga dapat memengaruhi risiko kebakaran dan peledakan. Beberapa kondisi lingkungan yang perlu diperhatikan adalah:

1. Konsentrasi Oksigen yang Tinggi

Oksigen adalah elemen penting dalam proses pembakaran. Lingkungan dengan konsentrasi oksigen yang lebih tinggi dari normal (21%) cenderung lebih berisiko mengalami kebakaran.

- a. Proses pengelasan: Penggunaan gas oksigen dalam pengelasan meningkatkan konsentrasi oksigen di sekitar area kerja.
- b. Ruang tertutup dengan sistem ventilasi buruk: Lingkungan seperti ini dapat memerangkap oksigen dan bahan mudah terbakar.

2. Suhu Lingkungan Tinggi

Lingkungan dengan suhu tinggi meningkatkan risiko bahan mudah terbakar mencapai titik nyala mereka. Hal ini sering terjadi di:

- a. Pabrik logam: Proses peleburan logam menghasilkan panas ekstrem yang dapat memicu kebakaran.
- b. Area terbuka dengan paparan matahari: Wadah bahan mudah terbakar yang terpapar sinar matahari langsung dapat mencapai suhu kritis.

3. Kelembapan Rendah

Udara yang kering dan kelembapan rendah dapat meningkatkan risiko kebakaran karena bahan seperti kayu atau kertas menjadi lebih mudah terbakar dalam kondisi ini.

4.2.4 Kesalahan Manusia (*Human Error*)

Kesalahan manusia adalah faktor signifikan dalam banyak insiden kebakaran dan peledakan. Beberapa bentuk kesalahan manusia yang sering terjadi meliputi:

1. Kelalaian dalam Prosedur Keselamatan

Pekerja sering kali mengabaikan prosedur keselamatan, seperti:

- a. Tidak menggunakan peralatan pelindung diri (APD): Pekerja yang tidak memakai APD meningkatkan risiko cedera.
- b. Merokok di area terlarang: Asap rokok dapat menjadi sumber api.

2. Kurangnya Pelatihan

Kurangnya pemahaman tentang bahaya kebakaran dapat menyebabkan tindakan yang tidak aman, seperti:

- a. Penggunaan alat tanpa pelatihan: Pekerja yang tidak tahu cara menggunakan alat dengan benar dapat menciptakan risiko baru.
- b. Mengabaikan tanda bahaya: Banyak kecelakaan terjadi karena pekerja tidak menyadari tanda peringatan awal.

Dengan memahami berbagai penyebab kebakaran dan peledakan ini, organisasi dapat menciptakan strategi pencegahan yang lebih baik untuk melindungi keselamatan pekerja dan aset mereka.

4.3 Pencegahan Kebakaran dan Peledakan

Pencegahan kebakaran dan peledakan adalah elemen kunci dalam memastikan keselamatan di lingkungan kerja. Berbagai strategi dan sistem dapat diterapkan untuk meminimalkan risiko terjadinya insiden yang merugikan ini. Dalam bagian ini, kita akan membahas secara mendalam langkah-langkah pencegahan yang meliputi penerapan teknologi proteksi kebakaran, pengelolaan bahan berbahaya, pengembangan prosedur kerja yang aman, pelatihan pekerja, serta tindakan spesifik untuk mencegah peledakan.

4.3.1 Sistem Proteksi Kebakaran

Sistem proteksi kebakaran merupakan langkah teknis yang dirancang untuk mendeteksi dan mengendalikan kebakaran sejak dini, sebelum api menyebar dan menyebabkan

kerusakan yang lebih besar. Sistem ini terdiri dari berbagai perangkat dan teknologi, seperti detektor asap, sistem sprinkler, dan alarm kebakaran.

1. Detektor Asap

Detektor asap adalah salah satu alat paling efektif untuk mendeteksi kebakaran pada tahap awal. Alat ini bekerja dengan mengidentifikasi keberadaan partikel asap di udara. Ada beberapa jenis detektor asap yang digunakan di tempat kerja:

- a. Detektor Ionisasi: Sensitif terhadap partikel asap kecil, ideal untuk mendeteksi kebakaran yang cepat menyebar. Detektor ini cocok untuk area industri yang menghasilkan partikel kecil selama operasi, seperti pabrik kimia atau fasilitas manufaktur elektronik.
- b. Detektor Optik: Menggunakan sensor cahaya untuk mendeteksi partikel asap lebih besar, cocok untuk kebakaran yang membara perlahan. Contohnya, detektor ini sering digunakan di ruang penyimpanan dokumen atau perpustakaan karena mampu mendeteksi kebakaran kecil pada bahan organik.
- c. Detektor Kombinasi: Menggabungkan teknologi ionisasi dan optik untuk meningkatkan sensitivitas. Detektor ini sangat efektif di area yang berisiko tinggi, seperti laboratorium penelitian atau area penyimpanan bahan kimia, di mana berbagai jenis kebakaran mungkin terjadi.

2. Sistem Sprinkler

Sistem sprinkler berfungsi untuk memadamkan api secara otomatis dengan menyemburkan air pada area yang terbakar. Sistem ini dirancang untuk bekerja secara lokal, sehingga hanya area yang terdeteksi api yang disemprotkan air. Keunggulan sistem sprinkler meliputi:

- a. Respon Cepat: Mengurangi waktu penyebaran api, sehingga kerusakan dapat diminimalkan sebelum tim pemadam kebakaran tiba di lokasi.
- b. Efisiensi: Menggunakan jumlah air yang minimal namun efektif, menjaga agar tidak terjadi kerusakan akibat air berlebih, terutama pada area sensitif seperti ruang penyimpanan elektronik.

- c. Keandalan Tinggi: Sprinkler modern dirancang untuk tahan lama dan hanya aktif saat diperlukan, serta dilengkapi dengan teknologi yang mampu mendeteksi sumber panas secara spesifik untuk menghindari aktivasi yang tidak perlu.
 - d. Penyesuaian Area: Sistem sprinkler dapat disesuaikan untuk berbagai lingkungan, seperti menggunakan busa pemadam api untuk area dengan cairan mudah terbakar atau bahan kimia berbahaya.
 - e. Pemantauan Jarak Jauh: Sprinkler modern kini terintegrasi dengan sistem pemantauan berbasis IoT (*Internet of Things*), memungkinkan deteksi dini dan pengendalian jarak jauh untuk meningkatkan respons keselamatan.
3. Alarm Kebakaran
- Alarm kebakaran dirancang untuk memperingatkan penghuni gedung tentang adanya kebakaran. Sistem ini terdiri dari detektor, pengendali, dan alat peringatan seperti sirene atau lampu berkedip. Alarm kebakaran harus memenuhi kriteria berikut:
- a. Terdengar Jelas: Suara alarm harus cukup keras untuk didengar di seluruh area kerja, termasuk area yang memiliki tingkat kebisingan tinggi seperti pabrik atau bengkel. Suara alarm harus memiliki frekuensi yang dapat menarik perhatian bahkan di lingkungan dengan suara latar yang bising.
 - b. Peringatan Visual: Lampu berkedip dengan intensitas tinggi untuk memastikan bahwa pekerja yang memiliki gangguan pendengaran tetap dapat menyadari adanya kebakaran. Lampu ini juga harus dipasang di titik strategis yang mudah terlihat oleh semua orang.
 - c. Terintegrasi: Sistem alarm harus terhubung dengan sistem proteksi lainnya, seperti sprinkler dan pintu darurat, untuk memastikan respons keselamatan yang terkoordinasi. Integrasi ini juga dapat mencakup pengaktifan sistem ventilasi darurat untuk mencegah penyebaran asap atau gas berbahaya.

4.3.2 Tata Cara Penyimpanan Bahan Berbahaya

Penyimpanan bahan berbahaya adalah salah satu aspek kritis dalam pencegahan kebakaran dan peledakan. Bahan-bahan ini meliputi cairan mudah terbakar, gas, dan bahan kimia reaktif. Berikut adalah langkah-langkah penting dalam tata cara penyimpanan bahan berbahaya:

1. Identifikasi dan Klasifikasi

Setiap bahan berbahaya harus diidentifikasi dan diklasifikasikan berdasarkan tingkat bahaya yang ditimbulkannya. Hal ini mencakup:

- a. Label yang Jelas: Setiap wadah harus memiliki label yang mencantumkan nama bahan, sifat bahaya, dan petunjuk penanganan. Label ini juga harus mengikuti standar internasional, seperti Sistem Global Terpadu untuk Klasifikasi dan Pelabelan Bahan Kimia (*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* atau *GHS*), yang mencakup simbol bahaya, peringatan keselamatan, dan langkah darurat.
- b. Pemisahan Berdasarkan Kategori: Bahan yang reaktif satu sama lain harus disimpan secara terpisah. Contohnya, bahan oksidator seperti peroksida tidak boleh disimpan di dekat bahan organik atau bahan yang mudah terbakar. Penyimpanan juga harus mempertimbangkan jarak aman antar bahan serta penggunaan sekat pelindung untuk mencegah kontaminasi silang.

2. Penyimpanan di Wadah Khusus

Wadah penyimpanan harus dirancang untuk bahan tertentu. Misalnya:

- a. Wadah Tahan Api: Untuk cairan mudah terbakar, dirancang dengan material khusus yang tahan terhadap suhu tinggi dan mencegah penyebaran api. Contohnya adalah wadah berbahan baja tahan karat dengan lapisan pelindung termal yang mampu menahan paparan langsung dari percikan api.
- b. Tabung Tertutup Rapat: Untuk gas bertekanan tinggi, tabung ini dilengkapi dengan katup pengaman otomatis yang dapat melepaskan tekanan berlebih secara terkendali guna mencegah ledakan.

- c. Kontainer Anti-Korosi: Untuk bahan kimia asam atau basa, wadah ini terbuat dari material seperti polietilena atau fiberglass yang tahan terhadap reaksi kimia, sehingga mampu menjaga stabilitas bahan selama penyimpanan jangka panjang.
3. Area Penyimpanan yang Aman
- Area penyimpanan bahan berbahaya harus memenuhi standar keselamatan tertentu, seperti:
- a. Ventilasi yang Baik: Mencegah akumulasi uap berbahaya dengan memastikan udara segar mengalir secara teratur ke seluruh area penyimpanan. Sistem ventilasi juga harus dirancang untuk mencegah penumpukan gas beracun atau bahan kimia berbahaya yang dapat memicu kebakaran atau ledakan.
 - b. Jarak dari Sumber Panas: Menghindari kontak dengan sumber penyalaan seperti peralatan pemanas, mesin berdaya tinggi, atau kabel listrik terbuka. Area penyimpanan bahan berbahaya juga harus memiliki sistem pendingin tambahan untuk menjaga suhu tetap terkendali.
 - c. Akses Mudah untuk Keadaan Darurat: Area harus dilengkapi dengan alat pemadam kebakaran, titik akses evakuasi yang bebas hambatan, dan peta rute evakuasi yang terpasang di lokasi strategis. Selain itu, petugas keselamatan harus secara rutin memeriksa ketersediaan dan kondisi peralatan darurat.

4.3.3 Penerapan Prosedur Kerja yang Aman

Prosedur kerja yang aman adalah bagian integral dari pencegahan kebakaran dan peledakan. Prosedur ini harus dirancang untuk mengurangi risiko selama aktivitas kerja sehari-hari. Berikut adalah elemen kunci dari prosedur kerja yang aman:

1. Analisis Risiko Pekerjaan

Setiap tugas atau aktivitas harus dianalisis untuk mengidentifikasi potensi risiko kebakaran dan peledakan. Analisis ini mencakup:

- a. Identifikasi Sumber Bahaya: Seperti bahan mudah terbakar atau alat yang menghasilkan panas. Proses identifikasi ini mencakup peninjauan seluruh lingkungan kerja secara terperinci untuk menemukan potensi bahaya tersembunyi, termasuk kebocoran gas, peralatan yang aus, dan pengaturan bahan kimia yang tidak aman.
 - b. Penilaian Dampak: Mengukur potensi kerugian jika risiko terjadi. Penilaian ini mencakup evaluasi dampak finansial, operasional, keselamatan manusia, dan lingkungan, yang dihitung berdasarkan skenario terburuk yang mungkin terjadi.
 - c. Langkah Pencegahan: Mengembangkan tindakan untuk mengurangi risiko. Tindakan ini melibatkan pengendalian administratif, seperti penyusunan SOP, pemasangan perangkat keamanan tambahan, atau modifikasi proses kerja untuk mengurangi kemungkinan terjadinya insiden.
2. Penggunaan Peralatan yang Sesuai
- Alat dan mesin yang digunakan harus memenuhi standar keselamatan. Contohnya adalah:
- a. Peralatan Explosion-Proof: Untuk area dengan konsentrasi bahan mudah terbakar, peralatan ini dirancang dengan teknologi yang mencegah percikan atau panas berlebih yang dapat memicu kebakaran. Contohnya adalah lampu explosion-proof dan motor listrik tahan ledakan yang dilengkapi dengan penutup khusus untuk mencegah kontak antara elemen internal dan atmosfer yang mudah terbakar. Selain itu, peralatan ini harus melalui pengujian ketat dan memiliki sertifikasi sesuai standar keselamatan internasional seperti ATEX atau IECEx.
 - b. Alat Pelindung Diri (APD): Seperti sarung tangan tahan panas atau kacamata pelindung, APD juga mencakup pelindung wajah penuh, masker pernapasan dengan filter khusus untuk gas berbahaya, dan sepatu bot antistatis untuk mencegah listrik statis. Pekerja harus dilatih untuk menggunakan APD ini dengan benar agar perlindungan

maksimal dapat tercapai dalam lingkungan kerja yang berisiko tinggi.

3. Protokol Keamanan Saat Bekerja

Setiap pekerja harus mematuhi protokol keselamatan, seperti:

- a. Tidak Merokok di Area Terlarang: Menghindari sumber api. Kebiasaan merokok di tempat kerja sering menjadi penyebab utama kebakaran, terutama di area yang penuh dengan bahan mudah terbakar seperti gudang penyimpanan atau lokasi pengelasan. Peraturan ketat dan tanda peringatan harus dipasang di seluruh area kerja untuk memastikan bahwa larangan merokok dipatuhi.
- b. Memastikan Peralatan Dimatikan Setelah Digunakan: Untuk mengurangi risiko penyalan tidak disengaja. Selain itu, inspeksi rutin pada alat kerja, seperti mesin listrik dan alat pemanas, harus dilakukan untuk memastikan bahwa tidak ada potensi sumber penyalan yang tersisa setelah alat dimatikan. Penggunaan perangkat pemutus daya otomatis juga dapat menjadi solusi tambahan untuk meningkatkan keselamatan.

