

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani, *ergon* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti aturan/hukum. Jadi ergonomi secara singkat juga dapat diartikan aturan/hukum dalam bekerja. Secara umum ergonomi didefinisikan suatu cabang ilmu yang statis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenal sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif sehat, nyaman, dan efisien. Tidak hanya hubungannya dengan alat, ergonomi juga mencakup pengkajian interaksi antara manusia dengan unsur-unsur sistem kerja lain, yaitu bahan dan lingkungan, bahkan juga metoda dan organisasi (Hilmi dkk., 2019).

Ergonomi mempunyai peran penting dalam dunia kerja yang dapat berpengaruh pada kesehatan dan produktivitas dari seorang pekerja. Secara umum, terdapat tujuan dari sebuah penerapan ergonomi, antara lain dapat meningkatkan kesejahteraan fisik maupun mental, mencegah terjadinya cedera dan penyakit yang diakibatkan pada saat bekerja, serta mengupayakan kepuasan pekerja (Nugroho, 2021). Dengan memahami prinsip ergonomi dapat memudahkan dalam evaluasi di setiap tugas. Ilmu ergonomi selalu mengalami perubahan sesuai dengan perkembangan dan kemajuan dari teknologi. Prinsip ergonomi dijadikan sebuah pedoman dalam menerapkan ilmu ergonomi di sebuah tempat kerja, Adapun prinsip-prinsip ergonomi, yaitu (Hutabarat, et al., 2023).

1. Bekerja dalam posisi atau postur normal
2. Mengurangi beban berlebihan
3. Menempatkan peralatan agar selalu berada dalam jangkauan
4. Bekerja sesuai dengan ketinggian dimensi tubuh

5. Mengurangi gerakan berulang dan berlebihan
6. Minimalisasi gerakan statis
7. Minimalisasikan titik beban
8. Mencakup jarak ruang
9. Menciptakan lingkungan kerja yang nyaman
10. Melakukan gerakan, olah raga, dan peregangan saat bekerja
11. Membuat agar *display* dan contoh mudah dimengerti
12. Mengurangi stres

Semboyan yang digunakan adalah “Sesuaikan pekerjaan dengan pekerjaanya dan sesuaikan pekerja dengan pekerjaannya” (*Fitting the Task to the Person and Fitting The Person To The Task*) menyatakan bahwa fokus ilmu ergonomi adalah manusia itu sendiri dalam arti dengan kaca mata ergonomi, kerja yang terdiri atas mesin, peralatan, lingkungan dan bahan harus disesuaikan dengan sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia tetapi bukan manusia yang harus menyesuaikan dengan mesin, alat dan lingkungan dan bahan. Ilmu ergonomi mempelajari beberapa hal yang meliputi (Sulistiadi, 2003):

1. Lingkungan kerja meliputi kebersihan, tata letak, suhu, pencahayaan, sirkulasi udara, desain peralatan dan lainnya.
2. Persyaratan fisik dan psikologis (mental) pekerja untuk melakukan sebuah pekerjaan: pendidikan, postur badan, pengalaman kerja, umur dan lainnya. Bahan-bahan/peralatan kerja yang berisiko menimbulkan kecelakaan kerja: pisau, palu, barang pecah belah, zat kimia dan lainnya.
3. Interaksi antara pekerja dengan peralatan kerja: kenyamanan kerja, kesehatan dan keselamatan kerja, kesesuaian ukuran alat kerja dengan pekerja, standar operasional prosedur dan lainnya.

Manusia dengan segala sifat dan tingkah lakunya merupakan makhluk yang sangat kompleks. Untuk mempelajari manusia, tidak cukup ditinjau dari satu disiplin ilmu saja. Maksud dan tujuan dari disiplin ilmu ergonomi adalah mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia, teknologi dan produk-produknya, sehingga dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia-mesin (teknologi) yang optimal. *Human*

Engineering atau sering juga disebut sebagai ergonomi didefinisikan sebagai perancangan “*man-machine interface*”, sehingga pekerja dan mesin/produk lainnya bisa berfungsi lebih efektif dan efisien sebagai sistem manusia-mesin yang terpadu (Wignjosoebroto, 2003).

