

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pabrik pengolahan kelapa sawit (PPKS) merupakan pabrik penghasil minyak kelapa sawit yang diolah menjadi minyak goreng, bahan baku produk kecantikan dll. Kelapa sawit merupakan bahan baku utama dalam produksi *Crude Palm Oil* (CPO). Masyarakat di Indonesia banyak memanfaatkan minyak sawit untuk berbagai keperluan, termasuk memasak dan perawatan pribadi. Fakta bahwa minyak sawit menjadi bahan penting dalam banyak masakan Indonesia menjadi salah satu penyebab tren ini.

Salah satu faktor yang mempengaruhi produksi pengolahan kelapa sawit adalah kondisi pabrik. Salah satu pabrik kelapa sawit yang ada di Sumatera Selatan berada di PTPN VII Unit Betung, Palembang. PPKS ini mengolah tandan buah segar kelapa sawit dan kernel biji kelapa sawit menjadi minyak *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO). Adapun stasiun – stasiun di pabrik pengolahan kelapa sawit yaitu; stasiun penimbangan, sortasi, *loading ramp*, rebusan (*sterilizer*), *hoisting crane*, penebah (*thresher*), pengepresan, pemurnian minyak, kernel, dan stasiun katel (*boiler*). Area setiap stasiun memiliki tingkatan potensi bahaya masing – masing yang mempunyai dampak dan efek bahaya. Maka dari itu wajib bagi pekerja memakai alat pelindung diri dengan baik yang telah disediakan oleh pabrik dan perusahaan.

Menurut Muharani dan Dameria dalam Sitepu dan Simanungkalit (2020) kecelakaan kerja tidak terjadi kebetulan melainkan ada sebabnya. Di tempat kerja, kecelakaan dapat terjadi karena dua alasan utama. Hal-hal yang tidak berhubungan dengan manusia termasuk dalam kategori pertama, yang terdiri dari unsur mekanik dan lingkungan. Kedua, ada kategori orang yang sebenarnya menjadi penyebab kecelakaan. Penelitian yang dilakukan Nuraini (2020) mengungkapkan bahwa faktor manusia menyumbang 85% penyebab kecelakaan. Menghilangkan atau mengganti potensi risiko, menerapkan pengendalian teknik,

sistem peringatan, pengendalian administratif, dan APD adalah bagian dari manajemen bahaya di tempat kerja.

Dunia usaha di Indonesia masih belum menghargai kesehatan dan keselamatan karyawan dalam bekerja. Keselamatan dan kesehatan kerja harus diperhatikan karena hal inilah yang menjadi penyebab masih terjadinya penyakit dan kecelakaan kerja, salah satunya menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)*.

Pada PPKS di PTPN VII Unit Betung salah satu stasiun yang memiliki potensi bahaya dan kecelakaan kerja adalah stasiun ketel (*boiler*). Stasiun ketel (*boiler*) adalah jantung dari PPKS. Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk mengambil judul Laporan Tugas Akhir Mahasiswa yang berjudul **"Identifikasi Bahaya Penilaian Resiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Stasiun Boiler dengan Menggunakan Metode HIRARC PTPN VII Unit Betung"**.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penyusunan Laporan Tugas Akhir Mahasiswa ini adalah:

- 1) Mempelajari identifikasi bahaya pada area kerja di stasiun *boiler*.
- 2) Mempelajari penilaian resiko pada area kerja di stasiun *boiler*.
- 3) Mempelajari pengendalian resiko pada area kerja di stasiun *boiler*.

1.3 Kontribusi

Kontribusi dari penyusunan Laporan Tugas Akhir Mahasiswa ini antara lain:

- 1) Bagi Politeknik Negeri Lampung, sebagai referensi dan informasi tambahan mengenai kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di stasiun boiler pabrik pengolahan kelapa sawit.
- 2) Bagi masyarakat, memberi informasi tambahan mengenai kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di stasiun ketel (*boiler*) pabrik pengolahan kelapa sawit.

1.4 Gambaran Umum Perusahaan

1.4.1 Sejarah perusahaan

PTPN VII Unit Betung merupakan satu dari enam pabrik kelapa sawit yang dimiliki PTPN VII. Memiliki kapasitas pengolahan 45 ton TBS/jam. Untuk memenuhi selera lokal, seluruh produk sawit PTPN VII dijual. Pada tahun 2021, produk minyak sawit PTPN VII terjual sebanyak 154.704 metrik ton atau 0,33 persen dari total produksi minyak sawit mentah Indonesia sebesar 46,88 juta metrik ton. Diproduksi oleh perkebunan kelapa sawit seluas 3.162 hektar (ha), Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Betung mengolah kelapa sawit sebagai komoditas tunggal. Produk akhirnya adalah TBS merupakan singkatan dari tandan buah segar. Unit Betung merupakan rumah bagi dua unit pengolahan kelapa sawit. Pabrik pertama dapat mengolah 45 ton tandan buah mentah (TBS) per jam dan mengubahnya menjadi minyak sawit mentah (CPO). Yang kedua bisa menangani 100 ton CPO per hari.

Erfacht Ex. N.V. Maatschappij Tot Exploitatie Der Cultuur Ondernemingen Van Emoorman En Compagnie memiliki properti di mana Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Betung berada, berdasarkan keputusan pemerintah nomor 19 tahun 1959 dan undang-undang nasionalisasi nomor 86 tahun 1958. Negara bermaksud untuk memerintah dan mengurus Tanah Hak Erfacht yang selanjutnya menjadi milik PT Perusahaan Nusantara VII.

1.4.2 Visi dan misi perusahaan

Visi dan misi perusahaan PT Perkebunan Nusantara VII Unit Usaha Betung adalah sebagai berikut:

A. Visi

Visi PT Perkebunan Nusantara VII menjadi perusahaan *agribisnis* yang tangguh dengan tata kelola yang baik.

B. Misi

Misi dari PT Perkebunan Nusantara VII Unit Usaha Betung adalah sebagai berikut:

1. Keberhasilan jangka panjang dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit yang ramah lingkungan melalui penggunaan teknologi pertumbuhan dan pemrosesan yang mutakhir dan berkelanjutan.

2. Mewujudkan pasar lokal dan internasional bahan baku industri dan barang jadi dengan kualitas unggul.
3. Meningkatkan pertumbuhan perusahaan dengan menjadikan barang-barang yang berdaya saing melalui tata kelola bisnis yang baik.
4. Dengan menggunakan teknologi mutakhir, bangun perusahaan industri yang terhubung secara lancar dengan perusahaan inti kelapa sawit.
5. Menggunakan sumber daya perusahaan yang prospektif untuk melakukan pertumbuhan komersial.
6. Menciptakan suasana yang menguntungkan bagi dunia usaha namun tetap memperhatikan kepentingan seluruh pemangku kepentingan.