4.3.4 Pelatihan dan Edukasi Pekerja

Pelatihan pekerja adalah salah satu cara paling efektif untuk mencegah kebakaran dan peledakan. Pekerja yang terlatih memiliki pemahaman lebih baik tentang bahaya dan tahu bagaimana merespons situasi darurat. Berikut adalah langkah-langkah dalam pelatihan dan edukasi:

1. Pelatihan Keselamatan Kebakaran

Pelatihan ini mencakup:

- a. Penggunaan Alat Pemadam Api: Cara menggunakan alat pemadam api ringan (APAR) dengan benar, termasuk memahami jenis-jenis APAR seperti yang berbasis air, busa, atau karbon dioksida, yang masing-masing dirancang untuk menangani kebakaran jenis tertentu. Pekerja juga harus dilatih untuk mengidentifikasi titik api dan mengarahkan semprotan ke dasar api agar efektif.
- b. Prosedur Evakuasi: Jalur evakuasi dan titik kumpul yang aman harus diperkenalkan melalui pelatihan rutin. Peta

evakuasi yang mencantumkan jalur keluar darurat dan lokasi alat keselamatan perlu dipasang di area strategis. Prosedur evakuasi juga harus mencakup panduan untuk membantu rekan kerja yang membutuhkan bantuan khusus.

- c. Pengendalian Sumber Bahaya: Cara mengidentifikasi dan mengelola risiko kebakaran, seperti memeriksa secara berkala sumber listrik, menjaga bahan mudah terbakar pada jarak aman dari sumber panas, dan memastikan tidak ada kebocoran bahan kimia yang dapat memicu insiden.

2. Simulasi Keadaan Darurat

Simulasi memberikan pengalaman praktis kepada pekerja tentang bagaimana menghadapi situasi kebakaran atau peledakan. Hal ini meliputi:

- a. Latihan Evakuasi Rutin: Untuk memastikan semua pekerja tahu jalur keluar, latihan ini harus mencakup berbagai skenario kebakaran atau ledakan. Simulasi dapat melibatkan pemadaman api kecil dengan alat pemadam api ringan atau navigasi melalui jalur evakuasi alternatif jika jalur utama terhalang.
- b. Respon Tanggap Darurat: Bagaimana cara melaporkan insiden dan bekerja sama dengan tim pemadam kebakaran. Pekerja harus dilatih untuk menggunakan sistem komunikasi darurat seperti interkom, radio, atau alarm manual. Selain itu, pelatihan juga mencakup peran dan tanggung jawab individu selama situasi darurat, seperti siapa yang harus menghubungi tim pemadam kebakaran atau memberikan panduan kepada pekerja lainnya.

3. Edukasi tentang Bahan Berbahaya

Pekerja harus memahami sifat bahan yang mereka tangani. Ini mencakup:

- a. Pengenalan SDS (*Safety Data Sheet*): Informasi tentang bahan kimia yang digunakan, termasuk sifat fisik dan kimia bahan, bahaya potensial, langkah penanganan yang aman, serta tindakan darurat yang harus dilakukan jika terjadi kecelakaan. SDS juga memberikan informasi

mengenai langkah-langkah pertama untuk menangani paparan bahan berbahaya, seperti prosedur cuci mata atau pertolongan pertama pada luka kimia.

- b. Tindakan Penanganan yang Benar: Untuk mengurangi risiko kontak langsung atau tumpahan, pekerja harus menggunakan alat pelindung diri (APD) yang sesuai seperti sarung tangan tahan kimia, masker, atau apron khusus. Selain itu, alat penampung tumpahan (*spill kit*) harus disediakan di setiap area penyimpanan untuk menangani kebocoran bahan dengan cepat dan aman.

4.3.5 Pencegahan Peledakan

Pencegahan peledakan memerlukan langkah-langkah khusus untuk mengendalikan faktor-faktor yang dapat memicu ledakan. Fokus utama adalah pada pengelolaan atmosfer yang mudah meledak dan pengendalian sumber penyalaan.

1. Ventilasi yang Memadai

Ventilasi yang baik mencegah akumulasi gas atau uap yang mudah meledak. Langkah-langkah ventilasi meliputi:

- a. Sistem Ventilasi Mekanis: Untuk area tertutup. Ventilasi ini juga harus dirancang agar dapat menangani konsentrasi gas beracun atau bahan kimia spesifik yang dihasilkan oleh proses kerja tertentu, seperti gas karbon monoksida atau uap pelarut organik. Sistem ini perlu disesuaikan dengan kebutuhan ruang dan intensitas produksi.
- b. Pemasangan Exhaust Fan: Untuk membuang gas berbahaya ke luar gedung. Exhaust fan yang digunakan harus dilengkapi dengan filter khusus untuk menyaring partikel atau uap berbahaya sebelum dilepaskan ke lingkungan luar, sehingga dapat mencegah pencemaran udara di sekitar fasilitas.

2. Grounding Listrik

Grounding listrik bertujuan untuk mencegah percikan api yang disebabkan oleh listrik statis. Contohnya adalah:

- a. Grounding pada Tangki Penyimpanan: Untuk menghilangkan muatan listrik statis, tangki harus dilengkapi dengan sistem grounding yang terhubung ke

tanah menggunakan material konduktif berkualitas tinggi. Proses grounding harus diuji secara rutin untuk memastikan bahwa sistem tetap berfungsi dengan optimal, terutama di area yang sering digunakan untuk penyimpanan cairan mudah terbakar.

- b. Pemasangan Kabel Ground: Pada mesin atau peralatan yang menghasilkan listrik statis, pemasangan kabel ground harus dilakukan dengan mengikuti standar keselamatan listrik internasional. Selain itu, inspeksi rutin perlu dilakukan untuk memastikan kabel tidak rusak akibat keausan atau paparan lingkungan kerja yang keras. Penambahan indikator visual juga dapat membantu memantau konektivitas grounding secara real-time.

3. Pengendalian Debu

Debu organik adalah penyebab umum ledakan di beberapa industri. Langkah pencegahan meliputi:

- a. Pembersihan Rutin: Untuk mencegah akumulasi debu. Selain itu, jadwal pembersihan harus disesuaikan dengan tingkat aktivitas produksi dan jenis material yang digunakan. Misalnya, pembersihan harian diperlukan di pabrik yang memproses bahan organik seperti tepung atau gula untuk menghindari pembentukan campuran debu yang mudah meledak.
- b. Penggunaan Sistem Vakum: Untuk mengurangi penyebaran debu. Sistem vakum yang digunakan harus dirancang khusus untuk menangani partikel kecil dengan risiko tinggi, seperti debu eksplosif. Sebagai tambahan, sistem ini harus dilengkapi dengan filter HEPA untuk mencegah partikel berbahaya kembali menyebar ke udara.

Dengan menerapkan langkah-langkah pencegahan yang terintegrasi, risiko kebakaran dan peledakan dapat diminimalkan secara signifikan. Strategi ini tidak hanya melindungi keselamatan pekerja tetapi juga memastikan keberlanjutan operasional dan perlindungan aset perusahaan.

4.4 Penanganan Kebakaran dan Peledakan

Penanganan kebakaran dan peledakan di lingkungan kerja merupakan tanggung jawab bersama yang memerlukan perencanaan, pelatihan, dan implementasi prosedur yang matang. Situasi darurat seperti kebakaran atau peledakan membutuhkan respons cepat dan terorganisir untuk meminimalkan kerugian serta melindungi keselamatan pekerja (Trihardiyanto and Lestari, 2023). Dalam bab ini, akan dijelaskan secara rinci langkah-langkah penanganan kebakaran dan peledakan, penggunaan alat pemadam api ringan (APAR), prosedur evakuasi pekerja, dan peran tim tanggap darurat dalam menangani insiden.

4.4.1 Langkah Darurat Saat Terjadi Kebakaran atau Peledakan

Langkah darurat yang diambil selama kebakaran atau peledakan sangat penting untuk memastikan keselamatan pekerja dan meminimalkan kerusakan. Proses ini melibatkan tiga tahap utama: identifikasi bahaya, mitigasi awal, dan eskalasi tanggap darurat.

1. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya adalah langkah pertama saat mendeteksi kebakaran atau peledakan. Beberapa tindakan penting meliputi:

- a. Mengamati sumber bahaya: Mengidentifikasi sumber api atau ledakan seperti kebocoran bahan kimia, korsleting listrik, atau percikan api. Proses ini memerlukan pengamatan visual, penggunaan detektor gas atau asap, serta pengawasan terhadap peralatan yang berpotensi menjadi pemicu insiden.
- b. Menilai tingkat keparahan: Memahami apakah insiden dapat ditangani secara lokal atau membutuhkan bantuan profesional. Penilaian ini mencakup evaluasi kondisi lingkungan, potensi eskalasi, dan kemampuan pekerja untuk menangani situasi dengan peralatan yang tersedia.
- c. Memastikan jalur evakuasi aman: Sebelum mengambil tindakan, pastikan jalur evakuasi terbuka dan bebas dari

hambatan. Pemantauan rutin terhadap jalur ini harus dilakukan untuk memastikan bahwa tidak ada penghalang seperti tumpukan material, peralatan, atau limbah yang dapat menghambat pergerakan pekerja.

2. Mitigasi Awal

Mitigasi awal bertujuan untuk mengendalikan situasi sebelum eskalasi terjadi. Langkah-langkah ini meliputi:

- a. Mengaktifkan alarm kebakaran: Memberikan peringatan kepada seluruh pekerja untuk meningkatkan kewaspadaan. Sistem alarm kebakaran harus terintegrasi dengan sistem komunikasi internal untuk memastikan bahwa peringatan dapat mencapai seluruh bagian fasilitas tanpa penundaan. Selain itu, alarm harus memiliki sinyal suara dan visual untuk memastikan aksesibilitas bagi semua pekerja, termasuk mereka yang memiliki gangguan pendengaran atau penglihatan.
- b. Memutus sumber daya energi: Menonaktifkan aliran listrik atau gas untuk mencegah penyebaran lebih lanjut. Langkah ini memerlukan pemahaman yang baik tentang lokasi saklar utama dan katup pengaman di fasilitas. Pelatihan bagi pekerja tentang cara memutus sumber daya dengan aman sangat penting untuk mencegah potensi bahaya tambahan.
- c. Menggunakan alat pemadam api ringan (APAR): Menangani api kecil dengan alat pemadam yang sesuai. Penggunaan APAR harus dilakukan oleh pekerja yang telah mendapatkan pelatihan khusus untuk memastikan bahwa media pemadam yang digunakan sesuai dengan jenis kebakaran yang terjadi. Evaluasi lokasi penempatan APAR juga perlu dilakukan secara berkala untuk memastikan akses mudah saat keadaan darurat.

3. Eskalasi Tanggap Darurat

Jika kebakaran atau peledakan tidak dapat dikendalikan secara lokal, langkah berikut harus dilakukan:

- a. Menghubungi tim pemadam kebakaran: Memberikan informasi detail tentang jenis kebakaran dan lokasi kejadian, termasuk jenis bahan yang terbakar, kondisi lingkungan, dan potensi eskalasi. Informasi ini membantu

tim pemadam kebakaran dalam menentukan strategi pemadaman yang tepat.

- b. Mengkoordinasikan evakuasi: Bekerja sama dengan tim tanggap darurat untuk memastikan semua pekerja meninggalkan area dengan aman. Hal ini mencakup memastikan bahwa jalur evakuasi tetap bebas hambatan, memberikan panduan kepada pekerja yang memerlukan bantuan khusus, dan melakukan penghitungan jumlah orang di titik kumpul.
- c. Mengisolasi area berbahaya: Menjaga jarak aman dari lokasi insiden dan mencegah akses yang tidak perlu. Penempatan penghalang sementara atau pita peringatan dapat digunakan untuk membatasi akses, sementara petugas keamanan memantau perimeter untuk memastikan tidak ada yang melanggar batas aman.

4.4.2 Penggunaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

APAR merupakan peralatan penting yang dirancang untuk menangani kebakaran kecil sebelum api menyebar lebih luas. Namun, penggunaannya memerlukan pemahaman yang benar tentang jenis APAR dan teknik operasionalnya.

1. Jenis-Jenis APAR dan Penggunaannya

APAR tersedia dalam berbagai jenis yang dirancang untuk menangani kebakaran kelas A, B, C, dan D. Penjelasan singkatnya adalah sebagai berikut:

- a. APAR Berbasis Air: Digunakan untuk kebakaran kelas A yang melibatkan bahan padat seperti kayu, kertas, atau kain.
- b. APAR Berbasis Busa: Ideal untuk kebakaran kelas B yang melibatkan cairan mudah terbakar seperti bensin atau minyak.
- c. APAR Berbasis Karbon Dioksida (CO₂): Cocok untuk kebakaran kelas B dan C, terutama pada peralatan listrik.
- d. APAR Berbasis Serbuk Kimia: Dapat digunakan untuk kebakaran kelas A, B, dan C, menawarkan fleksibilitas dalam situasi darurat.

2. Teknik Penggunaan APAR

Menggunakan APAR dengan benar memerlukan pemahaman tentang prosedur yang dikenal dengan akronim "PASS":

- a. *Pull* (Tarik): Tarik pin pengaman pada alat, pastikan pin dilepas dengan sepenuhnya untuk mengaktifkan alat pemadam.
- b. *Aim* (Arahkan): Arahkan nozzle ke dasar api, karena dasar api adalah sumber pembakaran yang harus dipadamkan terlebih dahulu untuk memutus rantai pembakaran.
- c. *Squeeze* (Tekan): Tekan tuas dengan tekanan stabil untuk mengeluarkan media pemadam secara konsisten, memastikan jangkauan media mencakup area yang terbakar.
- d. *Sweep* (Sapu): Gerakkan nozzle secara menyapu ke kiri dan kanan dengan perlahan untuk menutupi seluruh permukaan area yang terbakar, memastikan api tidak kembali menyala dari sisa material yang belum padam.

3. Perawatan dan Inspeksi APAR

APAR harus dirawat secara rutin untuk memastikan kinerjanya saat diperlukan. Langkah-langkah perawatan meliputi:

- a. Pemeriksaan tekanan pada indikator untuk memastikan bahwa alat memiliki tekanan yang cukup agar dapat berfungsi dengan optimal saat digunakan. Pemeriksaan ini harus dilakukan secara rutin dan dicatat dalam laporan inspeksi.
- b. Memastikan tidak ada kerusakan fisik pada tabung atau nozzle, termasuk memeriksa apakah ada tanda-tanda kebocoran, retakan, atau karat yang dapat memengaruhi kinerja alat pemadam.
- c. Mengisi ulang setelah penggunaan, terlepas dari jumlah media yang telah dikeluarkan, untuk menjamin alat pemadam selalu dalam kondisi siap pakai pada situasi darurat berikutnya. Selain itu, pengisian ulang harus dilakukan oleh teknisi bersertifikat untuk memastikan kualitas media pemadam tetap sesuai standar.