Sasaran dari ilmu ergonomi ini adalah untuk meningkatkan prestasi kerja yang tinggi dalam kondisi aman, sehat, dan nyaman. Aplikasi ilmu ergonomi digunakan untuk perancangan produk, meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja serta meningkatkan produktivitas kerja. Dengan mempelajari tentang ergonomi maka kita dapat mengurangi risiko potensi bahaya, nyaman saat bekerja dan meningkatkan produktivitas dan kinerja serta memperoleh banyak keuntungan. Oleh karena itu penerapan prinsip ergonomi di tempat kerja diharapkan dapat menghasilkan manfaat bagi pekerja dan industri.

Dengan melakukan penilaian ergonomi di tempat kerja dapat menghasilkan manfaat sebagai berikut (Sulistiadi, 2003):

1. Mengurangi potensi timbulnya kecelakaan kerja.
2. Mengurangi potensi gangguan kesehatan pada pekerja
3. Meningkatkan produktivitas dan penampilan kerja.

2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan kesehatan kerja adalah keselamatan yang berkaitan dengan manusia, metode, material, lingkungan kerja, desain, dan peralatan, keselamatan dan kesehatan kerja (K3) difilosofikan sebagai suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani maupun rohani tenaga kerja pada khususnya dan manusia pada umumnya, hasil karya dan budayanya menuju masyarakat makmur dan sejahtera. Sedangkan pengertian secara keilmuan adalah suatu ilmu pengetahuan dan penerapannya dalam usaha mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja (Ningsih dkk., 2019).

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) tidak dapat dipisahkan dengan proses produksi baik jasa maupun industri. Perkembangan pembangunan setelah Indonesia merdeka menimbulkan konsekuensi meningkatkan intensitas kerja yang

mengakibatkan pula meningkatnya risiko kecelakaan di lingkungan kerja (Kani, 2013).

Undang – Undang Kesehatan Nomor 23 Tahun 1992 Bagian 6 Tentang Kesehatan Kerja, pada Pasal 23 berisi:

1. Kesehatan kerja diselenggarakan untuk mewujudkan produktivitas kerja yang optimal.
2. Kesehatan kerja meliputi perlindungan kesehatan kerja, pencegahan penyakit akibat kerja, dan syarat kesehatan kerja.
3. Setiap tempat kerja wajib menyelenggarakan kesehatan kerja.

Kecelakaan adalah kejadian yang tidak terduga dan tidak diharapkan. Tidak terduga oleh karena latar belakang peristiwa itu tidak terdapat adanya unsur kesengajaan, lebih-lebih dalam bentuk perencanaan. Oleh karena peristiwa kecelakaan disertai kerugian material ataupun penderitaan dari yang paling ringan sampai pada yang paling berat (Kani, 2013).

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) juga merupakan kelancaran dalam suatu aktifitas produksi yang dipengaruhi dengan seberapa aman dan nyamannya lingkungan produksi serta harus ditunjang oleh teknologi dan kondisi mesin yang selalu dalam kondisi yang normal dan terawat, dan yang terakhir harus didukung pula dengan peralatan yang sesuai dengan keperluan kerja dan dalam kondisi yang baik dan layak pakai (Sofyan, 2016). Penerapan pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) bagi karyawan adalah sebuah aspek yang sangat penting dalam dunia kerja modern. Latar belakang mendasar mengenai pentingnya menerapkan K3 ini adalah terkait dengan kesejahteraan dan produktivitas karyawan, yang secara langsung berkaitan dengan kinerja perusahaan secara keseluruhan. Karyawan yang bekerja dalam lingkungan yang aman dan sehat cenderung lebih produktif, memiliki tingkat kehadiran yang lebih baik, dan cenderung memiliki tingkat kepuasan kerja yang lebih tinggi (Sarbiah, 2023). Selain itu, aspek etika dan tanggung jawab sosial perusahaan juga menjadi alasan kuat untuk menerapkan K3. perusahaan yang memprioritaskan K3 menunjukkan perhatian mereka terhadap kesejahteraan karyawan, lingkungan kerja yang aman, serta tanggung jawab mereka dalam menjaga keberlanjutan dan integritas

perusahaan. Adapun tujuan dari Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) yaitu sebagai berikut (Sofyan, 2016):

1. Melindungi keselamatan pekerja dalam melakukan pekerjaannya untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan kinerja.
2. Menjamin keselamatan setiap orang lain yang berada di tempat kerja.
3. Sumber produksi terpelihara dan dipergunakan secara aman dan efisien.

Penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) bagi karyawan merupakan aspek yang sangat krusial dalam dunia kerja saat ini. Dasar pentingnya penerapan K3 berkaitan dengan kesejahteraan dan produktivitas karyawan, yang secara langsung memengaruhi kinerja perusahaan secara keseluruhan. Karyawan yang bekerja di lingkungan yang aman dan sehat cenderung lebih produktif, memiliki tingkat kehadiran yang lebih baik, dan biasanya memiliki kepuasan kerja yang lebih tinggi (Rocky dkk, 2019). Selain itu, terdapat aspek etika dan tanggung jawab sosial perusahaan yang menjadi alasan kuat untuk menerapkan K3. Perusahaan yang mengutamakan K3 menunjukkan kepedulian terhadap kesejahteraan karyawan, menciptakan lingkungan kerja yang aman, serta tanggung jawab mereka dalam menjaga keberlanjutan dan integritas perusahaan. Di samping itu, pemerintah dan badan pengatur juga menerapkan berbagai peraturan dan regulasi terkait K3 untuk memastikan bahwa perusahaan mematuhi standar tertentu dalam melindungi karyawan (Sarbiah, 2023).

2.3 Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja adalah kecelakaan pada perusahaan atau suatu kejadian yang tidak dikehendaki, dapat mengakibatkan kerugian jiwa serta kerusakan harta benda. Keadaan itu biasanya terjadi sebagai akibat dari adanya kontak dengan sumber energi yang melebihi ambang batas atau diluar kendali. Dengan perkembangan pembangunan menimbulkan konsekuensi meningkatkan intensitas kerja yang mengakibatkan pula meningkatnya risiko kecelakaan di lingkungan kerja. Kecelakaan disebut juga kejadian yang tidak terduga dan tidak diharapkan. Tidak terduga, oleh karena dibelakang peristiwa itu tidak terdapat unsur kesengajaan. Kecelakaan dapat terjadi dikarenakan oleh pekerjaan atau pada waktu melaksanakan pekerjaan (Aryantiningasih, 2015).

Simanjutak (2012), memberikan suatu ilustrasi mengenai hal ini. “*active failures*” ini seperti nyamuk-nyamuk. Mereka dapat dibunuh satu-persatu, tapi apa yang terjadi mereka tetap saja datang. Langkah terbaik untuk memperbaiki hal ini adalah membuat suatu pencegahan yang efektif dan mengeringkan rawa-rawa, tempat dimana nyamuk – nyamuk itu berkembang biak yang ada”. Rawa – rawa tersebut disini dapat dianalogikan dengan faktor-faktor yang terdapat di tempat kerja ataupun di dalam instansi. Perlu diingat bahwa keadaan manusia (*human condition*) tidak dapat diubah.

Dalam pendekatan sistem ini, *defenses system* (pencegahan, perlindungan, dan lain sebagainya) merupakan kunci atau merupakan fokus pemikiran. Pencegahan (*defenses system*) merupakan suatu fungsi yang dipakai untuk mencegah terjadinya kecelakaan atau menghindari kecelakaan tersebut. Sistem ini sebaiknya dibuat sedemikian rupa sehingga setiap lapis pencegahan dapat saling menjaga satu dengan yang lainnya. Pencegahan itu dapat berupa dua macam, yaitu pencegahan berupa teknik, atau berupa peraturan dan sumber daya manusianya. Secara teknik dapat berupa peralatan keselamatan, alarm, dan lainnya. Sedangkan peraturan dan prosedur mengenai keselamatan, sertifikat, dapat menjadi salah satu bentuk pencegahan yang lainnya. Idealnya, suatu pertahanan (*defense*) tidak mempunyai celah, tetapi kenyataannya suatu sistem pertahanan banyak ditemui celah. (Simanjutak, 2012).

2.4 Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja

Untuk menjamin keselamatan dan kesehatan kerja diperlukan APD yang memenuhi syarat sehingga dapat mengurangi terjadinya risiko kecelakaan kerja. Oleh karena itu dengan adanya industri yang sedang berkembang, maka keselamatan kerja dan kesehatan kerja harus menjadi pedoman bagi tenaga kerja maupun perusahaan. Timbulnya bahaya akibat kerja dapat berupa kecelakaan kerja. Kecelakaan akibat kerja banyak sekali faktor –faktor yang mempengaruhinya, diantaranya adalah kecelakaan yang berhubungan dengan hubungan kerja pada perusahaan. Faktor-Faktor penyebab terjadinya kecelakaan terjadinya kecelakaan kerja, baik dari aspek penyakit akibat kerja maupun kecelakaan kerja, dipengaruhi beberapa faktor diantaranya sebagai berikut (Amelita, 2019).