1.4.3 Letak Geografis Perusahaan

PT Perkebunan Nusantara VII Unit Usaha Betung secara *administratif* terletak di Desa Teluk Kijing III, Kecamatan Lais, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Secara geografis PT Perkebunan Nusantara VII Unit Betung terletak pada titik *koordinat* 02°.50.843'LS dan 104°.09.638'BT, dengan batas wilayah sebagai berikut:

- a) Sebelah timur : Desa Teluk Kijing III 56
- b) Sebelah barat : Desa Sukamulya
- c) Sebelah utara : Kebun masyarakat dan SPN Betung
- d) Sebelah selatan : Desan Talang ucin

1.4.4 Luas kebun dan pabrik

Pabrik kelapa sawit Betung dengan kolam penampungan air sementara dan tempat penampungan limbah cairnya menempati lahan sekitar 21 hektare. Sekitar 30.671,67 hektare (ha) berada dalam kepemilikan usaha ini. Unit Usaha Betung terdiri dari empat divisi—I, II, III, dan IV—yang mencakup wilayah yang sangat luas.

1.4.5 Struktur organisasi pabrik

Struktur organisasi garis dan staf digunakan di pabrik kelapa sawit PT Perkebunan Nusantara VII Betung. Pengelola Unit Usaha Betung PT Perkebunan Nusantara VII PKS merupakan pejabat eksekutif tertinggi dan bertanggung jawab atas seluruh operasional di dalam unit tersebut. Lampiran 2 menampilkan bagan organisasi PTPN VII Unit Betung.

A. *Manager*

Tugas dan tanggung jawab:

1. Memastikan kepemimpinan dan pengembangan organisasi yang efektif dan efisien untuk menjamin kelangsungannya.
2. Awasi pekerjaan bawahan Anda dan berikan umpan balik serta arahan yang bermanfaat.
3. Mendorong bawahan untuk mengembangkan keterampilannya melalui pelatihan, diskusi kelompok, dan rapat kerja rutin guna mencapai tujuan yang ditugaskan dengan produktivitas tinggi.
4. Membuat keputusan penting untuk merekrut, mempromosikan, atau memecat personel non-staf.
5. Mempromosikan dan meningkatkan kesejahteraan sosial staf, keluarga, dan karyawan serta interaksi masyarakat.
6. Menganalisis pilihan-pilihan yang dipertimbangkan oleh direksi dan memberikan banyak alternatif apabila terjadi penyimpangan yang disebabkan oleh faktor-faktor di luar kendalinya.
7. Meninjau usulan anggaran departemen untuk membuat anggaran awal untuk unit tertentu, dengan tujuan mencapai biaya investasi dan penetapan harga dasar yang adil.
8. Menjaga pengendalian biaya dengan sering membandingkan biaya aktual dengan standar industri dan mengambil tindakan untuk mencegah variasi pengeluaran biaya melampaui batas yang dapat diterima.
9. Melakukan penelitian, memberikan petunjuk, dan mengawasi pelaksanaan.

B. *Masinis Kepala (Maskep)*

Tugas dan tanggung jawab:

1. Memastikan seluruh proses produksi berjalan dengan baik dengan melakukan pengawasan dan perencanaan pekerjaannya.
2. Merencanakan perbaikan fasilitas manufaktur dalam rangka mendongkrak output divisi usaha.
3. Memenuhi atau melampaui sasaran produksi dengan cara yang konsisten dengan kebijakan bisnis.

4. Mengharapkan dan mengawasi semua proses produksi industri melalui seluruh karyawan.
5. Membuat anggaran tahunan dan bulanan untuk biaya operasional.
6. Rencanakan segala sesuatunya sehingga upaya setiap orang saling melengkapi dan semuanya terlaksana dengan baik.
7. Mendorong kemitraan yang produktif dengan pihak lain.
8. Mencegah kecelakaan, masalah kesehatan dan keselamatan, serta dampak lingkungan dengan merencanakan pola operasional operasional di pabrik.
9. Mencapai tujuan pengolahan minyak sawit sambil tetap memperhatikan biaya produksi, hasil pengolahan air, temuan analisis laboratorium, dan efisiensi.
10. Memastikan proses manufaktur yang lancar dan fokus pada kualitas dengan membina kolaborasi dengan departemen pemeliharaan di lingkungan industri.
11. Tentukan berapa banyak buah yang ingin Anda panen dari kebun dan sesuaikan jadwal pemrosesannya.
12. Melatih karyawan di tempat kerja dan tempat pelatihan yang ditunjuk untuk membantu mereka berkembang secara profesional.
13. Menentukan berapa banyak pekerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses produksi minyak sawit.
14. Bekerja sama dengan petugas perkebunan, khususnya dalam urusan daur ulang produk samping industri, pemeriksaan kualitas buah di jalur pemuatan, dan pengoperasian alat berat di dalam pabrik.
15. Melakukan pemeriksaan mesin pengolah di PKS secara berkala.

C. Asisten Pengolahan

Tugas dan tanggung jawab:

1. Memastikan seluruh karyawan memahami penggunaan peralatan pemrosesan dengan benar dan protokol keselamatan yang diperlukan untuk setiap unit pemrosesan.
2. Mengawasi dan mengawasi seluruh karyawan di unit pengolahan fasilitas kelapa sawit.
3. Jika personel unit pemrosesan tidak dapat datang karena sakit atau masalah lain, lakukan segala upaya untuk mencari pekerja pengganti.

4. Pertahankan staf di area yang ditentukan dan pastikan mereka melakukan tugasnya dengan benar dengan mengawasi mereka selama pemrosesan.
5. Memberi tahu departemen teknik dan kepala pabrik jika ada kerusakan yang ditemukan atau dicurigai agar dapat diperiksa dan diperbaiki.

D. Asisten Teknik

Tugas dan tanggung jawab:

1. Menugaskan tim perbaikan umum pada unit pemrosesan yang rusak dan memperbaiki atau mengganti mesin atau peralatan sesuai arahan kepala pabrik; kemudian, periksa pekerjaan apakah ada cacat.
2. Sebelum memulai pemrosesan, pastikan semua peralatan pemrosesan dan instalasi terkait dirawat dan diperiksa dengan benar.
3. Memastikan bahwa teknisi listrik, pelumas, dan pemeliharaan truk melaksanakan tugas yang diberikan kepada mereka dengan memberikan koordinasi dan pengawasan yang diperlukan.
4. Pada hari libur, lakukan persiapan baik untuk pekerjaan sehari-hari maupun perbaikan besar.
5. Jika personel bengkel umum bekerja di luar jam kerja, catatlah pekerjaan tambahan mereka.