4.4.3 Evakuasi Pekerja Sesuai Prosedur

Evakuasi adalah langkah krusial dalam penanganan kebakaran atau peledakan. Proses ini dirancang untuk memastikan bahwa semua pekerja dapat meninggalkan lokasi dengan aman tanpa menyebabkan kepanikan.

1. Perencanaan Jalur Evakuasi

Setiap fasilitas harus memiliki jalur evakuasi yang dirancang dengan baik. Elemen penting dalam perencanaan meliputi:

- a. Tanda Jalur Evakuasi: Pemasangan tanda yang jelas dan mudah dilihat, termasuk penggunaan warna kontras dan simbol yang mudah dimengerti, agar dapat dikenali dengan cepat bahkan dalam kondisi pencahayaan rendah atau penuh asap.
- b. Titik Kumpul: Menentukan lokasi aman untuk berkumpul setelah evakuasi, yang harus berada pada jarak aman dari area berisiko dan dilengkapi dengan papan identifikasi untuk mempermudah penghitungan jumlah pekerja.
- c. Aksesibilitas: Jalur evakuasi harus dapat digunakan oleh semua pekerja, termasuk mereka yang memiliki disabilitas. Hal ini mencakup pemasangan ramp atau lift darurat, serta panduan visual dan suara untuk membantu navigasi.

2. Simulasi dan Latihan Evakuasi

Latihan rutin membantu pekerja memahami prosedur evakuasi dan merespons dengan cepat selama keadaan darurat. Latihan ini melibatkan:

- a. Simulasi kebakaran di area kerja yang mencerminkan skenario realistis untuk menguji kesiapan pekerja dan efisiensi prosedur keselamatan. Latihan ini harus mencakup berbagai jenis kebakaran, seperti kebakaran akibat korsleting listrik atau tumpahan bahan kimia, sehingga pekerja dapat memahami perbedaan dalam menangani setiap situasi.
- b. Penggunaan alat komunikasi untuk memberikan instruksi, termasuk radio dua arah, sistem interkom, atau aplikasi berbasis teknologi untuk menyampaikan informasi secara cepat dan jelas kepada seluruh pekerja, termasuk mereka yang berada di area terpencil.

- c. Penilaian waktu dan efisiensi evakuasi melalui analisis data waktu respon, penghitungan jumlah pekerja yang berhasil mencapai titik kumpul, serta identifikasi hambatan yang mungkin memperlambat evakuasi, sehingga perbaikan dapat dilakukan untuk latihan berikutnya.
3. Prosedur Evakuasi Saat Keadaan Darurat
- Selama keadaan darurat, langkah-langkah berikut harus diikuti:
- a. Tetap Tenang: Menghindari kepanikan untuk menjaga kelancaran evakuasi. Ketenangan sangat penting dalam situasi darurat agar pekerja dapat mengikuti arahan dengan jelas dan menghindari kepadatan yang tidak perlu di jalur evakuasi.
 - b. Ikuti Jalur Evakuasi: Menggunakan rute yang telah ditentukan dan menghindari jalan pintas. Jalur evakuasi harus dilengkapi dengan penerangan darurat, terutama di area dengan potensi gangguan visual akibat asap atau listrik padam, untuk memastikan keselamatan pekerja.
 - c. Lakukan Absensi: Memastikan semua pekerja hadir di titik kumpul. Proses absensi harus dilakukan oleh petugas yang telah ditunjuk, menggunakan daftar nama atau sistem digital seperti pemindai kartu identitas untuk memverifikasi kehadiran dengan cepat dan akurat.

4.4.4 Peran Tim Tanggap Darurat (*Emergency Response Team*)

Tim tanggap darurat adalah elemen penting dalam manajemen kebakaran dan peledakan. Tim ini terdiri dari individu terlatih yang bertanggung jawab untuk menangani berbagai aspek keadaan darurat.

1. Struktur dan Tugas Tim

Tim tanggap darurat biasanya terdiri dari:

- a. Koordinator Keadaan Darurat: Mengarahkan operasi dan memastikan semua langkah diikuti sesuai prosedur. Koordinator juga bertanggung jawab untuk memantau situasi secara keseluruhan, mengomunikasikan

perkembangan kepada manajemen, dan mengatur prioritas tindakan.

- b. Petugas Pemadam Internal: Mengoperasikan APAR dan sistem proteksi kebakaran lainnya, serta memantau kondisi peralatan keselamatan untuk memastikan bahwa semua alat dalam kondisi siap pakai. Petugas ini juga harus melakukan inspeksi rutin terhadap jalur evakuasi dan titik kumpul.
 - c. Tim Medis: Memberikan pertolongan pertama kepada korban, termasuk menangani luka bakar, sesak napas akibat asap, atau cedera fisik akibat runtuhnya. Tim medis juga harus dilatih dalam penggunaan alat bantu pernapasan dan defibrillator otomatis jika diperlukan.
 - d. Petugas Keamanan: Mengatur akses ke area berbahaya dan memastikan evakuasi berjalan lancar. Petugas ini bertugas menjaga perimeter, memasang pembatas untuk menghindari akses tidak sah, serta memberikan panduan kepada tim penyelamat eksternal saat tiba di lokasi.
2. Pelatihan dan Sertifikasi
- Anggota tim tanggap darurat harus menjalani pelatihan rutin yang mencakup:
- a. Teknik pemadaman kebakaran, termasuk pengenalan media pemadam yang tepat untuk jenis kebakaran tertentu, seperti penggunaan air, busa, atau serbuk kimia. Teknik ini juga mencakup cara menilai situasi untuk menentukan apakah kebakaran dapat ditangani secara lokal atau memerlukan bantuan profesional.
 - b. Penggunaan alat pelindung diri (APD), seperti helm tahan panas, sarung tangan antistatis, dan respirator, yang dirancang untuk melindungi pekerja dari paparan langsung terhadap panas, asap, dan bahan kimia berbahaya selama penanganan kebakaran.
 - c. Prosedur evakuasi dan penyelamatan yang mencakup langkah-langkah sistematis untuk memastikan keselamatan seluruh pekerja, termasuk mereka yang membutuhkan bantuan khusus. Prosedur ini melibatkan latihan evakuasi rutin untuk mengidentifikasi hambatan

dan memperbaiki kelemahan dalam rencana keselamatan.

- d. Pertolongan pertama pada korban kebakaran atau peledakan, seperti penanganan luka bakar dengan air bersih selama 10-20 menit, pemberian oksigen pada korban sesak napas, dan stabilisasi korban dengan cedera fisik sebelum bantuan medis profesional tiba.

3. Kolaborasi dengan Pihak Eksternal

Tim tanggap darurat juga harus bekerja sama dengan pihak eksternal seperti pemadam kebakaran, polisi, dan tenaga medis. Kolaborasi ini melibatkan:

- a. Memberikan informasi akurat tentang situasi di lapangan, termasuk lokasi pasti insiden, jenis bahan yang terlibat, dan potensi risiko eskalasi. Informasi ini sangat penting untuk membantu tim penyelamat menentukan strategi dan langkah-langkah yang tepat.
- b. Menyediakan akses ke fasilitas untuk tim penyelamat, seperti membuka jalur khusus bagi kendaraan darurat dan memastikan area penting, seperti ruang kontrol atau tangki bahan berbahaya, dapat diakses dengan cepat.
- c. Mengkoordinasikan upaya penyelamatan bersama dengan tim eksternal melalui komunikasi yang efektif, seperti menggunakan saluran radio darurat atau perangkat komunikasi lainnya, untuk memastikan sinkronisasi dalam setiap langkah penyelamatan dan pemadaman.

Dengan penerapan langkah-langkah ini, risiko kebakaran dan peledakan dapat diminimalkan, sementara respons darurat menjadi lebih efektif. Keberhasilan dalam penanganan kebakaran dan peledakan tidak hanya melibatkan peralatan yang tepat, tetapi juga koordinasi yang baik antara pekerja, tim tanggap darurat, dan pihak eksternal.

4.5 Peralatan dan Teknologi Penunjang

Keselamatan di tempat kerja, khususnya dalam mencegah dan mengelola risiko kebakaran serta peledakan, sangat

bergantung pada pemilihan dan penggunaan peralatan serta teknologi yang tepat. Peralatan dan teknologi penunjang ini tidak hanya dirancang untuk mendeteksi atau menangani insiden, tetapi juga untuk memberikan perlindungan maksimal kepada pekerja dan lingkungan kerja (Ramadhan and Wiyogo, 2020). Lebih dari itu, inovasi terus berkembang untuk menciptakan teknologi yang lebih efektif, hemat biaya, dan ramah lingkungan. Dalam bagian ini, kita akan membahas secara rinci jenis-jenis peralatan dan teknologi yang digunakan dalam pengendalian kebakaran dan peledakan, termasuk alat pemadam kebakaran, sistem deteksi, peralatan proteksi diri (APD), teknologi explosion-proof, serta tren teknologi terbaru yang mendukung pengelolaan risiko di berbagai sektor industri.

4.5.1 Jenis-Jenis Alat Pemadam Kebakaran

Alat pemadam kebakaran adalah perangkat penting yang dirancang untuk memadamkan api pada tahap awal sebelum api menyebar lebih jauh. Berbagai jenis alat pemadam kebakaran dirancang untuk menangani jenis kebakaran yang berbeda, tergantung pada sumber api dan bahan yang terbakar (Pangaribuan, 2022). Berikut adalah jenis-jenis alat pemadam kebakaran dan penggunaannya:

1. Pemadam Api Berbasis Air

Pemadam api berbasis air adalah jenis alat yang paling umum digunakan untuk memadamkan kebakaran kelas A, yaitu kebakaran yang melibatkan bahan padat seperti kayu, kertas, dan kain. Alat ini bekerja dengan mendinginkan suhu bahan yang terbakar sehingga proses pembakaran berhenti. Keunggulan alat ini yaitu efektif untuk kebakaran yang melibatkan bahan organik seperti kayu, kertas, dan kain. Alat ini dapat digunakan dalam berbagai lingkungan, termasuk gedung perkantoran, sekolah, dan fasilitas umum lainnya. Namun, penting untuk diingat bahwa alat ini memiliki batasan dalam penggunaannya. Untuk kebakaran yang melibatkan cairan mudah terbakar (kelas B) atau perangkat listrik yang aktif (kelas C), penggunaannya harus dihindari karena air dapat menyebarkan cairan yang terbakar atau menyebabkan sengatan listrik. Oleh karena itu, pelatihan bagi

pengguna tentang situasi yang tepat untuk menggunakan alat ini sangat diperlukan untuk mengoptimalkan efektivitasnya.

2. Pemadam Api Berbasis Busa (Foam)

Alat ini digunakan untuk memadamkan kebakaran kelas B, seperti yang melibatkan cairan mudah terbakar (bensin, minyak, atau alkohol). Busa bekerja dengan menciptakan lapisan penghalang antara bahan yang terbakar dan oksigen, sehingga memutus rantai pembakaran. Keunggulan alat ini adalah:

- a. Efektif untuk bahan cair yang mudah menyebar, seperti bensin, minyak, atau alkohol. Selain memutus akses oksigen, lapisan busa juga mengurangi risiko penyalaan kembali dengan menutupi bahan cair sepenuhnya. Penggunaannya sering direkomendasikan di lokasi yang menangani cairan mudah terbakar dalam jumlah besar, seperti depot bahan bakar atau fasilitas penyimpanan minyak.
- b. Memiliki efek pendinginan dan pengendalian uap bahan mudah terbakar, yang penting untuk mencegah penyebaran api lebih lanjut. Dengan mendinginkan bahan di sekitarnya, busa juga membantu mengurangi tekanan panas yang dapat memperburuk kondisi kebakaran.

3. Pemadam Api Berbasis Serbuk Kimia

Alat pemadam ini menggunakan serbuk kimia kering untuk memadamkan kebakaran kelas A, B, dan C. Serbuk kimia bekerja dengan menghambat reaksi kimia dalam proses pembakaran, sehingga sangat efektif untuk menghentikan api secara cepat. Selain fleksibilitasnya, alat ini memiliki daya cakup yang luas dan cocok untuk lingkungan kerja seperti pabrik, gudang, dan fasilitas komersial. Namun, residu serbuk yang dihasilkan perlu dikelola dengan hati-hati karena dapat merusak peralatan elektronik sensitif dan membutuhkan pembersihan menyeluruh setelah digunakan untuk menghindari kontaminasi lebih lanjut.

4. Pemadam Api Berbasis Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida digunakan untuk memadamkan kebakaran dengan menggantikan oksigen di sekitar api dan mendinginkan bahan yang terbakar. Alat ini sangat cocok

untuk kebakaran kelas B dan C, terutama di ruang tertutup atau pada peralatan listrik yang sensitif. Selain mendinginkan, karbon dioksida juga membantu meminimalkan risiko kerusakan pada perangkat elektronik karena tidak meninggalkan residu. Penggunaan alat ini umumnya diperluas ke aplikasi seperti ruang server, laboratorium, dan fasilitas pengolahan makanan, di mana kebersihan dan perlindungan terhadap kerusakan peralatan sangat penting. Namun, penggunaannya harus diawasi secara hati-hati dalam ruang sempit untuk menghindari risiko sesak napas akibat pengurangan oksigen.

5. Pemadam Api Berbasis Halon dan Substitusi Halon

Halon adalah gas kimia yang sangat efektif untuk memadamkan berbagai jenis kebakaran tanpa meninggalkan residu, menjadikannya pilihan yang ideal untuk melindungi peralatan elektronik sensitif seperti komputer, server, atau perangkat komunikasi. Namun, penggunaannya saat ini dibatasi secara global karena dampaknya terhadap lapisan ozon, yang telah mendorong larangan dan penghapusan bertahap di banyak negara. Sebagai respons, substitusi halon seperti FM-200 dan Novec 1230 telah dikembangkan dengan efisiensi tinggi dan ramah lingkungan. FM-200, misalnya, bekerja dengan menyerap panas dari api dan menghentikan reaksi kimia, sementara Novec 1230 menawarkan perlindungan cepat tanpa merusak ozon atau meninggalkan residu, serta memiliki toksisitas rendah yang lebih aman bagi pekerja di sekitar area kebakaran.