1. Faktor fisik yang meliputi penerangan, suhu, udara, kelembapan, cepat rambat, radiasi. Tekanan udara dan lain-lain.
2. Faktor kimia yaitu berupa gas, uap, debu, kabut, asap, awan, cairan, dan benda-benda padat lainnya.
3. Faktor biologi yaitu baik dari golongan hewan ataupun tumbuh-tumbuhan
4. Faktor ergonomis seperti cara kerja, sikap kerja, konstruksi mesin
5. Faktor mental-psikologis yaitu susunan kerja, hubungan antara pekerja dengan pengusaha, pemeliharaan kerja dan sebagainya.

Beberapa teori mengenai kecelakaan kerja telah dikembangkan, khususnya terkait dengan faktor yang menyebabkan timbulnya kecelakaan kerja. Pada tahun 1931, Heinrich mengemukakan sebuah teori yang menyebutkan bahwa setiap kecelakaan kerja disebabkan adanya lima faktor berurutan yang digambarkan seperti domino. Teori yang dikenal dengan teori domino tersebut menjelaskan bahwa kecelakaan kerja dapat terjadi karena adanya kebiasaan, kesalahan seseorang, perbuatan, dan kondisi yang tidak aman sehingga dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Teori tersebut kemudian dikembangkan kembali oleh Frank E. Bird dan Germain menjelaskan bahwa kecelakaan kerja disebabkan secara langsung oleh *unsafe actions* dan *unsafe conditions*. berdasarkan hasil penelitian, penyebab kecelakaan kerja 85% disebabkan oleh *unsafe actions* (Amelita, 2019).

2.4.1 Klasifikasi Kecelakaan Kerja

Berikut ini adalah beberapa jenis klasifikasi menurut kecelakaan kerja yaitu diantaranya sebagai Berikut (Susanti.dkk, 2018).

1. Klasifikasi menurut jenis kecelakaan:
 - a. Terjatuh
 - b. Tertimpa benda
 - c. Tertumbuk atau terkena benda-benda
 - d. Terjepit oleh benda
 - e. Gerakan gerakan melebihi kemampuan
 - f. Pengaruh suhu tinggi
 - g. Terkena arus listrik
 - h. Kontak bahan-bahan berbahaya atau radiasi

2. Klasifikasi menurut penyebab:
 - a. Mesin, yaitu diantaranya seperti mesin las, mesin bubut, mesin penggergaji kayu dan sebagainya.
 - b. Alat angkut, yaitu misalnya seperti alat angkut darat, udara, dan air.
 - c. Peralatan lain misalnya dapur pembakar dan pemanas, instalasi pendingin, alat-alat listrik, dan sebagainya.
 - d. Bahan-bahan, zat-zat dan radiasi, misalnya bahan peledak, gas, zat-zat kimia dan sebagainya.
 - e. Lingkungan kerja yaitu seperti diluar bangunan, didalam bangunan, dan dibawah tanah.
3. Klasifikasi menurut sifat luka atau kelainan:
 - a. Patah tulang
 - b. Dislokasi (keseleo)
 - c. Regangan otot (urat)
 - d. Memar dan luka dalam yang lain
 - e. Amputasi
 - f. Luka di permukaan
 - g. Geger dan remuk
 - h. Luka bakar
 - i. Keracunan-keracunan mendadak
 - j. Pengaruh radiasi
4. Klasifikasi menurut letak kelainan atau luka ditubuh:
 - a. Kepala
 - b. Leher
 - c. Badan
 - d. Anggota atas
 - e. Anggota bawah
 - f. Banyak tempat
 - g. Letak lain yang tidak termasuk dalam klasifikasi tersebut.

