MITIGASI RISIKO PADA KEGIATAN PRODUKSI PT MANUNGGAL PERKASA MENGGUNAKAN METODE HIRADC

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Nama : Umi Nurul Afifah
No. Mahasiswa : 21522251

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 30 Agustus 2025



(Umi Nurul Afifah)
21522251

SURAT BUKTI PENELITIAN

SURAT KETERANGAN
No. 016/MP/PGA/I/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa Mahasiswa Universitas Islam Indonesia, dengan data berikut:

Nama	:	**UMI NURUL AFIFAH**
No. Mahasiswa	:	**21522251**
Jurusan	:	**Teknik Industri**

Telah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di PT Manunggal Perkasa pada tanggal 02 Januari 2025 s/d. 31 Januari 2025, dengan BAIK.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dipergunakan seperlunya.

Cilacap, 31 Januari 2025
PT Manunggal Perkasa

PT MANUNGGAL PERKASA

Antun Prabawa, S.H.
Personnel & GA Manager

PT MANUNGGAL PERKASA
Office : Jl. Urip Sumoharjo No. 203 RT 02/RW 05, Kel.Gumilir, Kecamatan Cilacap Utara, Kabupaten Cilacap 53231, Telp. 0282 - 546075; Fax. 0282 - 546075
Factory : Jl. Laut Jawa, Pelabuhan Tanjung Intan, Cilacap - Jawa Tengah, Indonesia
Tel. (62-282) 533 720 (Hunting), Fax. (62-282) 536 584

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

MITIGASI RISIKO PADA KEGIATAN PRODUKSI PT MANUNGGAL PERKASA MENGGUNAKAN METODE HIRADC

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Umi Nurul Afifah

No. Mahasiswa : 21522251

Yogyakarta, 30 Agustus 2025

Dosen Pembimbing



(Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPU., ASEAN.Eng.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

MITIGASI RISIKO PADA KEGIATAN PRODUKSI PT MANUNGGAL PERKASA MENGGUNAKAN METODE HIRADC

TUGAS AKHIR
Disusun Oleh :

Nama : Umi Nurul Afifah
No. Mahasiswa : 21522251

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 3 - September – 2025

Tim Penguji

Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPU., ASEAN.Eng.	
Ketua	
Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T	
Anggota I	
Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM.	
Anggota II	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobil'alamin atas izin Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua, dan kakak saya tercinta yang telah memberikan doa, pengorbanan, dan dukungan yang tak pernah henti setiap harinya kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini. Tidak lupa juga penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPU., ASEAN.Eng. selaku dosen pembimbing dari Tugas Akhir penulis atas segala ilmu dan masukan yang telah diberikan kepada penulis. Terimakasih juga kepada grup Kpop NCT terutama untuk Jaehyun, Jeno, Jaemin, dan Mark Lee yang telah memberikan motivasi kepada penulis dan selalu membuat hari-hari penulis senang. Terakhir, terima kasih kepada diri sendiri yang sudah mampu bertahan sejauh ini, yang selalu mampu berjuang melawan rasa sakit dan takut hingga akhirnya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT selalu melipat gandakan kebaikan hamba-Nya dan selalu memberikan kesehatan, perlindungan, dan kebahagiaan.

MOTTO

”Jangan takut. Aku bersamamu.”
(QS. Thaha (20): 46)

“Tidak peduli apa situasinya, jangan menyerah bahkan jika ketika kamu merasa ingin menyerah”
(Mark Lee NCT)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas Rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam tidak lupa kita panjatkan kepada Nabi besar Muhammad SAW beserta kerabat, sahabat, serta pengikutnya yang telah membimbing kita ke jalan yang terang ini. Dengan izin dan kehendak Allah, penulis menyelesaikan tugas akhir berjudul "Mitigasi Risiko Pada Kegiatan Produksi PT Manunggal Perkasa Menggunakan Metode HIRADC**"**. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng. Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPU., ASEAN.Eng., selaku dosen pembimbing dalam tugas akhir ini dan telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
5. Bapak Kasiyono, selaku Staff bagian Akademik Teknik Industri, memberikan informasi terkait akademisi dan membantu pelaksanaan tugas akhir.
6. Ibu Herviana El Diansyah, selaku Staff bagian Akademik Teknik Industri, memberikan informasi terkait akademisi dan membantu pelaksanaan tugas akhir.
7. Bapak Wibowo Adi P, selaku kepala bagian Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di PT Manunggal Perkasa, dan kepada seluruh staff bagian K3 yang telah membimbing dan memberikan informasi selama penelitian tugas akhir.
8. Bapak Farid, selaku departemen personalia (HRD) di PT Manunggal Perkasa, yang telah membantu dan membimbing pelaksanaan penelitian tugas akhir.
9. Bapak H. Sumarwanto, S.Kep. dan Ibu Hj. Sri Eny Yuliati selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan dan memberi dukungan kepada penulis.
10. Alfiatun Nikmah selaku kakak penulis yang selalu memberikan dukungan dan selalu mendampingi penulis.
11. Arunika Shaqueena Shafana selaku keponakan penulis yang selalu memberikan dukungan dan selalu mendampingi penulis.
12. Prasetyo Nur Bimantoro selaku partner kerja yang selalu membantu penulis dalam menjalani penelitian tugas akhir selama ini.
13. Semua pihak yang terlibat dalam membantu penulis selama menempuh studi di bangku kuliah khususnya di pelaksanaan penelitian ini, tidak dapat disebutkan satu persatu.