4.5.2 Sistem Deteksi Kebakaran dan Gas Berbahaya

Deteksi dini adalah langkah krusial dalam mencegah eskalasi kebakaran atau peledakan. Sistem deteksi kebakaran dan gas berbahaya dirancang untuk memberikan peringatan dini kepada pekerja sehingga tindakan cepat dapat diambil untuk mengendalikan situasi. Berikut adalah teknologi deteksi yang umum digunakan:

1. Sistem Deteksi Kebakaran

Sistem deteksi kebakaran mencakup perangkat yang mampu mendeteksi keberadaan api, panas, atau asap. Jenis-jenis sistem deteksi ini meliputi:

- a. Detektor Asap: Menggunakan sensor ionisasi atau optik untuk mendeteksi asap pada tahap awal kebakaran. Sensor ionisasi sangat efektif untuk mendeteksi partikel kecil dari api cepat yang menyala, sedangkan sensor optik lebih sensitif terhadap asap yang dihasilkan oleh kebakaran lambat. Detektor ini sering digunakan di gedung perkantoran, hotel, dan fasilitas kesehatan.
- b. Detektor Panas: Merespons perubahan suhu yang signifikan di area tertentu. Detektor ini cocok untuk lingkungan dengan kadar debu tinggi di mana detektor asap kurang efektif, seperti di pabrik pengolahan kayu atau fasilitas pengecoran logam. Alat ini dapat diatur untuk merespons suhu ambang tertentu sesuai kebutuhan lingkungan.
- c. Detektor Api: Menggunakan teknologi infra merah atau ultraviolet untuk mendeteksi nyala api. Alat ini ideal untuk digunakan di fasilitas yang menangani bahan mudah terbakar, seperti pabrik kimia, tangki penyimpanan bahan bakar, atau area penyimpanan bahan berbahaya. Keunggulan utamanya adalah kemampuan mendeteksi api dari jarak jauh tanpa memerlukan kontak fisik dengan sumber kebakaran.

2. Sistem Deteksi Gas Berbahaya

Sistem deteksi gas berfungsi untuk mengidentifikasi keberadaan gas yang mudah terbakar atau beracun sebelum mencapai konsentrasi berbahaya. Jenis-jenis detektor gas meliputi:

- a. Detektor Gas Portabel: Alat kecil yang dapat dibawa oleh pekerja untuk memonitor keberadaan gas berbahaya di area tertentu. Detektor ini sangat penting untuk digunakan di area yang sering mengalami perubahan kondisi atmosfer, seperti tambang bawah tanah, lokasi pengelasan, atau fasilitas yang memproses bahan kimia. Alat ini sering dilengkapi dengan layar digital yang

menampilkan konsentrasi gas secara real-time, serta fitur alarm suara dan visual untuk memberikan peringatan dini.

- b. Sistem Deteksi Tetap: Dipasang di lokasi strategis untuk memantau gas secara kontinu. Sistem ini terintegrasi dengan alarm yang memberikan peringatan jika kadar gas melebihi ambang batas aman. Selain itu, beberapa sistem canggih kini dilengkapi dengan teknologi jaringan, memungkinkan data deteksi dikirim ke pusat kendali untuk analisis lebih lanjut atau integrasi dengan sistem keamanan lainnya. Teknologi ini sangat ideal untuk fasilitas besar seperti pabrik petrokimia, kilang minyak, atau gudang penyimpanan bahan berbahaya.

4.5.3 Peralatan Proteksi Diri (APD) untuk Kebakaran

Peralatan proteksi diri (APD) dirancang untuk melindungi pekerja dari bahaya fisik selama insiden kebakaran atau peledakan (Gavrie, 2024). APD yang digunakan dalam situasi ini mencakup:

1. Pakaian Tahan Api

Pakaian tahan api dibuat dari bahan khusus yang dapat menahan suhu tinggi dan melindungi kulit dari luka bakar. Selain itu, pakaian ini sering dilapisi dengan teknologi penolak cairan kimia untuk memberikan perlindungan tambahan dari tumpahan bahan berbahaya. Pakaian ini sering digunakan oleh petugas pemadam kebakaran, pekerja di industri pengecoran logam, pengelasan, pengolahan kimia, dan pekerja di fasilitas petrokimia yang berisiko tinggi terhadap paparan suhu ekstrem atau bahan kimia korosif. Beberapa jenis pakaian tahan api juga dirancang dengan ventilasi khusus untuk meningkatkan kenyamanan pekerja dalam kondisi kerja yang panas dan lembap.

2. Respirator atau Masker Pernapasan

Respirator melindungi pekerja dari asap, gas berbahaya, dan partikel kecil yang dihasilkan selama kebakaran. Jenis respirator ini mencakup masker sekali pakai untuk situasi singkat hingga respirator dengan sistem udara tambahan (*powered air-purifying respirators, atau PAPRs*) untuk

lingkungan berisiko tinggi. Beberapa respirator dilengkapi dengan filter HEPA atau karbon aktif yang mampu menyaring partikel mikro dan bahan kimia beracun. Selain itu, respirator modern sering kali dirancang dengan fitur ergonomis, seperti tali pengikat yang dapat disesuaikan dan bantalan wajah, untuk memastikan kenyamanan pekerja selama penggunaan jangka panjang. Dalam situasi darurat, respirator juga harus kompatibel dengan APD lain, seperti helm dan pelindung wajah, untuk memberikan perlindungan menyeluruh.

3. Helm dan Sepatu Pelindung

Helm tahan panas dan sepatu bot antistatis melindungi kepala dan kaki dari dampak langsung kebakaran, seperti runtuhnya material panas atau kontak dengan bahan berbahaya. Helm modern sering dilengkapi dengan lapisan pelindung tambahan yang mampu menahan radiasi panas ekstrem dan memiliki fitur ventilasi untuk kenyamanan selama penggunaan dalam waktu lama. Sementara itu, sepatu bot antistatis dirancang dengan sol karet khusus yang tidak hanya mencegah akumulasi listrik statis tetapi juga memberikan perlindungan terhadap bahan kimia korosif dan suhu tinggi, menjadikannya ideal untuk digunakan di lingkungan berisiko tinggi seperti pabrik kimia atau lokasi penanganan bahan bakar.

4. Sarung Tangan Tahan Panas

Sarung tangan khusus digunakan untuk melindungi tangan dari suhu tinggi atau bahan kimia berbahaya yang mungkin terjadi selama penanganan kebakaran. Beberapa sarung tangan tahan panas dilengkapi dengan lapisan isolasi ganda untuk memberikan perlindungan tambahan terhadap panas ekstrem. Selain itu, ada juga jenis sarung tangan yang tahan terhadap bahan kimia korosif, seperti asam dan alkali, yang dirancang dengan lapisan anti-rembesan untuk menjaga keselamatan pekerja. Penggunaan sarung tangan ini sangat penting di lingkungan industri berat, laboratorium kimia, atau saat menangani cairan yang mudah terbakar.

4.5.4 Teknologi Pengendalian Risiko Ledakan (*Explosion-Proof Equipment*)

Peralatan explosion-proof dirancang untuk mencegah terjadinya ledakan dengan membatasi sumber penyalaan atau melindungi lingkungan sekitar dari dampak ledakan. Teknologi ini melibatkan berbagai inovasi, seperti:

1. Peralatan Listrik Explosion-Proof

Peralatan ini, termasuk motor, lampu, dan sakelar, dirancang dengan penutup khusus yang mencegah percikan api keluar dari perangkat. Penutup ini terbuat dari material tahan ledakan seperti baja atau aluminium, yang mampu menahan tekanan dari ledakan internal. Selain itu, peralatan ini dirancang dengan sistem pendingin pasif untuk menjaga suhu operasional tetap aman dan mengurangi risiko pemanasan berlebih yang dapat memicu ledakan. Semua perangkat harus melalui proses sertifikasi sesuai standar internasional seperti ATEX dan IECEx untuk memastikan bahwa mereka memenuhi persyaratan keselamatan yang ketat di lingkungan berisiko tinggi.

2. Sistem Pemisahan Zona Berbahaya

Teknologi ini melibatkan pembagian area kerja menjadi zona berdasarkan tingkat risiko ledakan. Zona ini biasanya diklasifikasikan berdasarkan konsentrasi bahan mudah terbakar atau gas berbahaya yang terdapat di area tersebut. Untuk setiap zona, peralatan explosion-proof dirancang secara spesifik agar mampu bertahan dalam kondisi ekstrem tanpa memicu ledakan. Selain itu, teknologi ini mencakup sistem pemantauan risiko zona yang terintegrasi dengan sensor real-time untuk mendeteksi perubahan konsentrasi gas atau suhu yang dapat meningkatkan potensi ledakan. Peralatan di zona risiko tinggi harus memenuhi standar explosion-proof seperti ATEX atau IECEx untuk memastikan keselamatan dan kelayakan operasional di lingkungan berbahaya.

3. Sistem Ventilasi dan Pengendalian Tekanan

Ventilasi yang baik mencegah akumulasi gas mudah terbakar dengan memastikan aliran udara yang stabil dan efisien di seluruh area kerja. Sistem ini biasanya dilengkapi dengan

sensor yang secara otomatis memantau kadar gas dan menyesuaikan aliran udara untuk menjaga tingkat keamanan. Selain itu, sistem pengendalian tekanan digunakan untuk mengurangi risiko ledakan di tangki atau pipa bertekanan tinggi dengan menggunakan katup pelepas tekanan yang dirancang untuk merespons lonjakan tekanan secara cepat. Teknologi terbaru juga memungkinkan integrasi antara sistem ventilasi dan pengendalian tekanan, sehingga memberikan perlindungan ganda dan meningkatkan efisiensi operasional.

4. Inovasi Berbasis IoT

Teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemantauan *real-time* terhadap kondisi lingkungan kerja, seperti kadar gas berbahaya, suhu, dan tekanan. Sistem ini tidak hanya memberikan peringatan dini, tetapi juga mampu berintegrasi dengan perangkat lain untuk menjalankan langkah mitigasi secara otomatis, seperti mengaktifkan sistem ventilasi darurat atau menutup katup bahan kimia berbahaya. Selain itu, data yang dikumpulkan oleh sensor IoT dapat dianalisis untuk mengidentifikasi pola risiko yang sering terjadi, sehingga perusahaan dapat mengambil langkah proaktif untuk meningkatkan keselamatan kerja. Teknologi ini sangat ideal untuk digunakan di fasilitas industri besar yang memerlukan pemantauan terus-menerus dan respons cepat.

Dengan penerapan peralatan dan teknologi penunjang ini, risiko kebakaran dan peledakan dapat dikelola dengan lebih efektif. Langkah ini tidak hanya melindungi keselamatan pekerja tetapi juga memastikan kelangsungan operasi dan kepatuhan terhadap peraturan keselamatan kerja.

4.6 Regulasi dan Standar Keselamatan

Keselamatan kerja dalam konteks kebakaran dan peledakan tidak hanya merupakan tanggung jawab moral, tetapi juga kewajiban hukum yang diatur melalui berbagai regulasi dan standar (Setiono and Fairussihan, 2023). Regulasi dan standar

keselamatan bertujuan untuk melindungi pekerja, masyarakat, serta aset perusahaan dari risiko kebakaran dan peledakan. Kepatuhan terhadap regulasi ini juga membantu perusahaan menghindari sanksi hukum dan meningkatkan reputasi sebagai organisasi yang bertanggung jawab. Dalam bab ini, kita akan membahas secara rinci peraturan nasional, standar internasional yang relevan, serta tanggung jawab hukum perusahaan.

4.6.1 Peraturan Nasional Terkait Kebakaran dan Peledakan

Setiap negara memiliki kerangka hukum yang dirancang untuk mencegah kebakaran dan peledakan di tempat kerja. Di Indonesia, berbagai peraturan terkait keselamatan kebakaran dan peledakan telah diterbitkan oleh pemerintah dan lembaga terkait.

1. Undang-Undang Ketenagakerjaan

Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan mengatur tentang keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Pasal-pasal dalam undang-undang ini menekankan kewajiban pengusaha untuk menyediakan tempat kerja yang aman bagi pekerja. Beberapa poin penting meliputi:

- a. Kewajiban Pengusaha: Memastikan tempat kerja bebas dari risiko kebakaran dan peledakan melalui perencanaan dan implementasi sistem keselamatan yang memadai.
- b. Hak Pekerja: Mendapatkan pelatihan tentang keselamatan kebakaran dan prosedur evakuasi.
- c. Inspeksi Keselamatan: Pemerintah memiliki wewenang untuk melakukan inspeksi di tempat kerja guna memastikan kepatuhan terhadap peraturan keselamatan.

2. Peraturan Pemerintah tentang K3

Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) mewajibkan perusahaan dengan jumlah pekerja tertentu untuk menerapkan SMK3. Beberapa elemen penting dari SMK3 meliputi:

- Identifikasi Bahaya: Mengidentifikasi potensi bahaya kebakaran dan peledakan di tempat kerja.
- Pengendalian Risiko: Menerapkan langkah-langkah pengendalian untuk mengurangi kemungkinan insiden.
- Pelaporan dan Audit: Melakukan pelaporan rutin dan audit keselamatan untuk memastikan keberlanjutan kepatuhan.

3. Peraturan Khusus tentang Kebakaran

Beberapa peraturan teknis dikeluarkan untuk mengatur sistem proteksi kebakaran di gedung dan fasilitas industri. Contohnya adalah:

- a. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang teknis bangunan gedung, yang mencakup instalasi sistem proteksi kebakaran seperti sprinkler, detektor asap, dan jalur evakuasi.
- b. Standar Nasional Indonesia (SNI): Standar teknis terkait proteksi kebakaran, seperti SNI 03-3985-2000 untuk sistem hydrant.

4. Sanksi Hukum

Kegagalan mematuhi regulasi nasional dapat berujung pada:

- a. Denda Administratif: Perusahaan dapat dikenakan denda jika ditemukan pelanggaran selama inspeksi.
- b. Tuntutan Hukum: Dalam kasus kecelakaan kerja yang menyebabkan korban jiwa atau kerusakan besar, manajemen perusahaan dapat dituntut secara pidana.

4.6.2 Standar Internasional yang Relevan

Selain regulasi nasional, perusahaan juga harus memperhatikan standar internasional yang memberikan pedoman teknis dan operasional dalam mencegah kebakaran dan peledakan. Standar ini sering dijadikan referensi utama oleh perusahaan multinasional dan industri dengan risiko tinggi.

1. *National Fire Protection Association*(NFPA)

NFPA adalah organisasi internasional yang menyediakan panduan teknis terkait keselamatan kebakaran. Beberapa standar NFPA yang relevan meliputi:

- a. NFPA 1 (Fire Code): Memberikan pedoman umum untuk pencegahan kebakaran di berbagai fasilitas.