E. Asisten CD/Traksi

Tugas dan tanggung jawab:

1. Memastikan perjalanan dari peternakan menuju lokasi produksi berjalan lancar.
2. Memeriksa kendaraan pengangkut dan alat berat pabrik.
3. Verifikasi inventaris peralatan transportasi.
4. Pastikan bahan bakar dan komponen pengganti tersedia dan awasi administrasinya.
5. Menyusun jadwal pemeliharaan kendaraan armada, prasarana, dan aset lainnya.
6. Memastikan lokasi produksi bersih, nyaman dan aman.

F. Mandor Besar

Tugas dan tanggung jawab:

1. Membantu asisten pabrik (afdeling) dan bertanggung jawab mengawasi pekerjaan mandor.
2. Langkah kedua adalah memastikan bahwa setiap orang mengikuti aturan dalam penggunaan alat dan prosedur kerja.
3. Mengawasi mandor lapangan untuk membantu asisten kepala konsolidasi dan asisten pabrik dalam penilaian pengumpulan hasil.

G. Mandor

Pengawasan langsung di kebun atau di pabrik, serta pendampingan tata cara pelaksanaannya dilakukan oleh mandor umum (markas).

H. Krani

Membantu asisten manufaktur dengan tugas-tugas administrasi dan keuangan adalah deskripsi pekerjaan Krani.

1.4.6 Kegiatan Umum Perusahaan

Dalam kegiatan umum perusahaan PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Betung bergerak di bidang penanaman bibit kelapa sawit, pemeliharaan dan pengendalian hama selain itu juga menghasilkan 2 jenis produk, yaitu produk utama dan produk samping.

A. Produk utama

1. Crude Palm Oil (CPO)

Crude Palm Oil adalah Tandan Buah Segar (TBS) merupakan bahan baku utama. Diekstrak dari mesocarp buah sawit, CPO adalah sejenis minyak nabati. Konsentrasi karotenoid (provitamin A) pada minyak sawit mentah (CPO) sangat tinggi. CPO juga kaya akan asam *palmitat* dan asam oleat. Karena kelebihan-kelebihan tersebut minyak 6 kasar kelapa sawit memiliki keunggulan dalam diaplikasikan pada produk pangan.

2. Palm Kernel Oil (PKO)

Palm Kernel Oil (PKO) adalah Pengolahan inti sawit atau kacang-kacangan menghasilkan produk utama. PKO yang berwarna kuning dan mengandung minyak ini dibuat dengan mengekstraksi daging dari inti sawit. Asam primer penyusun PKO adalah asam oleat, asam linoleat, asam palmitat,

asam stearat, dan asam laurat. Sektor makanan, farmasi, kosmetik, pembersih, dan surfaktan semuanya membutuhkan PKO.

B. Produk samping

1. *Fibre* (Serabut)

Fibre (serabut) merupakan akibat yang tidak diinginkan dari pemindahan tandan buah mendidih (TBR) ke mesin pengepres. Serat yang dihasilkan kering dan bebas minyak saat keluar dari mesin press. Unit Usaha PTPN VII Betung memanfaatkan fiber sebagai bahan bakar boilernya.

2. Cangkang

Cangkang merupakan komponen integral dari endokarp buah kelapa sawit. Cangkangnya diekstraksi selama operasi pemecahan kacang di pabrik riak. Apabila tidak digunakan sebagai bahan bakar boiler, cangkang sawit yang dikumpulkan oleh PTPN VII Unit Usaha Betung dijual kepada perusahaan lain yang membutuhkan.

3. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Setelah proses penembakan di mesin perontok, akan diperoleh tandan kosong kelapa sawit. Karena kandungan kaliumnya yang tinggi, Tandan kosong ini akan kami kirimkan ke perkebunan agar tanaman kelapa sawit dapat memperoleh manfaat dari pupuk alami ini.

4. Abu *Boiler*

Abu *boiler* merupakan hasil pembakaran dari ruang bakar *boiler*. Abu *boiler* dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman kelapa sawit dan sebagai media penjernihan air *boiler* untuk kemudian dialirkan ke sungai.

5. Bungkil

Bungkil merupakan salah satu hasil samping dari pengolahan PKO. Biji minyak yang telah diekstraksi merupakan bahan baku pembuatan bungkil minyak. Bungkil sering dijadikan pakan ternak sebagai sumber protein dan energi karena kandungan mineral (P, Zn, dan Mn) yang tinggi, serta kandungan lemak dan serat kasarnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Boiler*

Menurut Roni *et al.* (2021) *boiler* Boiler adalah bejana tertutup yang mengubah energi panas dari pembakaran bahan bakar menjadi uap yang dapat digunakan dengan mentransfer panas tersebut ke air. Salah satu cara yang efisien dan murah untuk mengirimkan panas ke suatu proses adalah melalui penggunaan air. Uap, ketika mencapai tekanan dan suhu tertentu, mempunyai jumlah energi yang dapat diukur. Energi ini kemudian digunakan untuk mengangkut panas dalam bentuk energi panas untuk operasi tertentu.

Efisiensi boiler menurut Perak Learning Center dalam Dwiaji dan Didik (2020) adalah perbandingan antara panas yang terkandung dalam uap keluaran superheater dengan panas yang terkandung dalam bahan bakar batubara yang digunakan dalam boiler.

2.1.1 Jenis – jenis *boiler type tube*

Menurut Direktorat PNK3 (2010) dalam Kornelis (2019) ketel uap terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu sebagai berikut:

1. Ketel Uap Pipa Api (*Fire Tube Boiler*)

Ketel uap menggunakan api dan gas panas untuk memanaskan pipa, yang kemudian menyerap panas tersebut dan menghasilkan uap. Minyak, gas, dan bahan bakar padat dipanaskan dengan memindahkan panasnya melalui dinding pipa, yang kemudian menghangatkan air di sekitar pipa.

2. Ketel Uap Pipa Air (*Water Tube Boiler*)

Ketel pipa air berbeda dengan pipa api karena ketel ini menggunakan air di dalam pipa untuk merebus dan menghasilkan uap, bukan air di sekitar api dan gas di luar. Air tertampung di dalam pipa sementara api dan gas panas mengelilingi pipa, mengakibatkan terciptanya uap di dalam pipa api.