ABSTRAK

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan faktor penting dalam kegiatan industri karena berkaitan langsung dengan pencegahan kecelakaan kerja, perlindungan tenaga kerja, serta pengurangan potensi kerugian perusahaan. PT Manunggal Perkasa sebagai produsen tepung terigu memiliki proses produksi dengan tingkat risiko tinggi akibat penggunaan mesin dan aktivitas manual yang intensif. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi risiko yang terukur dan sistematis. Penelitian ini menggunakan metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) yang terdiri dari tiga tahap utama, yaitu identifikasi bahaya, penilaian tingkat risiko, serta penentuan langkah pengendalian yang sesuai. Hasil penelitian menemukan 22 potensi bahaya di area produksi yang mencakup kategori bahaya fisik, kimia, ergonomi, dan mekanis. Berdasarkan penilaian, sebagian besar risiko berada pada kategori sedang hingga tinggi sehingga tidak dapat diabaikan. Oleh karena itu, rekomendasi pengendalian diarahkan pada penerapan rekayasa teknik, pengendalian administratif, serta kewajiban penggunaan alat pelindung diri (APD). Salah satu usulan pengendalian teknis yang menjadi prioritas adalah pemasangan *fixed guard* dan *cover guard* pada *conveyor* dengan estimasi biaya Rp11.000.000. Pengendalian ini dinilai efektif untuk mencegah insiden tertimpa karung, mengurangi paparan debu, serta menekan risiko mekanis akibat pergerakan mesin. Implementasi pengendalian risiko diperkirakan dapat menurunkan tingkat risiko secara signifikan dan mengurangi potensi kecelakaan. Dengan demikian, penerapan metode HIRADC terbukti membantu perusahaan dalam mengenali, menilai, serta mengendalikan bahaya kerja secara sistematis. Kesimpulannya, pelaksanaan pengendalian yang tepat diharapkan mampu menekan angka kecelakaan, meningkatkan keselamatan pekerja, serta mendukung produktivitas dan keberlanjutan perusahaan.

Kata kunci: K3, *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC), Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, Pengendalian Risiko.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ..... **ii**
SURAT BUKTI PENELITIAN ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **iv**
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI ..... **v**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vi**
MOTTO ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
ABSTRAK ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Pertanyaan Penelitian 6
1.4 Tujuan Penelitian 7
1.5 Manfaat Penelitian 7
1.6 Batasan Penelitian 8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **9**
2.1 Kajian Literatur 9
2.2 Landasan Teori 22
BAB III METODE PENELITIAN **37**
3.1 Subjek Penelitian 37
3.2 Objek Penelitian 37
3.3 Sumber Data 37
3.4 Pengumpulan Data 38
3.5 Alur Penelitian 40
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA ATAU PEMBANGUNAN SISTEM **43**
4.1 Pengumpulan Data 43
4.2 Pengolahan Data 44
BAB V PEMBAHASAN ATAU PENGUJIAN SISTEM DAN PEMBAHASAN **67**
5.1 Penilaian risiko sebelum dilakukan pengendalian 67
5.2 Analisis pengendalian risiko yang dilakukan 68
5.3 Penilaian risiko setelah dilakukan pengendalian 74
BAB VI PENUTUP **77**
6.1 Kesimpulan 77
6.2 Saran 78
DAFTAR PUSTAKA **80**
LAMPIRAN **83**

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Tenaga Kerja, Kecelakaan, FR dan SR 4
Tabel 2. 1 Perbandingan Jurnal Terdahulu.....11
Tabel 2. 2 Kategori Kemungkinan Risiko.....31
Tabel 2. 3 Kategori Dampak Risiko.....32
Tabel 3. 1 Tabel Narasumber.....39
Tabel 4. 1 Hasil Penilaian Tingkat Risiko PT Manunggal Perkasa 44
Tabel 4. 2 *Hazard Identification Risk Assesment Determining Control* PT Manunggal Perkasa 47
Tabel 4. 3 Estimasi Biaya Pengendalian dan Penurunan Risiko Kecelakaan 62
Tabel 5. 1 Penilaian Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian 67
Tabel 5. 2 Penilaian Risiko Setelah Dilakukan Pengendalian 74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Angka Kecelakaan Kerja 2015 – 2022 2
Gambar 2. 1 Skala *Risk Matriks* Peringkat Risiko 32
Gambar 2. 2 Hirarki Pengendalian Bahaya di Lingkungan Kerja 35
Gambar 3. 1 *Flow Chart* Penelitian 40
Gambar 5. 1 Penilaian Risiko Sebelum Pengendalian 75
Gambar 5. 2 Penilaian Risiko Setelah Dilakukan Pengendalian 76

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap pekerjaan selalu mengandung potensi bahaya yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja ringan, sedang, sampai dengan fatal. Besarnya potensi kecelakaan dan penyakit akibat kerja tersebut tergantung dari jenis produksi, teknologi yang dipakai, bahan yang digunakan, tata ruang dan lingkungan bangunan serta kualitas manajemen dan tenaga-tenaga pelaksana. Selain itu alat, mesin, bahan dan tenaga kerja merupakan sumber bahaya yang dapat timbul di tempat kerja dan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (Aristriyana & Ferdian, 2023) . Hal tersebut sangat mempengaruhi dan juga mendorong jumlah peningkatan dan keseriusan kecelakaan kerja (Irzal, 2016). Kecelakan kerja menjadi risiko yang dapat mengganggu keberlangsungan tercapainya tujuan perusahaan. Maka, perusahaan perlu meningkatkan kualitas kesehatan dan keamanan kerja.