- b. NFPA 10: Mengatur penggunaan dan perawatan alat pemadam api ringan (APAR).
 - c. NFPA 30: Standar untuk penanganan cairan mudah terbakar.
 - d. NFPA 72: Mengatur sistem deteksi kebakaran dan alarm.
2. *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*
OSHA adalah lembaga di Amerika Serikat yang bertanggung jawab untuk menetapkan standar keselamatan di tempat kerja. Beberapa peraturan OSHA yang relevan meliputi:
- a. 29 CFR 1910.106: Mengatur penanganan bahan mudah terbakar dan eksplosif.
 - b. 29 CFR 1910.120: Standar untuk respons terhadap keadaan darurat, termasuk kebakaran.
 - c. 29 CFR 1910.39: Mengharuskan perusahaan memiliki rencana tindakan kebakaran tertulis.
3. *International Organization for Standardization (ISO)*
ISO menyediakan standar global yang mencakup berbagai aspek keselamatan kerja, termasuk pencegahan kebakaran dan peledakan. Beberapa standar ISO yang relevan adalah:
- a. ISO 45001: Standar untuk sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja.
 - b. ISO 22320: Panduan manajemen keadaan darurat.
 - c. ISO 14001: Standar untuk manajemen lingkungan, yang mencakup pencegahan insiden yang dapat merusak lingkungan akibat kebakaran atau peledakan.
4. *ATEX dan IECEx*
Standar ini mengatur peralatan dan sistem yang digunakan di lingkungan berisiko ledakan:
- a. ATEX: Standar Uni Eropa untuk peralatan di area berpotensi eksplosif.
 - b. IECEx: Sistem sertifikasi internasional untuk peralatan listrik di lingkungan berbahaya.

4.6.3 Tanggung Jawab Hukum dan Kepatuhan Perusahaan

Kepatuhan terhadap regulasi dan standar keselamatan tidak hanya melindungi pekerja, tetapi juga mencerminkan tanggung jawab perusahaan terhadap masyarakat dan

lingkungan. Berikut adalah beberapa tanggung jawab utama perusahaan:

1. Implementasi Sistem Keselamatan

Perusahaan wajib mengembangkan dan menerapkan sistem keselamatan kerja yang efektif. Ini mencakup:

- a. Pelatihan Karyawan: Memberikan pelatihan rutin tentang keselamatan kebakaran dan prosedur tanggap darurat. Pelatihan ini harus mencakup penggunaan alat pelindung diri (APD), teknik pengendalian api pada tahap awal, serta skenario tanggap darurat yang realistis untuk membantu pekerja memahami situasi yang mungkin mereka hadapi.
- b. Pemeriksaan Rutin: Melakukan inspeksi berkala terhadap peralatan keselamatan, seperti hydrant, APAR, dan alarm kebakaran. Inspeksi ini harus didokumentasikan dengan baik untuk memastikan tidak ada perangkat yang melewati masa berlaku atau mengalami kerusakan yang dapat mengurangi efektivitasnya.
- c. Simulasi Keadaan Darurat: Mengadakan latihan rutin untuk memastikan kesiapan karyawan dalam menghadapi insiden. Latihan ini dapat melibatkan koordinasi dengan tim pemadam kebakaran lokal dan penggunaan teknologi seperti alat simulasi kebakaran untuk memberikan pengalaman yang lebih mendalam kepada peserta.

2. Pelaporan Insiden

Semua insiden terkait kebakaran atau peledakan harus dilaporkan kepada otoritas terkait. Pelaporan ini meliputi:

- a. Laporan Awal: Menginformasikan kronologi insiden dan langkah tanggap darurat yang telah diambil. Informasi ini mencakup waktu kejadian, lokasi, jumlah pekerja yang terdampak, serta langkah-langkah awal yang diambil untuk mengendalikan situasi. Laporan ini bertujuan memberikan gambaran cepat kepada manajemen dan pihak berwenang.
- b. Laporan Investigasi: Mencakup analisis penyebab insiden dan langkah pencegahan yang diusulkan. Proses investigasi melibatkan pengumpulan bukti, wawancara

dengan saksi, dan analisis teknis untuk menentukan akar masalah. Hasil investigasi ini kemudian digunakan untuk mengembangkan prosedur baru, melatih ulang karyawan, atau memperbaiki sistem keselamatan guna mencegah insiden serupa di masa depan.

3. Pengelolaan Risiko

Manajemen risiko adalah tanggung jawab utama dalam mencegah insiden. Ini mencakup:

- a. Identifikasi Risiko: Mengidentifikasi potensi bahaya di tempat kerja melalui analisis mendalam terhadap aktivitas operasional, peralatan, dan bahan yang digunakan (Sanusi *et al.*, 2024). Proses ini melibatkan penggunaan metode seperti *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) atau *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi skenario risiko yang mungkin terjadi (Bora *et al.*, 2025) (Wisudawati and Patradhiani, 2020).
- b. Pengendalian Risiko: Mengembangkan langkah pencegahan seperti pemasangan sistem ventilasi, grounding listrik, dan penggunaan peralatan explosion-proof. Selain itu, pengendalian risiko juga mencakup implementasi prosedur kerja aman, penempatan sistem deteksi dini, serta pembatasan akses ke area berbahaya.
- c. Evaluasi Risiko: Menilai efektivitas langkah pengendalian melalui audit keselamatan secara berkala, simulasi insiden, dan analisis data insiden sebelumnya. Hasil evaluasi ini digunakan untuk memperbaiki strategi keselamatan, termasuk meningkatkan pelatihan pekerja atau mengganti peralatan yang tidak lagi memenuhi standar keselamatan.

4. Tanggung Jawab terhadap Lingkungan

Kebakaran dan peledakan sering kali memiliki dampak lingkungan yang signifikan. Perusahaan bertanggung jawab untuk meminimalkan dampak ini melalui:

- a. Pengelolaan Limbah Berbahaya: Memastikan bahwa bahan kimia mudah terbakar disimpan dan dibuang dengan aman. Hal ini mencakup penggunaan wadah khusus yang tahan api dan kedap udara, serta penerapan

sistem pelabelan yang jelas untuk meminimalkan risiko salah penanganan. Prosedur pembuangan juga harus mematuhi peraturan lingkungan yang berlaku, seperti pengolahan limbah kimia di fasilitas berlisensi.

- b. Pemulihan Lingkungan: Melakukan upaya rehabilitasi terhadap area yang terdampak insiden. Proses ini melibatkan pembersihan tanah yang terkontaminasi, pemulihan kualitas udara, dan restorasi ekosistem yang rusak. Selain itu, pemantauan jangka panjang perlu dilakukan untuk memastikan bahwa lingkungan kembali aman bagi pekerja dan masyarakat sekitar.

5. Kepatuhan terhadap Audit dan Sertifikasi

Perusahaan harus mematuhi audit keselamatan yang dilakukan oleh pihak internal maupun eksternal. Audit ini bertujuan untuk menilai sejauh mana implementasi sistem keselamatan telah memenuhi persyaratan hukum dan standar teknis yang berlaku. Selain itu, audit memberikan rekomendasi yang dapat memperkuat langkah pengendalian risiko yang ada.

Sertifikasi dari lembaga seperti ISO, NFPA, atau OSHA menunjukkan komitmen perusahaan terhadap keselamatan kerja dan memberikan kepercayaan kepada pihak ketiga, seperti pelanggan, mitra bisnis, dan regulator. Proses sertifikasi melibatkan inspeksi menyeluruh, verifikasi dokumentasi, dan wawancara dengan pekerja untuk memastikan bahwa praktik keselamatan telah terinternalisasi di semua tingkat organisasi.

Dengan mematuhi regulasi nasional, mengadopsi standar internasional, dan menjalankan tanggung jawab hukum dengan baik, perusahaan dapat menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif. Hal ini tidak hanya melindungi pekerja dari potensi bahaya, tetapi juga memberikan nilai tambah pada keberlanjutan operasional, memperkuat reputasi perusahaan, serta mendorong efisiensi melalui pengurangan risiko insiden yang dapat menimbulkan kerugian besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arina Nuraliza Romas *et al.* (2023) *Keselamatan Dan Kesehatan Kerja*. Padang: Get Press.
- Artikel, I. (2023) 'Upaya Pencegahan & Proteksi Kebakaran Sebagai Bagian dari Fire Safety Area Pertambangan Batu Bara PT . Berau', *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 3(2), pp. 370–375.
- Bora, M.A. *et al.* (2024) *Pengantar K3: Konsep dasar dan implementasi di tempat kerja*. 1st edn. Padang: Get Press.
- Bora, M.A. *et al.* (2025) 'Implementasi Metode HIRAC (Hazard Identification , Risk Assessment , And Control) untuk Meningkatkan K3 di Laboratorium PT . XYZ', *Jurnal of Multidisciplinary Research and Development*, 7(2), pp. 987–997.
- Gavrie, A.C. (2024) 'Analisis Kepatuhan Pekerja Terhadap Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) di PT Agung Raya Warehouse', *Jurnal Sains Manajemen dan Akuntansi*, 16(1), pp. 96–104.
- Nurfaizah, S., Risal, M. and Musfirah, M. (2022) 'Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja', *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11, pp. 392–402. Available at: <https://doi.org/10.35816/jiskh.v11i2.797>.
- Pangaribuan, D.V.D.D.M. (2022) *Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja (Hazard/Bahaya di Tempat Kerja)*. Bandung: CV. Patria Media Grafindo Bandung.
- Ramadhan, R.F. and Wiyogo (2020) 'Pemanfaatan Peralatan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Praktikum Proses Produksi', *Journal of Science, Technology, Education And Mechanical Engineering*, 1, pp. 64–70.
- Richard Andreas Palilingan *et al.* (2024) *Kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja*, Gadjah Mada University Press. Padang: Get Press. Available at: https://www.google.co.id/books/edition/Kesehatan_dan_keselamatan_Lingkungan_Ker/gPx5EAAAQBAJ?hl=en&bpv=0.
- Ridwan, M., Frinaldi, A. and Lanin, D. (2024) 'Evaluasi Kebijakan

Publik Dalam Penanggulangan Kebakaran Industri : Studi Kasus Smelter Morowali', *Innovative: Journal of Sosial Science Research*, 4(6), pp. 5928–5938.

Sanusi, S. *et al.* (2024) 'Penilaian Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Pendekatan Job Safety Analisis: Studi Kasus Pada Pekerjaan Magnetic Particel Testing Di Pt Xyz', *Jurnal Manajemen Rekayasa dan Inovasi Bisnis*, 3(1), pp. 17–27. Available at: <https://doi.org/10.62375/jmrib.v3i1.358>.

Setiono, D. and Fairussihan, J.D. (2023) 'Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proses Perbaikan Kapal Di Pt. Dock Dan Perkapalan Surabaya Menggunakan Metode Hirarc (Hazard Identification, Risk Assessment, And Risk Control)', *Zona Laut*, 4(1), pp. 23–29.

The International Labour Organization (2013) *Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Tempat Kerja, International Labour Organization*. Available at: <https://doi.org/10.4337/9781849807692.00014>.

Trihardiyanto, J. and Lestari, F. (2023) 'Analisa Potensi Kebakaran dan Ledakan Pada Tangki Lng Iso Tank 40 Ft Di PT X', *Prepotif Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(April), pp. 79–83.

Wisudawati, N. and Patradhiani, R. (2020) 'Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode Hazard Analysis (Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Perumahan)', *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 5(1), p. 29. Available at: <https://doi.org/10.32502/js.v5i1.2971>.

BAB 5

KESELAMATAN LISTRIK

5.1 Pengantar Keselamatan Listrik

Pengantar Keselamatan Listrik merupakan bab awal yang penting untuk dipahami sebelum memasuki topik-topik yang lebih mendalam. Dalam bagian ini, pembaca akan mendapatkan pemahaman tentang pentingnya keselamatan listrik, termasuk pengenalan terhadap berbagai risiko dan bahaya yang dihadapi saat bekerja dengan listrik. Bab ini juga akan membahas mengapa keselamatan listrik merupakan hal yang sangat penting dan relevan dalam berbagai lingkup, seperti industri, rumah tangga, maupun lingkungan publik. Pembahasan akan meliputi kerugian yang mungkin terjadi akibat kecelakaan listrik, baik secara finansial maupun kerugian nyawa, sehingga pembaca dapat memahami betapa pentingnya menerapkan protokol keselamatan dalam setiap situasi yang melibatkan listrik. (Ningsih & Syalikha)(Arief, 2023)

5.2 Dasar-dasar Keselamatan Listrik Dasar-dasar

Keselamatan listrik meliputi pengetahuan tentang bahaya listrik, hukum, regulasi, dan prinsip-prinsip keselamatan dalam lingkungan listrik. Berdasarkan pengetahuan ini, individu dapat mengidentifikasi potensi bahaya listrik dan menerapkan tindakan pencegahan yang sesuai. Hal ini mencakup pemahaman tentang prinsip dasar listrik, penggunaan peralatan proteksi, penanganan kecelakaan listrik, dan tata cara tindakan darurat dalam situasi listrik yang membahayakan. Studi mendalam tentang dasar-dasar keselamatan listrik sangat penting untuk memastikan perlindungan yang efektif terhadap bahaya listrik dalam berbagai konteks. (Mubaraq, 2024)(Della et al.2022)

5.1.1 Bahaya Listrik

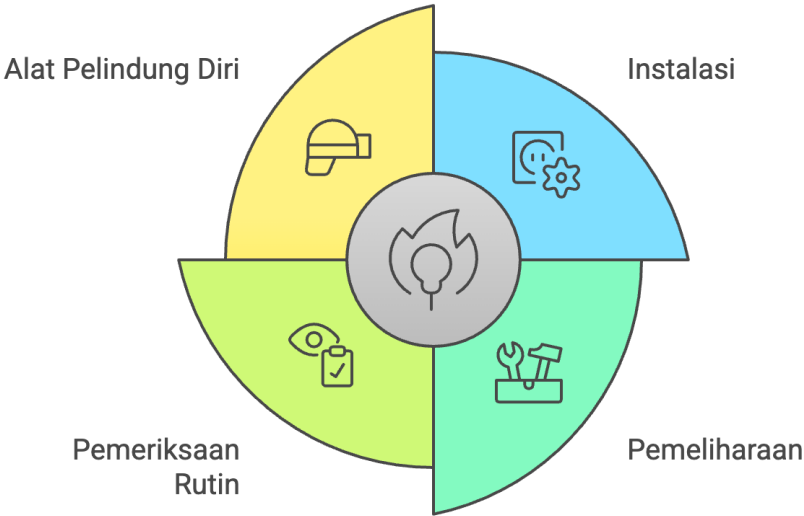
Dalam konteks keselamatan listrik, pemahaman yang mendalam tentang bahaya listrik sangat penting. Bahaya listrik dapat berupa kejutan listrik, luka bakar akibat arus listrik, atau bahkan kematian. Oleh karena itu, berikut adalah beberapa poin penting yang berkaitan dengan bahaya listrik dan keselamatan: (Aras, 2024)

1. Efek Listrik pada Tubuh Manusia: Kejutan listrik dapat menyebabkan kondisi berbahaya yang berhubungan dengan pelepasan energi akibat kontak dengan konduktor listrik bertegangan. Luka bakar sering terjadi akibat arcing fault, yang merupakan busur api yang diakibatkan oleh arus gangguan.
2. Faktor Risiko dalam Lingkungan Listrik: Penting untuk mengidentifikasi peralatan listrik berbahaya dan memahami tanda bahaya yang perlu diwaspadai, seperti ketidakstabilan frekuensi yang dapat merusak peralatan elektronik dan mengganggu proses produksi.
3. Langkah-langkah Pencegahan: Untuk mengurangi risiko kecelakaan listrik, analisis bahaya listrik secara rutin dan penerapan tindakan pengendalian yang tepat sangat diperlukan. Penggunaan perlengkapan keselamatan yang sesuai juga menjadi bagian dari langkah pencegahan.
4. Metode Analisis Bahaya: Teknik analisis seperti HIRA (Hazard Identification and Risk Assessment) dan FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan merumuskan strategi pencegahan.