2.1.2 Prinsip kerja mesin *boiler*

Dengan kapasitas yang jauh lebih besar *boiler maxitherm* merupakan *boiler* yang sering digunakan dalam pengoprasian dengan bentuk cerobong silinder berdiameter 1,6 meter, tinggi cerobong 16 meter, dan diperoleh kapasitas

air yang masuk 30.000 liter/perjam. Serta memiliki panjang 9,43 meter, lebar 7,1 meter, dan tinggi 9,5 meter. Di dalam boiler terdapat saluran air yang menampung air, selanjutnya mengalami transformasi menjadi uap. Air di dalam boiler menyerap panas, menghasilkan produksi uap yang konstan. Air umpan mengacu pada air yang dikirim ke boiler dengan tujuan diubah menjadi uap. Air umpan dimasukkan ke dalam boiler untuk mengkompensasi air yang telah diubah menjadi uap dan hilang. Sumber utama untuk menghasilkan uap adalah air yang tidak diolah, yang mengalami proses pengolahan air dan kemudian disimpan dalam tangki air umpan. Dari sana, diumpankan ke generator. Pompa memindahkan air umpan dari tangki air umpan ke generator, yang bertanggung jawab untuk menghilangkan kandungan oksigen dan gas terlarut dalam air umpan. Air generator dipompa ke boiler dengan melewati economizer, yang menggunakan panas dari gas buang pembakaran boiler untuk meningkatkan suhu air. Hal ini secara signifikan meningkatkan efisiensi boiler. (Damanik *et al.*, 2022).

2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Menurut Giananta *et al.* (2020) keselamatan dan kesehatan kerja adalah Menggunakan pengetahuan ilmiah dengan cara yang praktis untuk menurunkan kejadian penyakit dan cedera akibat kerja. Perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) bertujuan untuk memberikan derajat kesejahteraan fisik dan psikologis yang maksimal, yang mungkin terganggu oleh permasalahan pekerjaan, lingkungan kerja, dan penyakit umum.

Wajma dan Resti (2017) mendefinisikan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) sebagai suatu konsep dan upaya filosofis yang bertujuan untuk menjamin kesejahteraan individu dan lingkungan kerjanya secara menyeluruh, baik jasmani maupun rohani. Meningkatkan standar hidup masyarakat dan angkatan kerja adalah tujuan utama. Triwibowo dalam Wajma (2017) mengartikan keselamatan kerja sebagai tindakan yang disengaja yang dilakukan untuk menjamin perlindungan pekerja, serta individu lain yang ada di tempat kerja, dan kelestarian sumber daya produksi, sehingga menjamin keselamatan mereka sepanjang proses kerja. Kesehatan kerja mengacu pada cabang layanan kesehatan yang berfokus pada penanganan masalah kesehatan yang muncul di kalangan populasi pekerja.

Komprehensif mengacu pada berbagai kegiatan yang mencakup tindakan preventif, promotif, terapeutik, dan rehabilitatif, serta kebersihan dan penyesuaian aspek manusia dalam bekerja.

2.2.1 Sejarah keselamatan dan kesehatan kerja (K3)

Pada kenyatannya, manusia hidup berdampingan disertai dengan bekerja untuk mencukupi keperluan hidupnya. Kecelakaan yang terkait pada pekerjaan seperti cedera dan bahkan kematian dapat terjadi ketika manusia sedang bekerja. Dengan akal sehat dan pikiran yang dimiliki, manusia berusaha untuk melakukan tindakan preventif agar tidak mengalami kecelakaan kerja atau melakukan tindakan kuratif supaya tidak mengalami kecelakaan kerja yang pernah terjadi dan menyimpannya.

Menurut Simarmata (2022) sekitar tahun 1700 sebelum masehi, kitab hukum Raja Hammurabi dari kerajaan Babilonia menyatakan bahwa jika pembangun membangun sebuah rumah bagi seseorang dan konstruksinya salah, sehingga menyebabkan rumah tersebut runtuh dan menimpa pemilik rumah sampai mati, maka sang pembangun akan dihukum. Didalam hukum pada masa Mozai (sekitar 5 abad setelah Raja Hammurabi). Di sekitar tahun 80, ada ahli ensiklopedia Romawi yang bernama Plinius mengharuskan penambang memakai masker hidung karena banyak debu di tambang. Pada tahun 1450, Dominico Fontana diberi mandate untuk mendirikan *obelisk* di pusat lapangan *Santos Petrus, Roma*, Itali. Beliau biasa mewajibkan pekerjanya memakai helm untuk melindungi kepala mereka.

Sejak revolusi industri di Inggris, banyak terjadi kecelakaan dan banyak korban yang dilihat oleh pengusaha bahwa hal tersebut sebagai bagian dari risiko di tempat kerja dan pekerja wajib menanggungnya. Saat itu tidak ada yang dilakukan untuk mencegah kecelakaan kerja. Bagi pengusaha, seperti ini dapat diatasi dengan mempekerjakan karyawan baru. Menurut Simarmata (2022) namun pada akhirnya, banyak yang menilai sangat tidak manusiawi membiarkan korban jatuh tanpa ganti rugi. Hal ini mendorong pekerja untuk terus mendesak pengusaha untuk mengatasi cedera di tempat kerja dan masalah ini diatasi dengan perawatan kepada korban kecelakaan industri tersebut. Pada tahun 1931, Heinrich, H.W, dalam bukunya "*Industrial Accident Prevention*",

memperkenalkan dan memprakarsai beberapa prinsip dasar program keselamatan kerja yang efektif di masa sekarang. Berawal dengan ide Heinrich tersebut, gerakan kesehatan maupun keselamatan kerja bisa dilaksanakan dengan terarah dan terorganisir.

Menurut Simarmata (2022) pada tahun 1970, pemerintah Indonesia mengeluarkan Undang-undang keselamatan kerja No.1 Tahun 1970. Hal tersebut menunjukkan bahwasannya memastikan beberapa hak untuk kerja dengan produktif, sehat, mapun aman adalah hak yang wajib menjadi prioritas utama bagi setiap orang. Pada tahun 1991, Amerika Serikat mengumumkan undang-undang "*Work's Compensation Law*", yang menetapkan bahwa kecelakaan kerja yang terjadi karena kesalahan korban, selama kecelakaan tersebut terjadi di tempat kerja atau saat dalam bekerja, maka para pekerja akan menerima kompensasi. Undang-undang tersebut menandai awal dari upaya pencegahan kecelakaan kerja yang lebih fokus. Pemerintah Indonesia juga memberlakukan Undang-undang jaminan sosial tenaga kerja (jamsostek) pada tahun 1992. Undang-undang tersebut bertujuan guna memberikan perlindungan bagi para pekerja dari kematian, hari tua, persalinan, kehamilan, penyakit dan kecelakaan.