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. Secara keilmuan, K3 merupakan suatu ilmu pengetahuan dan penerapannya dalam usaha mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Keselamatan dan kesehatan merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan dengan proses produksi baik jasa maupun industri (Hasibuan et al., 2020).

Menurut Suma'mur (2020:8) terdapat dua faktor penyebab kecelakaan kerja, yaitu faktor kondisi pada pekerjaan dan lingkungannya serta faktor manusia. Namun, faktor manusia merupakan faktor yang penting dalam terjadinya kecelakaan kerja. 85% atau lebih penyebab dari kecelakaan kerja merupakan faktor manusia. Faktor manusia penyebab kecelakaan kerja secara langsung maupun tidak langsung (Suma'mur, 2020). Kecelakaan secara tidak langsung tersebut mungkin dibuat oleh perencana pabrik, oleh kontraktor yang membangunnya, pembuat mesin-mesin, pengusaha, insinyur, ahli kimia, ahli listrik, pimpinan kelompok, pelaksana, atau petugas yang melakukan pemeliharaan mesin dan peralatan (Djatmiko, 2016).

Dari sisi regulasi, pemerintah Indonesia telah memberikan landasan hukum yang jelas terkait keselamatan kerja. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 01 Tahun 1970 menegaskan bahwa setiap tenaga kerja berhak mendapatkan perlindungan atas keselamatannya dalam melaksanakan pekerjaan. Perlindungan ini bertujuan agar pekerja dapat menjalankan aktivitas dengan selamat, meningkatkan kesejahteraan, serta mendukung tercapainya

produktivitas nasional. Selain itu, setiap orang yang berada di lingkungan kerja juga harus dijamin keselamatannya, meskipun bukan tenaga kerja tetap. Hal ini menunjukkan bahwa keselamatan kerja merupakan kewajiban mutlak yang harus dipenuhi oleh setiap perusahaan yang memiliki potensi bahaya dalam proses operasionalnya.

Selanjutnya, menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 88 tahun 2019 menyatakan kesehatan kerja adalah upaya yang ditujukan untuk melindungi setiap orang yang berada di tempat kerja agar hidup sehat dan terbebas dari gangguan kesehatan serta pengaruh buruk yang diakibatkan dari pekerjaan. Menurut Maranjaya (2021) Perlindungan terhadap bahaya dan penyakit yang disebabkan oleh lingkungan kerja menjadi suatu kebutuhan pekerja (Ramadhani, 2023). Para pekerja harus melaksanakan pekerjaannya dengan aman, sehat dan nyaman sehingga terjadi optimalisasi produktivitas kerja yang dapat mencegah dan menekan terjadinya kecelakaan di lingkungan kerja.

Merujuk data internasional dari ILO pada siaran pers ILO pada tanggal 17 September 2021, ILO dan WHO memperkirakan bahwa 2,3 juta orang di seluruh dunia meninggal karena kecelakaan atau penyakit akibat kerja yang terjadi setiap tahunnya. Selain itu, data kecelakaan kerja di Indonesia yang dihimpun oleh BPJS Ketenagakerjaan pada rentang Januari sampai Oktober 2020 tercatat 177 ribu kasus kecelakaan kerja, jumlah kecelakaan kerja tersebut mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya. Data kecelakaan kerja terbaru yang dihimpun oleh BPJS Ketenagakerjaan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. 1 Angka Kecelakaan Kerja 2015 – 2022

Sumber: Data BPJS Ketenagakerjaan

Berdasarkan grafik angka kecelakaan kerja di Indonesia dari tahun 2015-2022 dapat dilihat bahwa dalam 8 tahun terakhir angka kecelakaan kerja di Indonesia mengalami kenaikan. Angka kecelakaan kerja turun hanya pada tahun 2016. Tren kenaikan angka kecelakaan kerja disebabkan oleh beberapa jenis kecelakaan, antara lain: sebanyak 65,89 persen kecelakaan kerja terjadi di dalam lokasi kerja, kemudian 25,77 persen kecelakaan di lalu lintas, serta hanya 8,33 persen yang di luar lokasi kerja. Selain itu, Sepanjang 2019-2021 kasus kecelakaan kerja paling banyak tercatat di sektor usaha aneka industri (22,3%); perdagangan dan jasa (21,4%); pertanian, perikanan, perkebunan, dan kehutanan (17,3%); industri barang konsumsi (15,5%); serta industri dasar dan kimia (12,1%). Adanya tren kenaikan angka kecelakaan kerja yang terus meningkat setiap tahunnya, maka sangat penting memprioritaskan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja demi untuk menekan angka kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia.