5.3 Hukum dan Regulasi Keselamatan Listrik

Hukum dan regulasi keselamatan listrik bertujuan untuk melindungi pekerja dan masyarakat dari bahaya listrik. Ini mencakup peraturan mengenai instalasi listrik, pemeliharaan, pemeriksaan rutin, serta penggunaan alat pelindung diri. Pemahaman mendalam terhadap hukum dan regulasi ini penting dalam menentukan tanggung jawab hukum, hak, dan kewajiban terkait keselamatan listrik. Sudah menjadi standar bahwa setiap individu dan perusahaan harus mematuhi

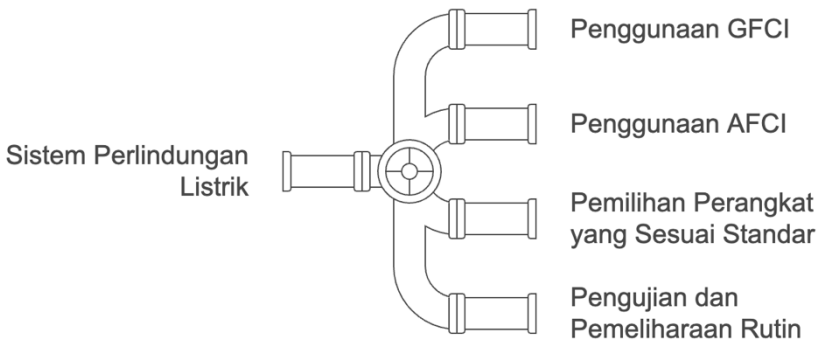
ketentuan hukum dan regulasi keselamatan listrik yang berlaku demi keamanan bersama. (Maramis, 2024)



Gambar 5.1. Kerangka Kerja Keselamatan Listrik

5.4 Sistem Proteksi Listrik

Bagian ini membahas pentingnya sistem proteksi listrik dalam mencegah risiko kecelakaan listrik. Ini termasuk penggunaan *ground-fault circuit interrupters* (GFCI) dan *arc-fault circuit interrupters* (AFCI) untuk memberikan perlindungan tambahan terhadap kebocoran arus dan kebakaran listrik. Sistem proteksi listrik juga melibatkan pemilihan dan pemasangan perangkat listrik yang sesuai standar untuk mencegah korsleting listrik dan kecelakaan lainnya. Selain itu, penting untuk memastikan perangkat proteksi listrik diatur dan diuji secara teratur untuk memastikan kinerjanya yang optimal. (Kurniawan, 2023)



Gambar 5.2. Dimensi Sistem Perlindungan Listrik

5.4.1 Grounding dan Bonding

Grounding dan bonding adalah dua komponen penting dalam sistem proteksi listrik yang berfungsi untuk meningkatkan keselamatan serta keandalan instalasi listrik. Berikut adalah penjelasan mengenai peran dan manfaat grounding dan bonding dalam keselamatan listrik: (Alhallaj, 2024)

1. *Grounding* (Pentanahan)

Grounding berfungsi untuk mengalirkan arus listrik yang tidak diinginkan (seperti arus bocor atau sambaran petir) ke tanah. Dengan grounding yang tepat, risiko kejutan listrik bagi manusia dan kerusakan pada peralatan dapat diminimalkan. Pemasangan sistem grounding yang baik dapat memastikan bahwa nilai resistansi grounding tetap rendah, yang idealnya kurang dari atau sama dengan 5 ohm, sesuai dengan regulasi yang berlaku seperti Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) [1].

2. *Bonding* (Pengikatan)

Bonding adalah proses menghubungkan semua bagian logam yang tidak berkapasitas untuk membawa arus listrik, sehingga mereka berada pada potensi yang sama. Hal ini mencegah perbedaan tegangan yang dapat menyebabkan kejutan listrik. Dengan melakukan bonding, risiko

kerusakan peralatan akibat lonjakan arus atau tegangan juga dapat diminimalisir.

3. Manfaat dalam Keselamatan Listrik
 - a. Perlindungan dari Kebakaran: Sistem grounding yang baik dapat mengalirkan arus bocor ke tanah, sehingga mengurangi risiko kebakaran yang disebabkan oleh arus listrik.
 - b. Pencegahan Kejutan Listrik: Grounding dan bonding dapat mencegah perbedaan potensial yang dapat menyebabkan kejutan listrik saat seseorang bersentuhan dengan peralatan listrik.
 - c. Keandalan Sistem Listrik: Sistem grounding dan bonding yang efektif meningkatkan keandalan sistem listrik, memastikan bahwa peralatan berfungsi dengan baik dan aman.

5.4.2 Alat Proteksi Listrik

Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai alat proteksi listrik yang penting untuk keselamatan dalam sistem kelistrikan, serta referensi yang dapat digunakan untuk informasi lebih mendalam: (HERLIANTO, 2024)

1. *Overcurrent Protection Devices*
 - a. *Circuit Breakers*: Alat ini secara otomatis memutuskan aliran listrik ketika arus melebihi batas yang ditentukan, sehingga mencegah kerusakan pada peralatan akibat arus lebih.
 - b. *Fuses*: Fuses adalah perangkat yang dirancang untuk memutuskan aliran listrik saat arus yang mengalir melebihi ambang batas, dengan cara melelehkan kawat di dalamnya.
2. *Surge Protection Devices*

Surge Protectors: Perangkat ini melindungi peralatan elektronik dari lonjakan arus listrik yang dapat terjadi akibat petir atau fluktuasi jaringan listrik. Surge protectors biasanya dipasang di panel distribusi atau sebagai perangkat terpisah.
3. Perangkat Isolasi Listrik
 - a. *Rubber Insulating Gloves*: Sarung tangan ini dirancang untuk melindungi pekerja dari kejutan listrik saat

melakukan pekerjaan pada peralatan bertegangan tinggi. Sarung tangan harus memenuhi standar tertentu untuk memastikan perlindungan yang efektif.

- b. Voltage Detectors: Alat ini digunakan untuk mendeteksi adanya tegangan pada peralatan listrik sebelum melakukan pekerjaan pemeliharaan atau perbaikan, sehingga membantu menghindari kejutan listrik yang berbahaya.

5.5 Pentingnya Penggunaan Alat Proteksi

Prosedur keselamatan dalam pekerjaan listrik sangat penting untuk mencegah kecelakaan dan cedera. Semua pekerja harus mengikuti prosedur tersebut sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku. Hal ini mencakup langkah-langkah untuk mengidentifikasi bahaya listrik, menghindari kontak dengan sumber listrik yang berpotensi berbahaya, dan langkah-langkah pertolongan pertama dalam kasus keadaan darurat. Semua pekerja juga harus dilatih secara teratur tentang prosedur keselamatan ini untuk memastikan pengetahuan dan keterampilan mereka tetap *ter-up to-date*.



Gambar 5.3. Prosedur Keselamatan Listrik

5.5.1 Lockout-Tagout Procedures

Prosedur lockout-tagout (LOTO) adalah praktik keamanan yang sangat penting dalam lingkungan kerja listrik dan industri lainnya, yang dirancang untuk melindungi pekerja dari bahaya terkait dengan energi yang tidak terkontrol selama pemeliharaan dan perbaikan. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai prosedur ini dan pentingnya penerapannya (YUSRI, 2024):

1. Tujuan Prosedur Lockout-Tagout
 - a. Mencegah Akses Tidak Sah: Prosedur LOTO bertujuan untuk memastikan bahwa peralatan listrik yang sedang diperbaiki atau dipelihara tidak dapat dioperasikan secara tidak sengaja, yang dapat menyebabkan cedera serius atau bahkan kematian.
 - b. Perlindungan Pekerja: Dengan mengunci dan menandai peralatan, pekerja dapat melakukan tugas mereka tanpa risiko terpapar energi listrik yang aktif.
2. Langkah-langkah Prosedur Lockout-Tagout
 - a. Persiapan: Identifikasi semua sumber energi yang terhubung dengan peralatan yang akan diperbaiki.
 - b. Pemutusan Sumber Energi: Matikan semua sumber energi (listrik, mekanik, hidrolik, dll.) yang terhubung ke peralatan.
 - c. Pemasangan Gembok dan Label: Pasang gembok pada saklar atau panel yang memutus aliran listrik dan tambahkan label peringatan yang menunjukkan bahwa peralatan sedang dalam proses pemeliharaan.
 - d. Verifikasi: Pastikan bahwa peralatan benar-benar tidak teraliri listrik dengan menggunakan alat pengukur tegangan atau detektor.
 - e. Pekerjaan: Lakukan pemeliharaan atau perbaikan pada peralatan.
 - f. Pelepasan Lockout-Tagout: Setelah pekerjaan selesai, lepaskan gembok dan label dengan mengikuti prosedur yang diterapkan untuk memastikan bahwa semua pekerja sudah menyelesaikan tugas mereka dan tidak ada alat yang tertinggal sebelum menghidupkan kembali sumber energi.

3. Pentingnya Penerapan Prosedur LOTO

- a. Mengurangi Risiko Cedera: Prosedur LOTO yang ketat mengurangi risiko kecelakaan di tempat kerja, melindungi tidak hanya pekerja yang melakukan pemeliharaan tetapi juga rekan-rekan mereka.
- b. Kepatuhan terhadap Regulasi: Banyak negara dan organisasi memiliki peraturan yang mengharuskan penerapan langkah-langkah LOTO, yang jika diabaikan dapat mengakibatkan sanksi hukum bagi perusahaan.
- c. Budaya Keselamatan: Penerapan prosedur LOTO memperkuat budaya keselamatan di tempat kerja, meningkatkan kesadaran akan pentingnya keselamatan di antara semua pekerja.

5.5.2 Penggunaan Peralatan Pelindung Diri (APD)

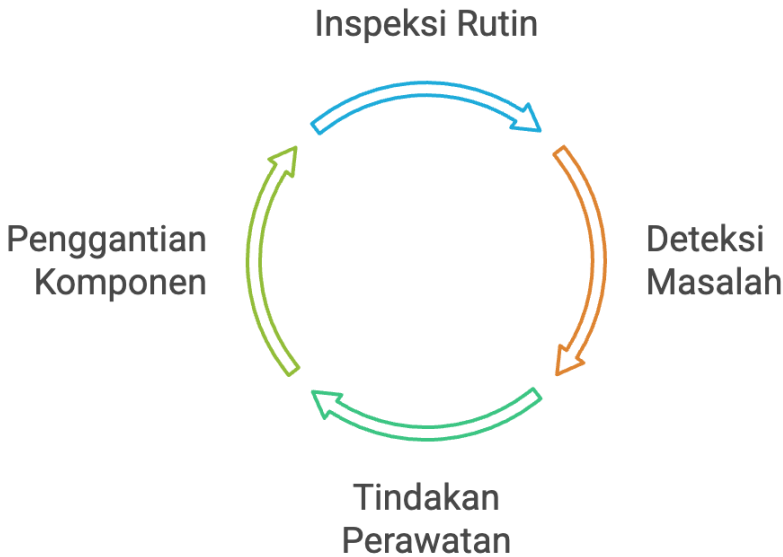
Penggunaan alat pelindung diri (APD) merupakan aspek krusial dalam keselamatan kerja, terutama di lingkungan yang berhubungan dengan listrik. Berikut adalah penjelasan lebih mendalam tentang jenis-jenis APD yang perlu digunakan, pentingnya pelatihan, serta kepatuhan terhadap peraturan keselamatan. (Sari, 2024)(Paulina & Nugroho2024)

1. Jenis-jenis Alat Pelindung Diri (APD) untuk Pekerja Listrik
 - a. Helm: Melindungi kepala dari benturan dan jatuhnya benda. Helm harus memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan.
 - b. Kacamata Pelindung: Melindungi mata dari percikan, debu, dan radiasi yang mungkin dihasilkan selama bekerja dengan peralatan listrik.
 - c. Sarung Tangan Khusus: Sarung tangan isolasi listrik harus digunakan untuk melindungi tangan dari kejutan listrik. Sarung tangan ini harus diperiksa secara rutin untuk memastikan tidak ada kerusakan.
 - d. Sepatu Keselamatan: Sepatu dengan pelindung logam di bagian depan dapat melindungi kaki dari benda berat yang jatuh, serta sepatu yang terbuat dari bahan isolator dapat mengurangi risiko kejutan listrik.

- e. Pakaian Pelindung Tubuh: Pakaian yang tidak mudah terbakar dan dapat melindungi kulit dari percikan bahan panas atau listrik.
- 2. Pentingnya Pelatihan dalam Penggunaan APD
 - a. Pekerja harus mendapatkan pelatihan tentang cara memilih dan mengenakan APD yang tepat untuk pekerjaan yang akan dilakukan.
 - b. Pelatihan juga harus mencakup cara merawat dan memeriksa APD secara berkala untuk memastikan bahwa semua peralatan dalam kondisi baik dan efektif.
 - c. Pemahaman tentang risiko yang terkait dengan tidak menggunakan APD juga penting untuk meningkatkan kesadaran keselamatan di lingkungan kerja.
- 3. Kepatuhan terhadap Peraturan Keselamatan Kerja
 - a. Penggunaan APD harus diwajibkan oleh peraturan keselamatan kerja dan dipatuhi oleh semua pekerja tanpa kecuali. Ini tidak hanya melindungi individu tetapi juga menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi semua.
 - b. Pelanggaran terhadap penggunaan APD dapat mengakibatkan sanksi bagi individu dan organisasi, serta meningkatkan risiko kecelakaan di tempat kerja.