2.2.2 Tujuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3)

Tujuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3), sebagaimana tercantum dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970, adalah melindungi karyawan dari bahaya dan memastikan bahwa tempat kerja, fondasinya, dan mesinnya bebas dari bahaya apa pun. cedera atau kecelakaan yang berhubungan. pekerja. Memanfaatkan sumber produksi untuk meningkatkan efisiensi dan output.

Menurut Heka *et al.* (2022) tujuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah sebagai berikut:

1. Untuk menjamin kesejahteraan karyawan dan meningkatkan produktivitas mereka, hak dan keselamatan mereka di tempat kerja harus dilindungi.
2. Jagalah kesejahteraan rekan kerja Anda.
3. Semua sumber daya produksi dirawat dengan baik dan digunakan dengan cara yang aman dan efisien.

Sedangkan menurut Mangkunegara dan Anwar (2005) tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah:

1. Untuk menjamin kesejahteraan fisik, sosial, dan mental setiap orang di tempat kerja.
2. Agar dapat memaksimalkan efisiensi dalam penggunaan seluruh alat dan mesin.
3. Untuk memastikan administrasi yang aman dari semua hasil produksi.
4. Memastikan kesejahteraan gizi karyawan tetap terjaga atau ditingkatkan.
5. Untuk menumbuhkan lebih banyak kegembiraan, kerja sama, dan keterlibatan di tempat kerja.
6. Menjaga diri aman dari bahaya lingkungan dan pekerjaan.
7. Memastikan seluruh pekerja terbebas dari rasa takut saat bekerja.

2.2.3 Faktor – faktor kesehatan dan keselamatan kerja (K3)

Perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja akan diberikan sepenuhnya sesuai dengan Undang-Undang Keselamatan Kerja No. 1 Tahun 1970 pasal 2, dan ini berlaku bagi semua tempat kerja di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (RI) yang mempunyai keadaan kerja yang berbahaya, di mana pun Anda berada—di darat, di bawah, di air, atau di permukaan laut. udara. Menurut Qurbani dan Upay (2018), ada beberapa faktor yang berkontribusi terhadap kecelakaan dan masalah kesehatan:

- 1) Keadaan lingkungan. Keamanan tidak dipertimbangkan selama penanganan atau penyimpanan zat yang berpotensi membahayakan. Semua orang berdesakan di kantor kecil itu.
- 2) Pengaturan udara. Kurangnya sirkulasi udara yang baik di tempat kerja (mengakibatkan lingkungan kotor, berdebu, dan berbau busuk) serta udara dingin yang tidak berkondisi.
- 3) Pengaturan penerangan. Pencahayaan tidak diatur atau digunakan dengan benar. Tempat kerja yang penerangannya buruk atau gelap gulita.
- 4) Pemakaian peralatan kerja. Mengamankan peralatan kerja yang ada sudah aus atau rusak. Menggunakan mesin dan peralatan listrik tanpa perlindungan yang cukup.

5) Kondisi fisik dan mental karyawan. Cedera pada indra, tingkat energi yang tidak menentu pada pekerja. Pegawai yang emosinya tidak stabil, rentan, mempunyai kemampuan berpikir dan perseptif yang buruk, tidak terlalu termotivasi dalam bekerja, bertindak sembarangan, dan tidak mengetahui cara menggunakan fasilitas dengan baik, terutama yang berisiko terhadap keselamatan dirinya.

2.3 Kecelakaan Kerja

2.3.1 Definisi kecelakaan kerja

Mengetahui kemungkinan resiko dan penyebab kecelakaan ini akan memungkinkan tim K3 untuk melakukan upaya tindakan pencegahan (preventif) agar akibat kecelakaan kerja dapat dicegah, terutama kecelakaan kerja yang serupa supaya tidak terulang kembali (Suma'mur, 1986) definisi kecelakaan kerja berdasarkan *World Health Organization* (WHO) adalah kejadian tidak disengaja, dimana upaya penanggulangnya tidak dipersiapkan sehingga dapat menyebabkan seseorang mengalami cedera yang nyata.

Menurut Nuraini (2020) Penerapan izin kerja dapat membantu menghindari atau mencegah kecelakaan kerja, menurut definisi lain. Izin kerja adalah dokumen hukum yang memberikan wewenang kepada pemegangnya untuk mengawasi jenis aktivitas berbahaya tertentu.

UU No. 1 Tahun 1970 Menurut salah satu definisi, kecelakaan kerja adalah kejadian yang tidak terduga dan tidak diinginkan yang mengganggu rencana pelaksanaan suatu kegiatan dan menimbulkan risiko kerugian terhadap orang atau harta benda. Definisi lain, terdapat dalam UU No. 3 Tahun 1992 menyebutkan bahwa kecelakaan kerja dapat terjadi pada jalur-jalur yang sering dilalui, seperti perjalanan dari rumah menuju tempat kerja dan sebaliknya.

Berdasarkan definisi yang diberikan oleh berbagai sumber, dapat disimpulkan bahwa kecelakaan kerja adalah kejadian yang tidak menguntungkan dan tidak diinginkan yang dapat menyebabkan kerugian, kematian, kerusakan properti, atau gangguan terhadap operasional bisnis.

2.3.2 Penyebab kecelakaan kerja

Menurut Nuraini (2020) mengatakan bahwa kecelakaan kerja dapat disebabkan oleh tiga hal, yaitu perilaku manusia yang berbahaya, lingkungan

tempat kerja yang berbahaya, dan fasilitas penunjang kerja yang tidak memadai. (*Unsafe Man-Machine Interaction*).

Berdasarkan statistik, 15% kecelakaan kerja disebabkan oleh lingkungan yang berbahaya, sedangkan 85% disebabkan oleh perilaku berisiko. Berikut dua penyebab utama terjadinya kecelakaan kerja (Ramli, 2010):

1. Kondisi yang berbahaya (*unsafe condition*) yaitu bahaya lingkungan yang mengancam keselamatan pekerja secara fisik, antara lain mesin tanpa penjaga, pencahayaan redup, APD yang tidak memadai, lantai berminyak, dan sebagainya.
2. Tindakan yang berbahaya (*unsafe act*) yaitu tindakan atau kelalaian yang menimbulkan risiko cedera, seperti kurangnya perhatian terhadap detail, tidak menggunakan peralatan keselamatan, dll. Alasan untuk hal ini mencakup masalah kesehatan, penglihatan, penyakit, kecemasan, dan ketidaktahuan dengan prosedur kerja, metode, dll.