2.5 *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)*

Metode HIRARC adalah metode yang terdiri dari identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan pengendalian risiko (*risk control*). Potensi penurunan yang dapat terjadi juga perlu dibuat setelah membuat pengendalian resiko. Potensi penurunan dibuat sebagai acuan atau target dari pengendalian yang diterapkan (Albert Wijaya dkk., 2015). Metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) merupakan rangkaian proses identifikasi bahaya dalam aktivitas rutin dan non rutin. HIRARC bertujuan untuk pencegahan dan pengurangan potensi terjadinya kecelakaan kerja, menghindari dan meminimalkan risiko yang terjadi secara tepat dengan cara menghindari dan meminimalkan risiko terjadinya kecelakaan kerja serta pengendaliannya dalam rangka melakukan proses kegiatan sehingga prosesnya menjadi aman (Fazri R, 2017).

2.5.1 Penilaian Risiko

Penilaian risiko adalah proses mengkaji apakah risiko yang ada dapat diterima atau tidak oleh pekerja. Penilaian resiko sebaiknya dilakukan dengan melibatkan beberapa orang (berkelompok) seperti pekerja yang bekerja secara langsung, pengawas, petugas pengelola keselamatan, dan orang – orang lain yang terkait karena keahlian atau pekerjaan terhadap risiko yang akan dikaji. Penilaian risiko dapat dilakukan secara kualitatif, semi kuantitatif, maupun kuantitatif. Berikut ini adalah beberapa tabel penilaian yang digunakan untuk penilaian risiko dengan menggunakan metode HIRARC.

Tabel 2. Tingkat Keparahannya

Tingkatan	Kriteria	Penjelasan
1	<i>Insignificance</i> (Tidak bermakna)	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial kecil.
2	<i>Minor</i> (Kecil)	P3K, penanganan di tempat, dan kerugian finansial sedang.
3	<i>Moderate</i> (Sedang)	Memerlukan perawatan medis, penanganan ditempat dengan bantuan pihak luar, kerugian finansial besar.
4	<i>Major</i> (Besar)	Cedera berat, kehilangan kemampuan produksi penanganan luar area tanpa efek negatif kerugian finansial besar.
5	<i>Catastrophic</i> (Bencana)	Kematian, keracunan hingga ke luar area dengan efek gangguan, kerugian finansial besar.

(Sumber: AS/NZS 4360, 2004)

Pada tabel tingkat keparahan yang digunakan di atas tingkatan atau levelnya dibagi menjadi 5 diantaranya, *Igsinification* (tidak bermakna), *Minor* (Kecil), *Moderate* (Sedang), *Major* (Besar), dan *Catastrophic* (Bencana).

Tabel 3. Kemungkinan atau Peluang

Tingkatan	Kriteria	Penjelasan
5	<i>Almost Certain</i> (Hampir pasti akan terjadi)	Terjadi hampir di semua keadaan.
4	<i>Likely</i> (Cenderung untuk terjadi)	Sangat mungkin terjadi hampir disemua keadaan.
3	<i>Possible</i> (Mungkin dapat terjadi)	Dapat terjadi sewaktu-waktu.
2	<i>Unlikely</i> (Kecil kemungkinan terjadi)	Kemungkinan terjadi jarang.
1	<i>Rare</i> (Jarang sekali)	Hanya dapat terjadi pada keadaan tertentu.

(Sumber: AS/NZS 4360, 2004)

Tabel 3 merupakan tingkatan kemungkinan atau peluang yang digunakan pada metode HIRARC, tingkatan tersebut terbagi menjadi 5 diantaranya yaitu, *Almost certain* (hampir pasti akan terjadi), *Likely* (cenderung untuk terjadi), *possible* (mungkin dapat terjadi), *Unlikely* (kecil kemungkinan terjadi) dan terakhir yaitu *Rare* (jarang sekali).

Tabel 4. Matriks Penilaian Risiko

Kemungkinan (Peluang)	Keparahan atau Akibat				
	1	2	3	4	5
5	H	H	E	E	E
4	M	H	H	E	E
3	L	M	H	E	E
2	L	L	M	H	E
1	L	L	M	H	H

(Sumber: AS/NZS 4360, 2004)

Tabel 4 yaitu matriks penilaian risiko. Cara penentuan matriks penilaian risiko, yaitu dengan cara menggabungkan hasil kategori tingkat keparahan dengan kategori kemungkinan atau peluang.