5.6 Inspeksi dan Pemeliharaan Sistem Listrik

Inspeksi dan pemeliharaan sistem listrik sangat penting untuk memastikan keselamatan dan kinerja yang optimal. Dengan melakukan inspeksi secara rutin, kita dapat mengidentifikasi potensi masalah atau kerusakan pada sistem listrik dan mencegah terjadinya kecelakaan akibat korsleting atau konsleting. Pemeliharaan sistem listrik juga memerlukan tindakan preventif seperti pembersihan, pelumasan, dan penggantian komponen yang sudah aus agar sistem tetap beroperasi dengan baik.



Gambar 5.4. Siklus Pemeliharaan Sistem Listrik

5.6.1 Jadwal Inspeksi Rutin

Jadwal inspeksi rutin sangat penting dalam menjaga keselamatan dan keandalan sistem listrik. Berikut adalah beberapa poin penting tentang pentingnya inspeksi rutin dan langkah-langkah yang harus diambil: (Harindah, 2024)(Napitupulu, 2022)

1. Pentingnya Inspeksi Rutin
 - a. Identifikasi Potensi Bahaya: Inspeksi rutin memungkinkan identifikasi dini terhadap potensi bahaya seperti kabel yang aus, sambungan longgar, atau kerusakan pada alat proteksi listrik.
 - b. Pemeliharaan Proaktif: Dengan melakukan inspeksi secara teratur, perawatan dapat dilakukan sebelum masalah menjadi lebih serius, sehingga mengurangi risiko kerusakan yang lebih besar dan biaya perbaikan yang tinggi.

- c. Kepatuhan terhadap Regulasi: Banyak standar keselamatan listrik yang mewajibkan inspeksi berkala untuk memastikan bahwa sistem listrik beroperasi dengan aman dan efisien.
- 2. Komponen yang Harus Diperiksa
 - a. Kabel: Memeriksa kondisi fisik kabel untuk mengidentifikasi kerusakan, kebocoran, atau tanda-tanda keausan.
 - b. Panel Listrik: Memeriksa panel distribusi untuk memastikan tidak ada overheating, korosi, atau komponen yang tidak berfungsi.
 - c. Kotak Sakelar: Memastikan bahwa sakelar berfungsi dengan baik dan tidak ada tanda-tanda kerusakan.
 - d. Alat Proteksi Listrik: Memeriksa ketersediaan dan fungsi dari circuit breakers, fuses, dan surge protectors.
 - e. Pengukuran Tegangan dan Arus: Melakukan pengukuran untuk memastikan bahwa sistem beroperasi dalam rentang yang aman dan sesuai spesifikasi.
- 3. Penyusunan Jadwal Inspeksi
 - a. Frekuensi Inspeksi: Menentukan frekuensi inspeksi berdasarkan jenis peralatan, tingkat penggunaan, dan risiko yang dihadapi. Misalnya, peralatan yang lebih sering digunakan mungkin memerlukan inspeksi lebih sering.
 - b. Pencatatan: Setiap hasil inspeksi harus dicatat secara rinci, termasuk tindakan yang diambil untuk mengatasi masalah yang ditemukan.
 - c. Pelatihan Personel: Pastikan bahwa personel yang melakukan inspeksi dilatih dengan baik dan memahami standar keselamatan yang berlaku.

5.7 Keselamatan dalam Penggunaan Alat Listrik

Bagian ini membahas pentingnya keselamatan dalam penggunaan alat listrik. Dalam lingkungan apapun, alat listrik harus digunakan dengan hati-hati dan memperhatikan langkah-langkah keselamatan yang sesuai. Hal ini termasuk pemilihan

alat listrik yang sesuai dengan kebutuhan, pemasangan yang benar sesuai dengan standar, perawatan berkala, dan penyimpanan yang aman untuk menghindari kerusakan dan kecelakaan. Semua orang yang menggunakan alat listrik harus memahami risiko dan langkah-langkah keselamatan yang tepat untuk mencegah bahaya.

5.8 Keselamatan Listrik di Lingkungan Industri

5.8.1 Risiko Khusus di Lingkungan Industri

Di lingkungan industri, risiko yang terkait dengan keselamatan listrik bisa sangat tinggi, mengingat kompleksitas mesin dan peralatan yang digunakan. Berikut adalah beberapa poin penting mengenai risiko dan langkah pencegahan yang harus diterapkan untuk meminimalkan kecelakaan: (Lazuardi et al.2022)(Ikhsan, 2022)

1. Risiko Khusus di Lingkungan Industri
 - a. Kontak dengan Mesin Listrik: Karyawan mungkin berisiko terkena kejutan listrik akibat kontak langsung dengan bagian-bagian mesin yang bertegangan, terutama saat perawatan atau pemeliharaan.
 - b. Kebakaran dan Ledakan: Lingkungan industri dapat memiliki bahan mudah terbakar dan gas berbahaya, yang dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan jika terjadi arus pendek atau lonjakan listrik.
 - c. Kegagalan Peralatan: Peralatan listrik yang tidak terawat atau usang dapat gagal berfungsi dan menyebabkan kecelakaan yang serius.
2. Pelatihan untuk Karyawan
 - a. Identifikasi Risiko: Karyawan harus dilatih untuk mengenali risiko yang ada di sekitar mereka, termasuk potensi bahaya listrik dan kondisi lingkungan yang tidak aman.
 - b. Tindakan Pencegahan: Pelatihan harus mencakup tindakan pencegahan yang harus diambil, seperti:
Menggunakan alat pelindung diri (APD) yang sesuai.
 - a. Mematuhi prosedur lockout-tagout (LOTO) saat melakukan perawatan pada peralatan listrik.

- b. Menghindari penggunaan peralatan listrik di area yang berisiko tinggi.
- 3. Tindakan Pencegahan Umum
 - a. Penggunaan APD: Karyawan harus selalu menggunakan APD yang sesuai, seperti sarung tangan isolasi, kaca mata pelindung, dan sepatu keselamatan.
 - b. Pemeriksaan Rutin: Melakukan pemeriksaan rutin terhadap peralatan listrik dan instalasi untuk mengidentifikasi potensi bahaya sebelum menyebabkan kecelakaan.
 - c. Pengelolaan Bahan Berbahaya: Mengelola dan menyimpan bahan mudah terbakar dengan benar, serta memastikan adanya sistem pemadam kebakaran yang efektif.
- 4. Regulasi dan Kebijakan
 - a. Kepatuhan terhadap Standar Keselamatan: Perusahaan harus mematuhi standar keselamatan yang berlaku, seperti OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) di Amerika Serikat, untuk memastikan bahwa semua risiko ditangani dengan baik.
 - b. Pembuatan Kebijakan Keselamatan: Mengembangkan dan menerapkan kebijakan keselamatan yang jelas dan komunikatif kepada semua pekerja.

5.8.2 Prinsip-prinsip Keselamatan Industri

Menerapkan prinsip-prinsip keselamatan industri sangat penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan mengurangi risiko kecelakaan listrik. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut tentang prinsip-prinsip tersebut: (Desryanto et al.2024)(Prasetyo et al.2024)

1. Pemahaman Risiko Listrik
 - a. Identifikasi Bahaya: Penting untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko listrik yang ada di lingkungan kerja. Ini termasuk mengenali peralatan bertegangan tinggi, potensi arus bocor, dan risiko kontak langsung dengan bagian listrik.

- b. Analisis Risiko: Lakukan analisis risiko untuk memahami potensi dampak dari bahaya listrik dan untuk mengembangkan strategi mitigasi yang tepat.
- 2. Penggunaan Alat Listrik yang Aman
 - a. Standar dan Sertifikasi: Pastikan semua alat listrik yang digunakan memenuhi standar keselamatan internasional dan lokal. Alat harus memiliki sertifikasi yang sesuai.
 - b. Desain Ergonomis: Pilih alat yang dirancang untuk menghindari kelelahan dan risiko cedera, serta yang dilengkapi dengan fitur keselamatan seperti saklar pemutus darurat.
- 3. Pemeliharaan yang Teratur
 - a. Jadwal Pemeliharaan: Buat jadwal pemeliharaan rutin untuk semua peralatan listrik untuk memastikan bahwa alat berfungsi dengan baik dan dalam kondisi aman.
 - b. Inspeksi Berkala: Lakukan inspeksi berkala untuk mengevaluasi kondisi peralatan, kabel, dan sistem proteksi listrik, serta untuk mendeteksi keausan atau kerusakan lebih awal.
- 4. Pelatihan Karyawan Secara Berkala
 - a. Pelatihan Keselamatan: Selenggarakan pelatihan keselamatan yang komprehensif untuk semua karyawan, mencakup penggunaan alat pelindung diri (APD), prosedur lockout-tagout, dan tindakan pencegahan saat bekerja dengan peralatan listrik.
 - b. Sesi Pembaruan: Adakan sesi pembaruan secara berkala untuk memastikan karyawan tetap mendapatkan informasi terbaru mengenai praktik keselamatan.
- 5. Penyusunan Rencana Tanggap Darurat
 - a. Rencana Darurat: Siapkan rencana tanggap darurat yang mencakup prosedur untuk menghadapi kecelakaan listrik, termasuk langkah-langkah evakuasi dan penanganan cedera.
 - b. Simulasi dan Latihan: Lakukan simulasi untuk melatih karyawan tentang bagaimana bertindak dalam situasi darurat.

6. Pengaturan Lingkungan Kerja yang Aman

- a. Desain Lingkungan Kerja: Buat pengaturan area kerja yang meminimalkan risiko kecelakaan. Ini termasuk pengaturan alat, pencahayaan yang baik, dan aksesibilitas jalur evakuasi.
- b. Kebersihan dan Ketertiban: Jaga kebersihan dan ketertiban area kerja untuk mengurangi risiko kecelakaan yang disebabkan oleh kondisi yang tidak aman.

5.9 Keselamatan Listrik di Lingkungan Publik

Keselamatan listrik di lingkungan publik merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Banyak orang yang beraktivitas di tempat umum, seperti gedung perkantoran, pusat perbelanjaan, atau sarana transportasi umum, sehingga pentingnya keselamatan listrik di tempat umum tidak boleh diabaikan. Oleh karena itu, penerapan standar keselamatan di tempat umum sangat diperlukan untuk mengurangi risiko kecelakaan listrik. Dengan adanya standar keselamatan yang terpenuhi, diharapkan dapat memberikan perlindungan yang maksimal bagi pengguna listrik di lingkungan publik.

5.9.1 Pentingnya Keselamatan Listrik di Tempat Umum

Keselamatan listrik di tempat umum adalah isu yang sangat penting, mengingat potensi risiko yang dihadapi oleh banyak orang yang beraktivitas di sana. Berikut adalah beberapa poin yang menjelaskan pentingnya keselamatan listrik di tempat umum dan langkah-langkah yang dapat diambil untuk meningkatkan kesadaran dan keselamatan: (Faruq & Ubaidillah, 2024)(Moris, 2024)

1. Risiko Kecelakaan Listrik di Tempat Umum

- a. Kepadatan Pengunjung: Tempat umum sering kali dipadati oleh banyak orang, sehingga kecelakaan listrik dapat berdampak luas dan berpotensi menyebabkan banyak cedera.
- b. Peralatan Listrik yang Beragam: Di tempat umum, terdapat banyak peralatan listrik, dari sistem

penerangan hingga perangkat hiburan, yang semuanya dapat menjadi sumber bahaya jika tidak dirawat dengan baik.

- c. Cuaca Ekstrem: Tempat terbuka mungkin terpapar pada kondisi cuaca ekstrem, yang dapat mempengaruhi sistem kelistrikan dan meningkatkan risiko kecelakaan.

2. Pendidikan dan Kesadaran Keselamatan Listrik

- a. Pelatihan untuk Pengelola: Pengelola tempat umum harus mendapatkan pelatihan tentang standar keselamatan listrik dan cara melakukan inspeksi rutin terhadap peralatan listrik.
- b. Program Kesadaran untuk Pengunjung: Mengadakan kampanye pendidikan tentang keselamatan listrik, termasuk tanda-tanda bahaya yang harus diwaspadai, cara melaporkan masalah, dan pentingnya tidak mengganggu peralatan listrik.
- c. Penyediaan Informasi: Menyediakan informasi yang jelas dan mudah diakses mengenai langkah-langkah keselamatan listrik, misalnya melalui brosur, poster, atau aplikasi mobile.

3. Penerapan Prosedur Keselamatan

- a. Inspeksi Rutin: Melakukan inspeksi rutin terhadap semua instalasi listrik dan peralatan di tempat umum untuk memastikan semuanya berfungsi dengan baik dan aman.
- b. Penggunaan Alat Pelindung: Menggunakan alat pelindung yang sesuai dan mengikuti prosedur pengoperasian yang aman untuk semua peralatan listrik yang ada.
- c. Manajemen Energi: Memastikan ada sistem manajemen energi yang baik untuk mengontrol penggunaan listrik dan meminimalkan risiko terjadinya kegagalan sistem.

4. Tindakan Tanggap Darurat

- a. Rencana Tanggap Darurat: Menyusun dan melatih rencana tanggap darurat untuk menghadapi kecelakaan listrik, termasuk pelatihan bagi staf tentang cara merespons situasi darurat dengan cepat dan efektif.

- b. Pemasangan Alat Pemadam Kebakaran: Menyediakan alat pemadam kebakaran yang sesuai dan memastikan semua karyawan tahu cara menggunakannya.