Sedangkan menurut Ridley (2008) penyebab terjadinya kecelakaan kerja adalah sebagai berikut:

a. Situasi kerja

1. Kurangnya pengawasan dari manajemen tingkat atas.
2. Persyaratan prestasi kerja minimal.
3. Tidak sesuai harapan.
4. Kurangnya lahan untuk bekerja atau mesin rusak.

b. Kesalahan orang

1. Kurangnya pemahaman dan keahlian.
2. Masalah, baik mental maupun fisik.
3. Tenaga penggerak rendah atau kehilangan arah.
4. Kurang memberikan perhatian.

c. Tindakan tidak aman

1. Tidak mengikuti prosedur kerja yang diakui.
2. Memotong sudut.
3. Membuang atau tidak menggunakan perlengkapan keselamatan pada pekerjaan.

d. Kecelakaan

1. Kejadian yang tidak terduga.
2. Akibat kontak dengan mesin atau listrik yang berbahaya.
3. Terjatuh.
4. Terhantam mesin atau material yang jatuh dan sebagainya.

e. Cidera atau kerusakan

1. Sakit dan penderitaan (pada pekerja)
2. Kehilangan pendapatan (pada pekerja)
3. Kehilangan kualitas hidup (pada pekerja)
4. Pabrik (pada pekerja)
5. pembayaran kompensasi (pada pekerja)
6. kerugian produksi (pada pekerja)
7. Kemungkinan proses pengadilan (pada pekerja)

Kecelakaan kerja juga bisa disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut (Rachmawati, 2008):

1. **Faktor fisik**, yang meliputi penerangan, suhu udara, kelembaban, cepat merambat udara, suara, vibrasi mekanis, radiasi, tekanan udara, dan lain-lain.
2. **Faktor kimia**, yaitu berupa gas, uap, debu, kabut, awan, cairan, dan benda-benda padat.
3. **Faktor biologi**, baik dari golongan hewan maupun dari tumbuh-tumbuhan.
4. **Faktor fisiologis**, seperti konstruksi mesin, sikap, dan cara kerja.
5. **Faktor mental-psikologis**, yaitu susunan kerja, hubungan diantara pekerja atau dengan pengusaha, pemeliharaan kerja, dan sebagainya.

2.3.3 Pencegahan kecelakaan kerja

Memperhatikan keselamatan kerja sangat penting untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Melindungi nyawa seseorang saat bekerja adalah landasan utama keselamatan kerja, oleh karena itu kami menerapkan berbagai tindakan pengamanan dan pencegahan. Pencegahan kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan cara berikut (Saputro, 2015):

- 1) Pengamatan resiko bahaya di tempat kerja. Frekuensi dan tingkat keparahan banyak kecelakaan kerja memerlukan lebih banyak pengumpulan data. Untuk mengetahui hal tersebut, kita perlu mencatat frekuensi dan jenis kecelakaan yang

terjadi di 16 tempat kerja yang berbeda. Hal ini memungkinkan kami menghitung jumlah hari kerja yang terlewatkan atau kejadian fatal pada setiap karyawan. Penilaian risiko bahaya juga perlu dilakukan, yang mencakup perincian potensi sumber kecelakaan, tingkat kerusakan, dan kecelakaan itu sendiri. Bekerja di ketinggian, misalnya, memiliki risiko terjatuh, dan bekerja di area pemotongan memiliki risiko tambahan terpotong benda tajam.

2) Kepatuhan terhadap prosedur operasi standar (SOP) di tempat kerja Saat melakukan pekerjaan, penting untuk mematuhi prosedur operasi standar (SOP) dan melaksanakannya sesuai urutan yang ditentukan dan dengan pelaksanaan yang benar di setiap langkah. Kegagalan proses produksi, kerusakan peralatan, dan kecelakaan dapat terjadi akibat ketidakpatuhan terhadap persyaratan SOP.

3) Penghapusan potensi bahaya kesehatan di tempat kerja Proses, teknik, produk, dan peralatan manufaktur mempunyai dampak yang signifikan terhadap sumber polusi dan bahaya berbahaya di tempat kerja. Cara mengurangi kemungkinan kecelakaan dapat diprediksi dengan memikirkan tingkat risiko yang mungkin terjadi. Pengendalian faktor bahaya dapat dilakukan dengan cara:

- a) menurunkan bahaya dan polutan terkait produksi dengan mengganti zat yang berpotensi membahayakan dengan alternatif yang lebih aman;
- b) karyawan yang berbeda Buatlah peredam untuk memisahkan mesin dari elemen-elemen yang berpotensi membahayakan di tempat kerja.;
- c) memasang penghalang di sekitar mesin untuk mencegah karyawan menyentuhnya, menyiapkan sistem aliran udara, dll.; dan
- d) pengelolaan pengamanan bagi karyawan, seperti penempatan staf sesuai dengan keterampilan dan pengalaman, pembuatan jadwal kerja, dan penyediaan APD yang sesuai.

4) Sumber daya yang paling penting untuk dilindungi di bidang manufaktur adalah meningkatnya kesadaran akan pentingnya keselamatan kerja di kalangan karyawan. Pekerja perlu dididik mengenai pentingnya memasukkan langkah-langkah keselamatan dan kesehatan kerja ke dalam proses kerja mereka untuk mengurangi frekuensi insiden. Pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja harus diberikan kepada seluruh karyawan baik sebelum mereka mulai bekerja maupun

secara rutin untuk memastikan bahwa pengetahuan mereka selalu berkembang di bidang ini.

5) Pemasangan tanda bahaya di tempat kerja. Ada banyak potensi bahaya di tempat kerja, jadi penting untuk memasang tanda agar orang tahu kapan mereka harus menjauh dari area tertentu. Selain langkah-langkah keselamatan, hal-hal berikut harus diterapkan untuk menangani kecelakaan kerja:

- a) Perlengkapan pertolongan pertama di tempat kerja harus mudah diakses dan dikategorikan berdasarkan kecelakaan kerja yang paling umum terjadi sehingga pekerja dapat bersiap menghadapi cedera yang lebih parah. Petugas yang bertugas memberikan pertolongan pertama harus memiliki keterampilan yang diperlukan dan siap setiap saat jika terjadi bencana di tempat kerja.
- b) Alat pemadam kebakaran, hidran, perlengkapan mandi darurat, pancuran mata dengan air secukupnya, dan semua perlengkapan lain yang diperlukan harus tersedia di tempat kerja. Kecelakaan kerja, seperti paparan bahan kimia yang dapat mengiritasi kulit atau mata, bisa terjadi kapan saja tanpa sepengetahuan kita.
- c) Kegiatannya terdiri dari pemeriksaan kawasan dan tindakan lanjutan jika terjadi kecelakaan; tujuannya adalah untuk mengidentifikasi potensi bahaya terhadap karyawan, proses, dan lingkungan sesegera mungkin. Selain itu, rencana pelatihan tahunan dan standarnya harus dipatuhi untuk memenuhi permintaan pelatihan.