Salah satu perusahaan yang menghadapi tantangan dalam pengelolaan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah PT Manunggal Perkasa. PT Manunggal Perkasa merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan tepung terigu dimana hasil produksi tersebut peran penting dalam memenuhi kebutuhan gizi masyarakat dengan mempersembahkan tepung terigu berkualitas tinggi, berstandar SNI, dan jaminan halal melalui sertifikasi. Produk tepung yang diproduksi juga bervariasi, seperti Kantil, Aster, Melati, Bakung, Raflesia, Dahlia, dan Soka. Adapun proses produksi dalam pembuatan tepung terigu antara lain: proses *intake* atau *unloading*, *transferring*, *wheat cleaning* dan *dampening* atau *tempering*, *milling* atau penggilingan, pengemasan terigu. Proses produksi yang dijalankan oleh PT Manunggal Perkasa tentunya membutuhkan alat dan mesin untuk membantu kelancaran proses produksi serta efisiensi waktu supaya dapat mencapai target yang diinginkan oleh perusahaan.

Berdasarkan data yang didapat, diketahui bahwa total kecelakaan yang terjadi di PT Manunggal Perkasa Mandiri mengalami penurunan dengan hasil *zero accident* pada tahun 2021. Namun tahun berikutnya, terjadi kecelakaan kembali dengan data yang sama yakni sebanyak 2 kejadian setiap tahun nya dari tahun 2022 hingga tahun 2024. Jenis kecelakaan yang terjadi antara lain kecelakaan yang membutuhkan P3K dan *major accident*. Adapun jumlah tenaga kerja diketahui mengalami penurunan pada tahun 2024 dengan selisih dari tahun sebelumnya sebanyak 7 orang. *Frequency rate* dan *severity rate* paling banyak terjadi pada tahun 2022. Berikut tabel berdasarkan data tersebut:

Tabel 1. 1 Data Tenaga Kerja, Kecelakaan, FR dan SR

	2021	2022	2023	2024
First Aid Case (FAC)	0	2	1	1
Fatality (FAT)	0	0	0	0
Major Accident (LTI)	0	0	1	1
Jumlah Tenaga Kerja	279	269	271	264
Frequency Rate (FR)	0	3.4	3.36	3
Severity Rate (SR)	0	27.51	0.71	18.01

Sumber: Data Perusahaan

Jika ditinjau dari data di atas, sejak tahun 2022 hingga 2024 kembali tercatat rata-rata dua kasus kecelakaan per tahun. Jenis kecelakaan yang terjadi meliputi kecelakaan ringan yang membutuhkan penanganan P3K, hingga *major accident* yang berdampak lebih serius. Akibat dari kecelakaan tersebut, perusahaan mengalami kerugian material yang cukup signifikan. Data internal menunjukkan bahwa total kerugian pada periode 2022 hingga 2024 mencapai Rp21.500.000. Selain kerugian materi, dampak lain yang muncul adalah terganggunya kelancaran operasional produksi, meningkatnya biaya kesehatan dan klaim BPJS, serta hilangnya jam kerja produktif karyawan. Fakta ini menjadi bukti konkret bahwa potensi bahaya di lingkungan kerja PT Manunggal Perkasa masih nyata dan perlu mendapatkan perhatian serius.

Jenis potensi bahaya yang terdapat di perusahaan meliputi berbagai aspek. Dari sisi lingkungan kerja, pekerja berisiko mengalami paparan debu tepung yang dapat mengganggu kesehatan pernapasan. Dari sisi *material handling*, potensi kecelakaan dapat muncul akibat tertimpa karung tepung yang tersusun tidak stabil. Dari sisi ergonomi, operator berisiko mengalami kelelahan atau cedera akibat posisi kerja yang tidak ergonomis, terutama dalam aktivitas pengangkatan manual. Selain itu, dari sisi operasional mesin, risiko seperti terjepit, tersayat, atau bahkan terjadi ledakan kecil akibat tekanan mesin juga tidak bisa diabaikan. Keberagaman potensi bahaya ini memperlihatkan bahwa perusahaan membutuhkan pendekatan komprehensif untuk mengidentifikasi, menilai, sekaligus mengendalikan risiko yang ada.

Selain data kecelakaan yang tercatat secara umum, berdasarkan hasil wawancara lapangan ditemukan insiden salah satu tenaga kerja tertimpa karung tepung saat proses pemindahan dari tempat penyimpanan menuju *conveyor*. Kondisi ini terjadi karena *conveyor* yang digunakan tidak dilengkapi dengan penutup atau guarding, sehingga material yang sedang

dipindahkan berisiko jatuh dan menimpa pekerja. Meskipun insiden tersebut tidak menimbulkan luka serius maupun kerugian material, kejadian ini menunjukkan adanya potensi bahaya yang signifikan. Oleh karena itu, hal ini perlu menjadi perhatian manajemen untuk mengkaji ulang potensi bahaya dalam setiap proses produksi dan mempertimbangkan penerapan langkah preventif, seperti penggunaan desain safety guarding, guna meminimalkan risiko kecelakaan sekecil apapun.