Tabel 5. Keterangan Matriks Risiko

Simbol	Keterangan
E	<i>Extreme Risk</i> (risiko ekstrim), hentikan kegiatan dan perlu perhatian manajemen puncak.
H	<i>High Risk</i> (risiko tinggi), perlu mendapat perhatian dari manajemen puncak dan tindakan perbaikan segera dilakukan.
M	<i>Moderate Risk</i> (risiko menengah), tindakan perbaikan dapat dijadwalkan kemudian, dan penanganan cukup dilakukan dengan prosedur yang ada.
L	<i>Low Risk</i> (risiko rendah), risiko dapat diterima.

(Sumber: AS/NZS 4360, 2004)

Tabel 5 merupakan keterangan dari matriks risiko yang dibedakan menjadi 4 tingkatan yaitu simbol E (*Extreme risk*), simbol H (*High risk*), simbol M (*Moderate Risk*), dan terakhir yaitu simbol L (*Low risk*).

2.5.2 Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko adalah cara untuk mengatasi potensi bahaya yang terdapat dalam lingkungan kerja. Potensi bahaya tersebut dapat dikendalikan dengan menentukan suatu skala prioritas terlebih dahulu yang kemudian dapat membantu dalam prioritas terlebih dahulu yang kemudian dapat membantu dalam pemilihan pengendalian risiko yang disebut hirarki pengendalian risiko. Hirarki pengendalian risiko menurut OHSAS 18001, terdiri dari lima hirarki pengendalian yaitu *eliminasi*, *substitusi*, *engineering control*, *administratif control*, dan alat pelindung diri (APD) (Wijaya, 2015).

Berkaitan dengan risiko K3, pengendalian risiko dilakukan dengan mengurangi kemungkinan atau keparahan dengan mengikuti hirarki sebagai berikut:

1. Eliminasi

Eliminasi adalah teknik pengendalian dengan menghilangkan sumber bahaya, misalnya lubang dijalan ditutup, ceceran minyak dilantai dibersihkan, mesin yang bising dimatikan. Cara ini sangat efektif karena sumber bahaya dieliminasi sehingga potensi risiko dapat dihilangkan. Karena itu teknik ini menjadi pilihan utama dalam hirarki pengendalian risiko.

2. Substitusi

Substitusi adalah teknik pengendalian bahaya dengan mengganti alat, bahan, sistem atau prosedur yang berbahaya dengan lebih aman atau lebih rendah bahayanya. Teknik ini banyak digunakan, misalnya, bahan kimia berbahaya dalam proses produksi diganti dengan bahan kimia lain yang lebih aman.

3. Pengendalian Teknis

Sumber bahaya biasanya berasal dari peralatan atau sarana teknis yang ada di lingkungan kerja. Karena itu, pengendalian bahaya dapat dilakukan melalui perbaikan pada desain, penambahan peralatan dan pemasangan peralatan pengaman.

4. Pengendalian Administratif

Pengendalian bahaya juga dapat dilakukan secara administratif misalnya dengan mengatur jadwal kerja, istirahat, cara kerja atau prosedur kerja yang lebih aman, rotasi, atau pemeriksaan kesehatan.

5. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Pilihan terakhir untuk mengendalikan bahaya adalah dengan memakai alat pelindung diri misalnya pelindung kepala, sarung tangan, pelindung pernafasan, pelindung jatuh, dan pelindung kaki. Dalam konsep K3, penggunaan APD merupakan pilihan terakhir dalam pencegahan kecelakaan. Hal ini disebabkan karena alat pelindung diri bukan untuk mencegah kecelakaan namun hanya sekedar mengurangi efek atau keparahan kecelakaan.

2.6 *Fault Tree Analysis (FTA)*

FTA merupakan suatu alat yang sederhana dalam melakukan pendekatan terhadap keamanan dan reabilitas suatu produk. Untuk membangun model FTA dilakukan dengan mewawancarai pihak pekerja rantai produksi dan melakukan pengamatan langsung terhadap proses produksi. FTA adalah sebuah analisis teknik duktif realibilitas dan analisis keselamatan yang umumnya digunakan untuk dinamis yang kompleks. Seperti yang digunakan saat ini, FTA adalah model yang logis dan grafis yang mewakili berbagai kombinasi dari peristiwa yang tidak

diinginkan. FTA menggunakan diagram pohon untuk menunjukkan *cause and-effect* dari peristiwa (yang tidak diinginkan dan untuk berbagai penyebab kegagalan) (Mayangsari, 2015).