2.4 Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)

2.4.1 Definisi HIRARC

Menurut *Departement of Occupational Safety and Health Malaysia* (2008) *hazard* (bahaya) adalah segala sesuatu yang dapat membahayakan manusia, merusak lingkungan, atau merusak mesin karena sifatnya yang berbahaya. Istilah "bahaya" mencakup berbagai kemungkinan akibat, seperti insiden yang merugikan manusia, perusakan properti, atau gangguan lainnya. (Ramli, 2010).

Menurut Hansen (2022) Organisasi proyek harus mampu melakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian yang disebut juga HIRARC untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan kerja yang mungkin terjadi selama pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Analisis HIRARC adalah metode untuk

meminimalkan risiko dengan mendeteksi kemungkinan bahaya, mengevaluasi risiko, dan membatasi risiko yang terkait dengan aktivitas organisasi.

Menurut Suma'mur (1986) berikut ini merupakan langkah-langka manajemen resiko dengan menggunakan *HIRARC*:

1. *Hazard Identification*. Penilaian risiko adalah praktik melihat lokasi tugas dari setiap sudut untuk menemukan potensi bahaya.
2. *Risk Assesment*. Sebuah metode untuk mengevaluasi potensi bahaya di tempat kerja.
3. *Risk Control*. Suatu metode untuk memastikan lingkungan kerja yang aman dengan mengidentifikasi dan mengendalikan potensi risiko secara sistematis dan melakukan evaluasi berkelanjutan.

Para analisi *HIRARC* dibutuhkan *Risk Assesment Matriks*, salah satu contoh *Risk Assesment Matriks* pada PT KPI Refinery Unit dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Risk Assesment Matriks

<i>Almost Certain</i>	5	5	10	15	20	25
<i>Likely</i>	4	4	8	12	16	20
<i>Possible</i>	3	3	6	9	12	15
<i>Unlikely</i>	2	2	4	6	8	10
<i>Rare</i>	1	1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5
		<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Significant</i>	<i>Catastrophic</i>

Sumber: Arifrianto *et al.*, 2023

Setelah penilaian resiko (*Risk Assesment*) maka dapat ditentukan kategori resiko. Menurut Arifrianto *et al.* (2023) kategori resiko di PT KPI Refinery Unit dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Resiko

Kategori	Score
<i>High Risk</i>	15-25
<i>Moderate To High Risk</i>	10-12
<i>Moderate Risk</i>	5-9
<i>Low To Moderate Risk</i>	4
<i>Low Risk</i>	1-3

Sumber: Arifrianto *et al.*, 2023

Berdasarkan pada tabel 2. Kategori resiko. Memiliki penilaian resiko pada kategori *low risk* dengan nilai 1-3 yaitu rendah. Penilaian resiko pada kategori *low to moderate risk* dengan nilai 4 yaitu rendah menuju sedang. Penilaian resiko pada kategori *moderate risk* dengan nilai 5-9 yaitu sedang. Penilaian resiko pada

kategori *moderate to high risk* dengan nilai 10-12 yaitu sedang menuju tinggi. Penilaian resiko pada kategori *high risk* dengan nilai 15-25 yaitu tinggi.

Penilaian resiko di dapatkan dari hasil kali *likelihod level* dengan *severity level*. *Likelihod level* memiliki skala 1-5, begitupun dengan *severity level*, keterangan *likelihod level* dan *severity level* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Keterangan Tingkat Probabilitas *Likelihod level*

<i>Likelihod level</i>		Deskripsi
<i>Rare</i>	1	Tidak pernah terdengar terjadi di industri ini
<i>Unlikely</i>	2	Pernah terdengar terjadi di industri ini
<i>Possible</i>	3	Pernah terjadi di Unit Pengolahan atau lebih dari satu kli per tahun di industri ini
<i>Likely</i>	4	Pernah terjadi di RU VI atau lebih dari satu kali per tahun di Unit Pngolahan
<i>Almost Certain</i>	5	Pernah terjadi lebih dari satu kali pertahun di RU VI

Sumber: Arifrianto *et al.*, 2023

Tabel 4. Keterangan Tingkat Keparahan/Dampak

<i>Severity level</i>		Deskripsi
<i>Insignificant/Tidak signifikan</i>	1	Cidera ringan - Termasuk situasi yang memerlukan pertolongan pertama atau perhatian medis, namun tidak menyebabkan pembatasan kerja atau hilangnya jam kerja.
Minor	2	Cidera sedang - Membutuhkan perhatian medis yang membatasi jam kerja atau menghalangi mereka untuk bekerja minimal 24 jam.
<i>Moderate/Sedang</i>	3	Cidera berat - 1 kasus cidera yang memerlukan pengobatan medis yang menyebabkan kehilangan jam kerja \geq 24 jam atau ketidakmampuan bekerja sementara.
<i>Moderate/Sedang</i>	4	Kejadian fatal - Terjadi kasus luka berat atau menyebabkan 1 kasus cacat permanen atau kematian
<i>Catastrophic/Bencana</i>	5	Bencana - Menyebabkan lebih dari 1 kasus cacat permanen atau kematian

Sumber: Arifrianto *et al.*, 2023

2.4.2 Tujuan pengendalian resiko

Untuk menerapkan manajemen risiko ini, seseorang harus menyadari bahaya yang mungkin timbul. Upaya untuk mengurangi dampak dari kemungkinan ancaman yang sudah ada. Agar proses operasional tetap berjalan lancar, perlu dilakukan tindakan pencegahan yang diperlukan dalam menghadapi risiko yang mencapai tingkat yang sangat tinggi.

Menurut Wijaya *et al.* (2015) dalam Ramadhan (2017) pengendalian risiko (*Risk Control*) adalah strategi untuk mengatasi bahaya yang mungkin ada di tempat kerja. Untuk mengelola kemungkinan bahaya ini, hierarki yang dikenal sebagai hierarki pengendalian risiko dapat ditetapkan, yang terdiri dari penetapan skala prioritas, pembuatan prioritas, dan terakhir, pemilihan pengendalian risiko.