Dalam upaya memastikan keselamatan dan kesehatan kerja (K3), terdapat beberapa metode yang umum nya digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelola bahaya di tempat kerja. Adapun ketiga metode tersebut adalah HIRA (*Hazard Identification Risk Assesment*), HIRARC (*Hazard Identification Risk Assesment Risk Control*), dan HIRADC (*Hazard Identification Risk Assesment Determining Control*). Tujuan dari ketiga metode tersebut yakni untuk mengurangi risiko terhadap pekerja, namun dalam implementasinya memiliki pendekatan dan ruang lingkup yang berbeda. HIRA berfokus pada dua tahap utama yitu mengidentifikasi bahaya dan menilai risiko. Tujuannya untuk mengetahui potensi bahaya dan menilai tingkat risikonya berdasarkan kemungkinan dan dampak. HIRARC menambah elemen pengendalian risiko setelah identifikasi dan penilaian, dengan merencanakan langkah-langkah pengendalian untuk mengurangi risiko. Metode ini lebih lengkap dibandingkan HIRA karena mencakup identifikasi, penilaian, dan pengendalian risiko. Adapun HIRADC lebih fokus pada penentuan pengendalian risiko dengan cara yang lebih terstruktur. Metode ini bertujuan untuk memilih tindakan pengendalian yang paling efektif dengan mempertimbangkan jenis kontrol yang tepat seperti, penghapusan bahaya, penggantian rekayasa, prosedur administratif, atau penggunaan APD. Dari ketiga metode tersebut, HIRADC dianggap yang paling tepat dalam penelitian ini karena memberikan proses yang lebih menyeluruh dalam menentukan langkah pengendalian yang tepat khususnya langkah pengendalian yang menghasilkan *output safety guarding*, sehingga lebih efektif dalam mengurangi atau menghilangkan risiko.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penelitian ini dilakukan supaya dapat memahami proses pengendalian risiko bahaya kerja yang diimplementasikan dan sebagai bentuk kepatuhan Standar Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) yang telah ada. Hasil identifikasi risiko bahaya kerja dengan rancangan pengendalian yang dilakukan, diharapkan mampu menurunkan potensi dan risiko kecelakaan yang timbul akibat dari kegiatan atau aktivitas area kerja khususnya pada area produksi. Oleh karena itu peneliti

akan melakukan penelitian dengan judul “Mitigasi Risiko Pada Kegiatan Produksi PT Manunggal Perkasa Menggunakan Metode HIRADC”.

1.2 Rumusan Masalah

Kegiatan produksi merupakan salah satu aktivitas kerja yang memiliki tingkat risiko kecelakaan cukup tinggi karena melibatkan penggunaan mesin, peralatan, serta aktivitas manual. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang matang untuk menekan angka kecelakaan kerja yang mungkin timbul. Perencanaan tersebut mencakup tiga tahapan utama, yaitu identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan pengendalian risiko (*determining control*). Namun, di PT Manunggal Perkasa masih terjadi beberapa insiden kecelakaan kerja pada periode 2021–2024 yang menimbulkan kerugian fisik maupun material. Kondisi ini menunjukkan bahwa potensi bahaya di area produksi perlu diverifikasi secara sistematis agar dapat dipetakan dengan jelas. Di sisi lain, penilaian risiko di perusahaan ini belum dilakukan secara terstruktur, sehingga tingkat kemungkinan dan dampak bahaya belum tergambarkan secara kuantitatif. Hal ini menimbulkan research gap, karena sebagian penelitian terdahulu hanya berhenti pada tahap identifikasi bahaya tanpa analisis tingkat risiko secara detail. Padahal, hasil penilaian risiko sangat penting sebagai dasar dalam menentukan langkah pengendalian yang lebih efektif. Saat ini, pengendalian risiko di PT Manunggal Perkasa masih terbatas pada prosedur administratif dan penggunaan alat pelindung diri, sehingga diperlukan upaya pengendalian yang lebih tepat agar mitigasi bahaya benar-benar mampu mencegah kecelakaan kerja sekaligus mendukung produktivitas perusahaan.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dalam penelitian, maka dibuat pertanyaan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Apa saja potensi bahaya yang perlu dilakukan verifikasi pada kegiatan produksi di PT Manunggal Perkasa?
2. Bagaimana hasil penilaian risiko yang terjadi dari adanya potensi bahaya kegiatan produksi di PT Manunggal Perkasa?

3. Apa saja pengendalian risiko yang dapat dilakukan terhadap potensi bahaya dan hasil penilaian risiko yang timbul dari kegiatan produksi di PT Manunggal Perkasa?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui hasil verifikasi potensi bahaya yang terjadi pada bagian produksi PT Manunggal Perkasa.
2. Menganalisis penilaian risiko pada setiap potensi bahaya kerja di bagian produksi PT Manunggal Perkasa.
3. Menetapkan rekomendasi pengendalian risiko pada setiap potensi bahaya kerja berdasarkan hasil penilaian risiko di bagian produksi PT Manunggal Perkasa.