Metode *Fault Tree Analysis* berguna untuk mengidentifikasi kegagalan (failure) dari suatu sistem. *Fault Tree Analysis* berorientasi pada fungsi atau yang lebih dikenal dengan “*top down approach*” karena analisa ini berawal dari system level (*top*) dan meneruskannya ke bawah. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan dari kejadian puncak (*Top Event*) kemudian merinci sebab – sebab suatu *Top Event* sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*). (Taufik H, 2020)

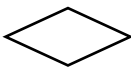
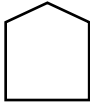
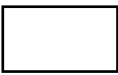
Adapun untuk tahapan dalam melakukan *fault tree analysis* adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas dari suatu sistem yang ditinjau langkah ini bertujuan untuk mencari *top event* yang merupakan definisi kegagalan dari suatu sistem.
2. Penggambaran model grafis pohon kegagalan Model grafis FTA memuat simbol kejadian dan simbol gerbang. Simbol kejadian merupakan simbol yang berisi kejadian pada sistem, sedangkan simbol gerbang adalah simbol yang menyatakan hubungan kejadian input yang mengarah pada kejadian output.
3. Mencari minimal *cut set* dari analisis FTA Minimal *cut set* adalah kombinasi terkecil dari komponen kegagalan yang mana apabila terjadi akan menyebabkan terjadinya *top event*. Setiap pohon kegagalan memiliki beberapa minimal *cut set*. Minimal cut set satu komponen mewakili kesalahan single yang dapat menyebabkan *top event* terjadi. Sedangkan, minimal cut set dua komponen mewakili kesalahan *double* yang ketika bersama akan menyebabkan terjadinya *top event*.
4. Menganalisis pohon kesalahan secara kualitatif. Langkah ini adalah mencari minimal *cut set* menggunakan Aljabar Boolean, yaitu aljabar yang dapat digunakan untuk penyederhanaan atau menguraikan rangkaian logika yang rumit menjadi rangkaian logika sederhana. Minimal *cut set* yang telah

didapat kemudian disusun sesuai dengan ukurannya. Satu komponen disusun lebih dulu, kemudian dua komponen, dan seterusnya.

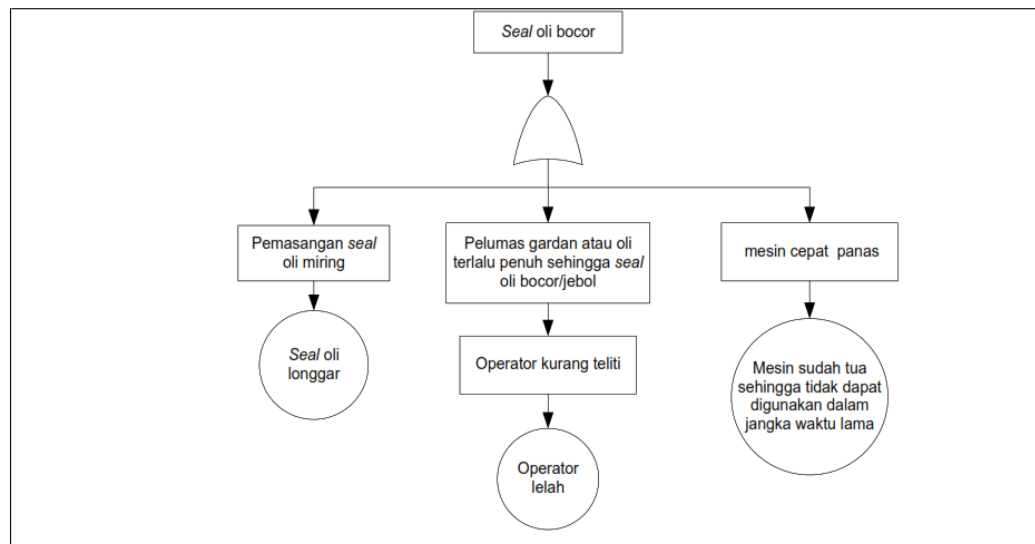
5. Menganalisis pohon kesalahan secara kuantitatif setelah mendapatkan minimal *cut set*, kemudian dilakukan analisis kuantitatif. Analisis FTA secara kuantitatif menggunakan teori reliabilitas atau dapat didefinisikan sebagai nilai *probabilitas* bahwa suatu komponen atau suatu sistem akan sukses menjalani fungsinya, dalam jangka waktu dan operasi tertentu.