5.9.2 Penerapan Standar Keselamatan di Tempat Umum

Penerapan standar keselamatan di tempat umum merupakan langkah krusial untuk melindungi pengunjung dari potensi bahaya listrik. Berikut adalah beberapa aspek penting dalam penerapan standar keselamatan tersebut: (MANALU, 2024)(Indriani, 2021)

1. Instalasi Listrik yang Memenuhi Standar
 - a. Kepatuhan terhadap Regulasi: Semua instalasi listrik harus mematuhi standar keselamatan yang ditetapkan oleh otoritas lokal dan internasional, seperti *National Electrical Code* (NEC) atau standar PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik) di Indonesia.
 - b. Pemasangan yang Profesional: Instalasi harus dilakukan oleh teknisi bersertifikat yang berpengalaman untuk memastikan bahwa semua komponen dipasang dengan benar dan aman.
2. Pelabelan Peralatan Listrik yang Jelas
 - a. Label yang Informatif: Semua peralatan listrik harus dilengkapi dengan label yang jelas menunjukkan tegangan, arus, dan peringatan bahaya, serta petunjuk penggunaan yang aman.
 - b. Tanda Peringatan: Pemasangan tanda peringatan di dekat peralatan bertegangan tinggi dan area berisiko untuk mengingatkan pengunjung tentang bahaya yang mungkin mereka hadapi.
3. Perawatan Rutin
 - a. Inspeksi Berkala: Melaksanakan pemeriksaan rutin terhadap semua sistem dan peralatan listrik untuk mendeteksi dan memperbaiki masalah sebelum menjadi berbahaya.
 - b. Pemeliharaan Preventif: Menyusun jadwal pemeliharaan yang mencakup pembersihan, penggantian komponen yang aus, dan pengujian fungsi alat proteksi listrik.

4. Pelatihan Keselamatan Listrik
 - a. Pelatihan untuk Petugas: Mengadakan pelatihan reguler bagi petugas dan pengelola tempat umum tentang cara mengenali bahaya listrik, prosedur penanganan keadaan darurat, dan penggunaan peralatan pelindung diri (APD).
 - b. Kampanye Kesadaran: Menyediakan informasi kepada pengunjung tentang keselamatan listrik dan langkah-langkah yang dapat mereka ambil untuk melindungi diri mereka sendiri.
5. Penerapan Rencana Tanggap Darurat
 - a. Rencana Penanggulangan Darurat: Menyusun rencana tanggap darurat yang mencakup langkah-langkah untuk menghadapi kebakaran atau kecelakaan listrik, serta pelatihan bagi staf mengenai cara menangani situasi darurat.
 - b. Simulasi Latihan: Melaksanakan latihan evakuasi secara berkala untuk memastikan semua pengelola dan petugas tahu apa yang harus dilakukan jika terjadi kecelakaan listrik.

5.10 Inovasi dan Teknologi Baru dalam Keselamatan Listrik

Inovasi dan teknologi baru dalam keselamatan listrik memainkan peran yang sangat penting dalam meminimalkan risiko kecelakaan listrik dan melindungi pengguna. Berikut adalah beberapa aspek penting mengenai inovasi tersebut: (Putra & Kamal)(Syafitri et al., 2024)

1. Sensor Pintar
 - a. Deteksi Real-time: Sensor pintar dapat mendeteksi perubahan arus dan tegangan secara real-time. Jika ada anomali yang menunjukkan potensi bahaya, sensor dapat segera memberikan notifikasi kepada pengguna atau sistem manajemen untuk mengambil tindakan pencegahan.
 - b. Integrasi IoT: *Teknologi Internet of Things* (IoT) memungkinkan sensor pintar terhubung dengan

perangkat lain, sehingga pengguna dapat memantau kondisi kelistrikan dari jarak jauh, meningkatkan respons terhadap bahaya listrik.

2. Alat Proteksi Listrik Canggih

- a. Circuit Breakers Pintar: Circuit breakers terbaru tidak hanya memutuskan aliran listrik saat terjadi arus lebih, tetapi juga dapat menganalisis pola penggunaan energi dan mendeteksi kebocoran arus, memberikan informasi lebih lanjut kepada pengguna tentang kondisi sistem listrik.
- b. Perangkat Proteksi Surge: Inovasi dalam perangkat proteksi surge yang lebih efisien dapat melindungi peralatan elektronik dari lonjakan arus yang berbahaya, meningkatkan durabilitas peralatan.

3. Sistem Proteksi Listrik yang Efisien

- a. Automatisasi dan Kontrol Cerdas: Sistem proteksi yang dilengkapi dengan kontrol otomatis dapat menyesuaikan pengoperasian peralatan listrik berdasarkan kondisi lingkungan dan beban yang ada, sehingga menghindari overloading.
- b. Algoritma Pembelajaran Mesin: Penggunaan algoritma pembelajaran mesin dalam manajemen energi dapat memprediksi dan mencegah kemungkinan kegagalan sistem dengan menganalisis data historis dan pola penggunaan.

4. Pengembangan Material Konduktor yang Aman dan Ramah Lingkungan

- a. Material Isolator Baru: Penelitian berkelanjutan dalam material isolasi yang lebih aman dan ramah lingkungan dapat mengurangi risiko kebocoran arus dan meningkatkan efisiensi energi.
- b. Material Berbasis Bio: Pengembangan material konduktor yang berasal dari sumber terbarukan atau biodegradable dapat berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan sambil tetap memberikan performa tinggi.

5. Tujuan Inovasi dan Teknologi

- a. Minimalkan Risiko Kecelakaan: Semua inovasi teknologi ini bertujuan untuk mengurangi kemungkinan

terjadinya kecelakaan listrik di berbagai lingkungan, baik itu di rumah, kantor, atau industri.

- b. Lindungi Pengguna: Dengan sistem yang lebih responsif dan proaktif, pengguna dapat merasa lebih aman dan terlindungi dari berbagai bahaya listrik, meningkatkan kepercayaan terhadap penggunaan peralatan listrik modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Ningsih, V.K. & Syalikha, S. (n.d.) Implementasi subsidi listrik untuk mendorong pencapaian SDGs tujuan 7. *Journal of Economics*. Available at: pubmedia.id
- Arief, B. (2023) Optimalisasi mobilitas pintar sebagai landasan pembangunan kota pintar di Ibu Kota Nusantara Negara Indonesia (IKN). Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS). Available at: uniba-bpn.ac.id
- Mubaraq, Z. (2024) Pengembangan media pembelajaran video animasi pada mata pelajaran pemasangan instalasi listrik. Available at: ar-raniry.ac.id
- Della, R.H., Nugroho, B.S., Agustawan, A., Simarmata, N., Fitriyani, E., Dewadi, F.M., Musfirah, M. & Sitorus, E. (2022) Kesehatan dan keselamatan kerja era Society 5.0. Eureka Media Aksara. Available at: researchgate.net
- Aras, M.N. (2024) Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe STAD berbantuan media pembelajaran berbasis website untuk meningkatkan hasil belajar. Available at: undiksha.ac.id
- Maramis, P. (2024) Penegakan hukum penggunaan sepeda listrik oleh anak di bawah umur di jalan raya sesuai hukum positif di Indonesia. *Lex Privatum*. Available at: unsrat.ac.id
- Kurniawan, H. (2023) Penyuluhan listrik aman bagi masyarakat Gampong di Kabupaten Aceh Besar. Available at: ar-raniry.ac.id
- Alhallaj, A.A. (2024) Analisa kelayakan komponen temperature control valve yang terdapat pada sistem air conditioning pesawat Boeing 737-800. Available at: untirta.ac.id
- Herlianto, A. (2024) Implementasi upaya meningkatkan keselamatan kerja di kapal MT. Pancaran 120. Available at: stipjakarta.ac.id
- Yusri, Y. (2024) Pengendalian keselamatan kerja dalam pembersihan tangki BBM pada saat kapal dok MV. *Winning Deeper III*. Available at: pipmakassar.ac.id
- Sari, H. (2024) Studi perancangan modul keselamatan dan

- kesehatan kerja di SMK Negeri 5 Telkom Banda Aceh. Available at: ar-raniry.ac.id
- Paulina, T. & Nugroho, H.W. (2024) Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja di Rumah Makan Saung Baraya. *Scientific Literacy Innovation and Technology Journal*, 1(02), pp.1-7. Available at: yarukom.com
- Harindah, G. (2024) Implementasi pemeliharaan prediktif berbasis analisis getaran menggunakan standar ISO 10816 pada mesin diesel di PLTD Tobelo. *Jurnal Sosial Teknologi*. Available at: greenvest.co.id
- Napitupulu, J. (2022) Study penerapan teknologi dalam pemeliharaan dan pengoperasian gardu distribusi di ULP Gunung Sitoli. *Impression: Jurnal Teknologi dan Informasi*. Available at: risetilmiah.ac.id
- Lazuardi, M.R., Sukwika, T. & Kholil, K. (2022) Analisis manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode HIRADC pada departemen assembly listrik. *Journal of Applied Management Research*, 2(1), pp.11-20. Available at: usahid.ac.id
- Ikhsan, M.Z. (2022) Identifikasi bahaya, risiko kecelakaan kerja dan usulan perbaikan menggunakan metode Job Safety Analysis (JSA). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*. Available at: jurnal-tmit.com
- Desryanto, N., Widiarto, H., Koswara, I., Putra, A.A., Isdy, M.Z., Soebiantoro, R., Taryana, T. & Kosasih, A. (2024) Sosialisasi aspek keselamatan pada instalasi listrik. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(5), pp.10491-10497. Available at: universitaspahlawan.ac.id
- Prasetyo, C.H., Masyudi, M. & Repi, V.V.R. (2024) Membangun budaya K3 di kalangan mahasiswa: langkah awal menuju lingkungan kerja yang aman. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 8(5), pp.5394-5404. Available at: ummat.ac.id
- Faruq, A.U. & Ubaidillah, L. (2024) Analisis yuridis keabsahan pengendara sepeda listrik di jalan raya berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. *Indonesian Journal of Law and Justice*. Available at: pubmedia.id

- Moris, A. (2024) Studi evaluasi kelayakan instalasi listrik pada gedung Wisma Pora di Kabupaten Pidie. Available at: ar-raniry.ac.id
- Manalu, K. (2024) Penerapan rencana keselamatan konstruksi untuk pekerjaan bangunan Irian Supermarket Setia Budi. Available at: uhn.ac.id
- Indriani, M. (2021) Penerapan budaya keselamatan dan kesehatan kerja di rumah sakit (K3RS) (skripsi literature review). Available at: stikes-yrsds.ac.id
- Putra, A.K. & Kamal, S. (n.d.) Keselamatan dan keamanan pembangkit listrik tenaga nuklir generasi 4: pendekatan, teknologi, dan pengelolaan limbah. Available at: researchgate.net
- Syafitri, L., Kamila, D.P. & Boemiya, H. (2024) Analisis yuridis penggunaan sepeda motor listrik oleh anak di bawah umur berdasarkan Permenhub Republik Indonesia Nomor PM 45 Tahun 2020. Jurnal Penelitian Inovatif. Available at: jurnal-id.com

BIODATA PENULIS



Ir. Fauzan A. Sangadji, S.T., M.T., IPM
Dosen Program Studi S1 Teknik Sipil
Universitas Pattimura Ambon

Penulis lahir di Dili pada tanggal 02 Januari 1991. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Pattimura Ambon. Menyelesaikan S1 Teknik Sipil di Universitas Pancasila Jakarta dan melanjutkan S2 Teknik Sipil di Universitas Indonesia dengan peminatan Manajemen Proyek. Penulis menekuni dunia konstruksi dan mengajar pada bidang keahlian manajemen proyek.

BIODATA PENULIS



Muhammad Segaf Purnama, S.T., M.Pd., M. Ars.

Dosen Program Studi Arsitektur

Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Indraprasta
PGRI

Menyelesaikan Pendidikan S1 Arsitektur Universitas Indraprasta PGRI tahun 2013, sempat terjun di dunia praktisi dan mendesain bangunan tempat tinggal. Dilanjutkan dengan jenjang S2 magister Arsitektur konsentrasi Arsitektur dan Sustainability di Universitas Indonesia yang diselesaikan pada tahun 2018. Setelah lulus lebih fokus ke penelitian pada bidang Teknologi Bangunan. Pernah mengikuti beberapa konferensi baik nasional maupun internasional. Tulisan yang dibuat sudah dimuat di jurnal bereputasi nasional. Saat ini aktif mengajar mata kuliah struktur, teknologi bangunan dan fisika bangunan.

BIODATA PENULIS



Monita Rahayu, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Islam Syekh-Yusuf

Penulis lahir di Jakarta tanggal 21 Desember 1986. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh-Yusuf. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Industri dan S2 pada Jurusan Teknik Industri.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. M. Ansyar Bora, S.T., M.T., IPM.

Dosen Program Studi Manajemen Rekayasa
Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Batam

Penulis kelahiran ujung pandang ini merupakan Dosen Tetap Program Studi Manajemen Rekayasa Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Batam (ITEBA). Anak pertama dari pasangan Bora Dg. Rumpa dan Dg. Baji memperoleh gelar sarjana dari Universitas Islam Makassar (2009), gelar magister dari Universitas Islam Indonesia (2015) dan gelar doktor dari Universitas Negeri Padang (2020) serta gelar profesi insinyur di Universitas Andalas (2021). Mata kuliah yang diampu antara lain Rekayasa Sistem Kerja, Ergonomi dan Faktor Manusia, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Kewirausahaan dan Desain Pengembangan Produk. Bidang penelitian yang ditekuninya diantaranya seperti: Ergonomi dan Faktor Manusia, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Manajemen Industri dan Desain Produk. Selain aktif mengajar, menulis, meneliti dan melakukan pengabdian kepada masyarakat sesuai bidang yang ditekuni, penulis juga aktif sebagai reviewer berbagai jurnal nasional dan internasional serta aktif sebagai pengurus organisasi profesi diantaranya sebagai pengurus Asosiasi Dosen Indonesia (ADI) Wilayah Kepulauan Riau periode 2020-2025, Pengurus Wilayah Persatuan Insinyur Indonesia (PII) Kepulauan Riau periode 2020-

2023 dan 2024-2027. Penulis juga pernah menjabat sebagai Kepala Lab. Teknik Industri (2009-2010), Ketua Program Studi Teknik Industri (2010-2015), Wakil Ketua 1 Sekolah Tinggi Teknik Ibnu Sina (2015-2019), Wakil 1 Dekan Fakultas Teknik Universitas Ibnu Sina (2019-2022) dan Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Batam (2022-2026).

BIODATA PENULIS



Ir. Aulia Agung Dermawan., S.T., M.T

Dosen Program Studi Manajemen Rekayasa
Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Batam

Lahir di Kota Medan, Sumatera Utara, pada 29 Juni 1994, beliau merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Pendidikan sarjananya ditempuh di Universitas Malikussaleh pada program studi Teknik Industri dari tahun 2012 hingga 2016. Setelah itu, beliau melanjutkan studi magister di bidang yang sama di Universitas Sumatera Utara dan berhasil meraih gelar M.T. pada September 2020.

Saat ini, beliau tengah menempuh pendidikan doktoral di Universitas Tun Hussein Onn Malaysia sejak Desember 2023. Di samping kegiatan akademiknya, beliau juga berperan aktif sebagai tenaga pengajar di Institut Teknologi Batam, mengabdikan diri dalam bidang Manajemen Rekayasa.