1.5 Manfaat Penelitian

1.4.1 *Bagi Peneliti*

1. Dapat meningkatkan pengetahuan peneliti tentang bagaimana mempersiapkan, mengumpulkan, mengelola, menganalisis, dan menginformasikan data yang ditemukan di lapangan. Ini juga dapat meningkatkan pemahaman peneliti tentang bagaimana mengidentifikasi, menilai risiko, dan merekomendasikan pengendalian di tempat kerja.
2. Hasil penelitian ini, diharapkan dapat menambah wawasan dan ilmu baru di bidang keselamatan dan kesehatan kerja khususnya mengenai identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian di tempat kerja.
3. Sebagai sarana mengembangkan ilmu pengetahuan, pandangan dan juga juga keterampilan dalam menyusun laporan penelitian ilmiah.

1.4.2 *Bagi PT Manunggal Perkasa*

1. Dapat dimanfaatkan sebagai bahan masukan bagi perusahaan sejenis dengan PT Manunggal Perkasa supaya lebih meningkatkan budaya keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Dapat dimanfaatkan sebagai bahan masukan untuk salah satu upaya pencegahan kecelakaan kerja (*preventif*) supaya dapat ditangani serta dilakukan evaluasi agar tidak terjadi kecelakaan khususnya yang disebabkan oleh bahaya yang timbul akibat proses produksi.

1.4.3 *Bagi Universitas Islam Indonesia*

1. Hasil penelitian ini, diharapkan dapat menambah bahan kepustakaan literatur di perpustakaan Program Studi Teknik Industri.
2. Sebagai bahan referensi bagi pihak yang membutuhkan untuk melakukan penelitian di bidang keselamatan dan kesehatan kerja khususnya terkait identifikasi bahaya, penilaian resiko serta pengendalian bahaya dan juga menjadi khasanah ilmu pengetahuan bagi pembacanya.

1.6 Batasan Penelitian

Supaya penelitian ini menjadi terarah untuk mencapai tujuan penelitian. Maka perlu diberikan batasan masalah antara lain:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada area produksi di PT Manunggal Perkasa dengan mengkaji potensi risiko bahaya pada tahapan kegiatan produksi serta melakukan perancangan pengendalian terhadap potensi bahaya yang ditimbulkan.
2. Penelitian ini hanya menggunakan data tahun 2021-2024.
3. Penelitian ini terdiri dari tahapan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko pada kegiatan produksi di PT Manunggal Perkasa.
4. Identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko menggunakan metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assesment and Determining Controls*).
5. Penelitian ini hanya berfokus pada rekomendasi pengendalian yang tepat khususnya mengenai *machine guarding*, tidak sampai pada tahap pengujian efektivitas *machine guarding* tersebut.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan sekumpulan penjelasan dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya sebagai dasar referensi penelitian dengan memperhitungkan penelitian sebelumnya. Adanya kajian literatur ini digunakan untuk memudahkan peneliti dalam menemukan celah penelitian sehingga membuat penelitian memiliki fokus dan karakteristik.

Sektor industri yang menjadi fokus dalam beberapa penelitian yang menjadi literatur dalam penelitian ini sangat beragam, mencakup pemeliharaan pabrik industri (Kwon et al., 2024) (Tewari & Paiva, n.d.), manufaktur (Assyifa Sya'bani & Dene Herwanto, 2023) (Apriliani et al., 2023) (Restu & Yuamita, 2023) (Saifudin & Sukanta, 2023) (Wang et al., 2023) (Muhammad Zulfi Ikhsan, 2022) (Faizah et al., 2021) (Asrory & Wisnugroho, 2021) (Abbas & Matin, 2021) (Rivera Domínguez et al., 2021), dan konstruksi (Namangge et al., 2023) (Fairussihan & Setiono, 2023) (Siswanto et al., 2021). Penelitian – penelitian tersebut bertujuan untuk menunjukkan seberapa penting penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja di berbagai jenis industri dengan karakteristik risiko dan bahaya yang berbeda-beda.

Setiap penelitian tersebut, memiliki objek penelitian yang berbeda-beda namun tetap fokus pada area kerja atau pekerjaan/kegiatan fisik yang dinilai memiliki risiko tinggi terhadap keselamatan dan kesehatan kerja. Misalnya (Kwon et al., 2024) dan (Tewari & Paiva, n.d.) meneliti di area pemeliharaan pabrik industri, sementara (Abbas & Matin, 2021) meneliti mengidentifikasi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja serta merekomendasikan tindakan pengendalian di salah satu industri logam di Iran pada tahun 2020. Penelitian lain memiliki objek berupa proyek pembangunan hotel (Siswanto et al., 2021), reparasi kapal (Faizah et al., 2021), bidang bongkar muat (Namangge et al., 2023), dan industri-industri lainnya (Wang et al., 2023). Objek penelitian tersebut dipilih karena dianggap sebagai perwakilan kondisi kerja yang berpotensi menjadi penyebab kecelakaan tinggi, sehingga membutuhkan perhatian khusus dalam proses pengendalian risiko.