Secara umum metode *Fault Tree Analysis* adalah sebuah metode menyelesaikan kasus apabila terjadi sesuatu kegagalan atau hal yang tidak diinginkan dengan mencari akar – akar permasalahan *Basic Event* yang muncul dan diuraikan dari setiap indikasi kejadian puncak (*Top Event*). Berikut merupakan symbol – symbol yang ada pada *Fault Tree Analysis* dapat dilihat pada tabel.

Simbol	Deskripsi
	Peristiwa Dasar.
	Peristiwa Yang Mempengaruhi Keadaan
	Peristiwa Yang Belum Berkembang
	Peristiwa Eksternal
	Kotak Kesalahan
	Dan
	Atau
	Eksklusif

(Sumber : Roehan, 2014)

Setelah mengetahui simbol-simbol dari FTA, selanjutnya memahami dari diagram FTA. Berikut ini merupakan contoh dari FTA yang diilustrasikan pada gambar 1.



Gambar 1. Contoh FTA
(Sumber: Mayangsari, 2015)

Kotak kesalahannya adalah *seal* oli bocor. Lalu, mempunyai kemungkinan terdapat kesalahan pada pemasangan *seal* oli miring, pelumas garden atau oli terlalu penuh, atau mesin cepat panas. Akar masalah dari *seal* oli miring adalah *seal oli longgar*. Selanjutnya, pelumas garden atau oli penuh disebabkan operator lelah. Terakhir mesin cepat panas disebabkan oleh mesin sudah tua.

2.7 5W + 1H

Metode 5W+1H adalah metode yang digunakan untuk mencari tahu masalah yang terjadi secara terperinci. Prinsip 5W+1H merupakan rencana tindakan (*action plan*) yang memuat secara jelas setiap tindakan perbaikan atau peningkatan, dengan mempertanyakan apa, kapan, di mana, siapa, mengapa, dan bagaimana terkait tindakan perbaikan atau peningkatan yang diusulkan (Hayuni dkk, 2024). 5W+1H merupakan unsur pokok yang di dalamnya mengandung beberapa bagian. Semua bagian unsur pokok tersebut sangat penting. Unsur pokok tersebut adalah sebagai berikut. *What*, merupakan kejadian apa yang sedang berlangsung. *Who*, merupakan siapa orang di dalam kejadian tersebut. *Where*, merupakan di mana kejadian tersebut berlangsung. *When*, merupakan kapan

kejadian tersebut terjadi. *Why*, merupakan mengapa kejadian tersebut bisa terjadi. *How*, merupakan bagaimana kejadian tersebut terjadi (Syaharani dkk, 2023)

Penggunaan metode 5W+1H diketahui sebagai strategi yang dipakai dalam proses perencanaan di bidang manajemen. 5W+1H pada dasarnya meliputi:

1. *What* : Apa? Dalam analisis ini, dijelaskan mengenai rencana tindakan yang akan dilaksanakan, persiapan yang perlu disiapkan, serta faktor-faktor lain yang perlu dipertimbangkan seperti alokasi dana, sumber daya manusia, dan fasilitas yang diperlukan.
2. *Where* : Di mana? Saat membicarakan mengenai "dimana," hal yang harus dipertimbangkan adalah tempat atau suasana di mana kita akan menjalankan suatu rencana.
3. *When* : Kapan? Perhatian pada "kapan" berhubungan dengan aspek waktu, yakni menentukan saat yang tepat untuk melaksanakannya dan seberapa efektif kita dalam mengatur serta mengelola waktu tersebut.
4. *Who* : Siapa? "*Who*" mencakup analisis mengenai siapa yang akan melaksanakan tugas tersebut, mencakup kebutuhan pekerja baik dari segi jumlah maupun kualitas, pola pengembangan karier, kebijakan dalam pengelolaan dan evaluasi, serta metode dan teknik untuk pengadaan pekerja yang akan diterapkan.
5. *Why* : Mengapa? Analisis "*Why*" mencakup alasan atau sebab yang mendasari mengapa kita perlu melaksanakan suatu kegiatan.
6. *How* : Bagaimana? "*How*" berkaitan dengan seberapa efektif cara yang kita gunakan untuk mengelola, mempertahankan, dan memaksimalkan baik kualitas maupun kuantitas suatu proses (Husna Fasha, 2024).