2.4.3 Jenis – jenis bahaya keselamatan dan kesehatan kerja (K3)

Menurut Hanifah *et al.*, (2020) bahaya adalah apa pun—termasuk peristiwa atau tindakan—yang dapat mengakibatkan kerugian pada orang, properti, atau gangguan lainnya. Bahaya memang ada, dan untuk mengurangi dampak negatifnya, diperlukan tindakan pengendalian. Menurut Frank Bird-Loss Control Management di situs Moderator (2022), bahaya adalah segala sesuatu yang dapat menyebabkan kerugian pada manusia, penyakit, harta benda, atau lingkungan.

Bahaya pekerjaan didefinisikan sebagai "apa pun di tempat kerja yang menimbulkan risiko cedera atau penyakit yang wajar bagi karyawan" di situs Moderator (2022). Jika keadaan tersebut belum mengakibatkan kecelakaan, kita menyebutnya potensi bahaya. Hal-hal yang mungkin menimbulkan kerugian atau kecelakaan disebut bahaya. Komponen yang tidak diketahui memberikan bahaya atau kemungkinan yang disebut dengan hazard.

Dalam web site Moderator (2022) jenis bahaya K3 menurut Gunawan *et al*, bahaya keselamatan dan kesehatan kerja dalam bukunya Manajemen Keselamatan Operasi menyebutkan bahwa terdapat 4 bahaya K3, yaitu:

1. Bahaya kimia meliputi semua bentuk materi kimiawi. Yang berbahaya, zat-zat ini terbagi dalam dua kategori: mudah terbakar dan mudah meledak (contoh: bahan bakar minyak dan LPG), bahan kimia yang reaktif terhadap air (contoh: *Methyl Isocyanate*) atau asam (contoh: kalium permanganat), bahan kimia korosif atau yang menimbulkan iritasi (contoh: asam sulfat, *caustic soda*), bahan kimia beracun (contoh: logam berat, H₂S), bahan kimia karsinogen yang dapat menimbulkan kanker (contoh: benzene), bahan kimia oksidator yang memperhebat pembakaran (contoh: oksidator anorganik seperti peranganat ataupun peroksida organik seperti bensil peroksida). Bahan-bahan kimia ini jika tidak ditangani secara baik akan menimbulkan insiden, penyakit, ataupun kerusakan lingkungan.
2. Bahaya fisik. Berbagai jenis energi fisik, termasuk panas, radiasi radioaktif, momentum, listrik, mekanik, tekanan, dan gravitasi, termasuk dalam kategori risiko fisik. Pengelolaan yang salah terhadap bahaya fisik ini dapat

menyebabkan cedera, penyakit, kerusakan harta benda, atau kerusakan terhadap lingkungan.

3. Bahaya ergonomi. Bahaya ergonomis adalah ancaman terhadap kesejahteraan karyawan yang disebabkan oleh kondisi kerja, peralatan, dan prosedur yang tidak kondusif terhadap efisiensi manusia. Kesulitan pada punggung dapat disebabkan, misalnya, oleh kursi yang tidak dibuat sesuai dengan punggung manusia. Ketegangan mata mungkin disebabkan oleh pencahayaan yang terlalu terang atau terlalu redup. Operator berisiko melakukan kesalahan karena indikator di ruang kendali tidak dirancang untuk digunakan oleh manusia.

Baik di tempat kerja atau di rumah, kesalahan pengangkatan secara manual merupakan risiko ergonomis umum yang dapat membahayakan. Alasannya adalah karena banyak anak muda yang memanfaatkan pinggangnya saat mengangkat beban, yang merupakan cara paling efisien. Hal ini akan mengakibatkan terjepit atau putusnya neuron motorik yang dilindungi di tulang belakang. Akibatnya, anggota tubuh bagian bawah menjadi lumpuh. Akibatnya, pengangkatan yang tidak tepat juga dapat merusak cakram yang melindungi tulang belakang yang kaku, sehingga menyebabkan ketidaknyamanan kronis pada punggung.

4. Bahaya biologi adalah potensi ancaman dari organisme non-manusia yang mengancam kesehatan manusia! seperti virus, harimau, atau nyamuk. Ancaman yang ditimbulkan oleh organisme ini meningkat seiring dengan mengecilnya ukuran mereka. Hewan besar, seperti paus atau gajah, seringkali dikalahkan oleh manusia. Sebaliknya, hewan kecil seperti bakteri dan virus seringkali menang atas manusia. Oleh karena itu, menjaga lingkungan yang bersih dapat membantu mengurangi risiko ini.

2.4.4 Metode yang digunakan untuk pengendalian resiko

Pengendalian risiko dapat mengikuti pendekatan hirarki pengendalian (*Hierarchy of Control*). Tarwaka dalam Ramadhan (2017) Ada sejumlah tingkatan dalam hierarki pengendalian risiko, yang masing-masing berkontribusi terhadap keseluruhan proses mitigasi potensi bahaya.

Hirarki atau metode yang dilakukan untuk mengendalikan risiko antaralain:

- a. Eliminasi (*Elimination*) merupakan upaya untuk memberantas potensi ancaman. Dalam hal mengurangi potensi bahaya yang membahayakan, eliminasi adalah pilihan terbaik dan paling sempurna. Hal ini menunjukkan bahwa upaya untuk menghentikan peralatan atau sumber yang berpotensi membahayakan merupakan eliminasi.
- b. Substitusi (*Substitution*) adalah proses mengganti komponen yang berpotensi membahayakan dengan komponen yang tidak terlalu berbahaya. Ide dasar di balik pengendalian ini adalah mengganti fasilitas atau peralatan yang berpotensi berbahaya dengan fasilitas atau peralatan yang tidak terlalu berbahaya.
- c. Rekayasa (*Engineering*) adalah upaya untuk mengurangi tingkat keparahan bahaya dengan mengubah mesin, peralatan, proses, atau bangunan di tempat kerja agar lebih aman. Pada titik ini, harus dapat memberikan pertimbangan yang lebih mendalam tentang bagaimana merancang tempat kerja yang melakukan penyesuaian terhadap mesin, melaksanakan kombinasi tugas baru, memperbaiki proses, dan mengurangi frekuensi pelaksanaan tugas berisiko.
- d. Upaya dalam administrasi berupaya untuk menurunkan tingkat risiko dengan menggunakan proses seperti SOP (Standard Operating Procedure).
- e. Upaya terakhir untuk mengurangi dampak potensi bahaya adalah dengan menggunakan alat pelindung diri (APD).