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian-penelitian ini umumnya bervariasi, ada yang bersifat kualitatif, kuantitatif, bahkan kombinasi dari keduanya. Sebagian besar studi menggunakan metode HIRADC untuk mengidentifikasi, menilai risiko, dan melakukan rekomendasi pengendalian (Assyifa Sya'bani & Dene Herwanto, 2023) (Apriliani et al., 2023) (Restu & Yuamita, 2023) (Siswanto et al., 2021), beberapa penelitian

menggunakan metode JSA (Kwon et al., 2024) (Muhammad Zulfi Ikhsan, 2022) (Abbas & Matin, 2021), salah satu penelitian menggunakan metode HIRARC (Fairussihan & Setiono, 2023), HAZOP (Namangge et al., 2023) (Wang et al., 2023), dan FMEA (Saifudin & Sukanta, 2023), dan bahkan terdapat penelitian yang menggunakan dua metode yakni HIRADC dan JSA (Faizah et al., 2021). Selain itu terdapat beberapa penelitian internasional yang menggunakan metode berbeda dari penelitian nasional seperti SMS (Tewari & Paiva, n.d.) dan HAZID (Rivera Domínguez et al., 2021).

Secara keseluruhan, penelitian-penelitian tersebut memiliki tujuan yang sama yakni mengidentifikasi potensi bahaya, melakukan penilaian risiko dan merekomendasikan pengendalian dengan tujuan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat. Pendekatan seperti metode HIRADC dan JSA terbukti efektif dalam mendukung upaya pencegahan kecelakaan kerja. Temuan-temuan dari studi ini juga memperlihatkan bahwa, meskipun sebagian besar risiko berada dalam kategori yang sedang maupun tinggi, penerapan sistem manajemen K3 yang konsistem dapat menurunkan tingkat risiko secara signifikan dan memberikan dampak positif bagi keberlangsungan operasional perusahaan.

Tabel 2. 1 Perbandingan Jurnal Terdahulu

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolaan Data						Metode Pengambilan Data	
					JSA	HIRARC	HIRADC	HAZOP	FMEA	PHA	Wawancara	Angket
1.	(Kwon et al., 2024)	*Hazard Identification and Risk Assesment During Simultaneous Operations in Industrial Plant Maintenance Based on Job Safety Analysis*	*Industrial Plant Maintenance*	*Industrial Plant Maintenance*	✔						✔	
2.	(Assyifa Sya'bani & Dene Herwanto, 2023)	Analisis Potensi Kecelakaan Kerja di Area Mesin *Ring Frame*	Manufaktur	Area Mesin *Ring Frame*			✔				✔	

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolaan Data						Metode Pengambilan Data	
					JSA	HIRARC	HIRADC	HAZOP	FMEA	PHA	Wawancara	Angket
		menggunakan Metode HIRADC pada PT XYZ										
3.	(Apriliani et al., 2023)	Analisis Potensi Bahaya dan Penilaian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Bengkel Motor di Kota Bogor	Bengkel	Bengkel Motor			✔				✔	
4.	(Restu & Yuamita, 2023)	Analisis Risiko Potensi Kecelakaan Kerja pada	Manufaktur	Persiapan Produksi			✔				✔	

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolaan Data						Metode Pengambilan Data	
					JSA	HIRARC	HIRADC	HAZOP	FMEA	PHA	Wawancara	Angket
		Pekerja Departemen Persiapan Produksi menggunakan Metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assesment, and Determining Control*)										
5.	(Namangge et al., 2023)	Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada	Transportasi dan Logistik	Bongkar Muat				✔			✔	

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolaan Data						Metode Pengambilan Data	
					JSA	HIRARC	HIRADC	HAZOP	FMEA	PHA	Wawancara	Angket
		Perusahaan Bongkar Muat menggunakan Metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP)										
6.	(Saifudin & Sukanta, 2023)	Identifikasi Risiko Keselamatan Pekerja dengan Metode FMEA di Departemen Produksi PT XYZ	Manufaktur	Produksi					✔		✔	
7.	(Fairussiha n &	Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan	Maritim dan kelautan	Perbaikan Kapal		✔						

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolaan Data						Metode Pengambilan Data	
					JSA	HIRARC	HIRADC	HAZOP	FMEA	PHA	Wawancara	Angket
	Setiono, 2023)	Kerja (K3) pada Proses Perbaikan Kapal di PT Dock da Perkapalan Surabaya menggunakan Metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assesment, and Risk Control*).										
8.	(Wang et al., 2023)	*A New Hazard Event*	*Manufactur*	Studi kasus industri				✔				

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolaan Data						Metode Pengambilan Data	
					JSA	HIRARC	HIRADC	HAZOP	FMEA	PHA	Wawancara	Angket
		Classification Model Via Deep Learning and Multifractal										
9.	(Tewari & Paiva, n.d.)	*Modeling and Mitigation of Occupational Safety Risks in Dynamic Industrial Environments*	*Maintenance project*	*Petrochemical plant*								✔
10.	(Muhammad Zulfi Ikhsan, 2022)	Identifikasi Bahaya, Risiko Kecelakaan Kerja, dan Usulan Perbaikan	Minyak Sawit dan CPO	Studi kasus	✔						✔	

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolaan Data						Metode Pengambilan Data	
					JSA	HIRARC	HIRADC	HAZOP	FMEA	PHA	Wawancara	Angket
		menggunakan Metode *Job Safety Analysis* (JSA) Studi Kasus PT Tamora Agro Lestari										
11.	(Abbas & Matin, 2021)	Risk Assesment Using Job Safety Analysis (JSA Method: an Industrial Case Study	Logam	Produksi	✔						✔	
12.	(Ir. M. Afif Salim, ST., MT. & Ir. Agus B	Analisis Manajemen Risiko K3 dengan Metode	Konstruksi	Pembangunan Hotel Quest by Aston			✔				✔	✔

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolaan Data						Metode Pengambilan Data	
					JSA	HIRARC	HIRADC	HAZOP	FMEA	PHA	Wawancara	Angket
	Siswanto, 2022)	*Hazard Identification, Risk Assesment, and Determining Control* pada Proyek Pembangunan Hotel Quest by Aston										
13.	(Faizah et al., 2021)	Analisis Risiko K3 pada Kegiatan Reparasi Kapal dengan Menggunakan Metode *Hazard*	Manufaktur	Reparasi Kapal	✔		✔				✔	

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolaan Data						Metode Pengambilan Data	
					JSA	HIRARC	HIRADC	HAZOP	FMEA	PHA	Wawancara	Angket
		Identification, Risk Assesment, and Determining Control (HIRADC) dan Metode *Job Safety Analysis* (JSA) pada PT NF										
14.	(Asrory & Wisnugroho, 2021)	Identifikasi Bahaya dengan Metode *Preliminary Hazard Analysis* (PHA) pada Workshop	Pendidikan	Workshop Politeknik Sinar Mas Berau Coal						✔	✔	

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolaan Data						Metode Pengambilan Data	
					JSA	HIRARC	HIRADC	HAZOP	FMEA	PHA	Wawancara	Angket
		Politeknik Sinar Mas Berau Coal Kabupaten Berau, Kalimantan Timur										
15.	(Rivera Domínguez et al., 2021)	*Hazard Identification and Analysis in Work Areas within the Manufacturing Sector through the HAZID Methodology*	*Manufactur*	Pembuatan kabel								✔
16.	(Afifah, 2024)	Mitigasi Risiko Pada Kegiatan	*Bahan baku*	*Proses produksi*			✔				✔	

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolaan Data						Metode Pengambilan Data	
					JSA	HIRARC	HIRADC	HAZOP	FMEA	PHA	Wawancara	Angket
		Produksi PT Manunggal Perkasa Menggunakan Metode *HIRADC*										

Berdasarkan hasil perbandingan jurnal terdahulu, diketahui metode yang digunakan untuk melakukan analisis bahaya dan penilaian risiko adalah *Job Safety Analysis* (JSA), *Hazard Identification Risk Assesment and Risk Control* (HIRARC), *Hazard Identification Risk Assesment and Determining Control* (HIRADC), *Preliminary Hazard Analysis* (PHA), dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Setelah dilakukan perbandingan dari kelima belas jurnal terdahulu, diketahui perbedaan antara metode analisis bahaya dan penilaian risiko yakni JSA cenderung mengidentifikasi risiko sebelum timbul, HIRARC mendeteksi kemungkinan bahaya dan melakukan penilaian risiko berdasarkan peluang terjadinya dan tingkat keparahan risiko, HIRADC mendeteksi bahaya dan melakukan penilaian risiko serta melibatkan proses penentuan kontrol yang lebih analitis dan disesuaikan dengan situasi spesifik, PHA menganalisis bahaya awal yang menjelaskan dengan teknik kualitatif untuk mengidentifikasi bahaya pada tahap awal dalam proses desain, FMEA melakukan pendekatan penilaian risiko yang menganalisis berbagai faktor kesalahan dari peralatan yang digunakan dan menilai dampak kesalahan. Objek atau lokasi penelitian terdahulu terbagi menjadi dua yaitu industri konstruksi dan industri manufaktur.

Metode HIRADC menjadi metode yang paling banyak digunakan pada penelitian terdahulu dalam menganalisis bahaya dan melakukan penilaian risiko. Metode HIRADC juga digunakan pada penelitian terdahulu dengan objek dan bidang industri manufaktur yang mana hal tersebut serupa dengan objek dan lokasi penelitian sekarang. Hal ini menjadi salah satu alasan metode HIRADC digunakan dalam penelitian ini.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Bahaya*

2.2.1.1 Pengertian Bahaya

Bahaya merupakan suatu proses, fenomena atau aktivitas manusia yang dapat menyebabkan hilangnya nyawa, cedera, atau dampak kesehatan lainnya, kerusakan harta benda, gangguan sosial dan ekonomi atau degradasi lingkungan (UNDRR, 2020). Adapun definisi bahaya menurut IFRC (2021), bahaya adalah fenomena, zat, aktivitas, atau kondisi manusia yang berbahaya yang dapat menyebabkan hilangnya nyawa, cedera, atau dampak kesehatan lainnya, kerusakan properti, hilangnya mata pencaharian dan layanan, gangguan

sosial, dan ekonomi atau kerusakan lingkungan (*International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies*, 2021).

2.2.1.2 Klasifikasi Bahaya

Klasifikasi bahaya menurut WHO dalam *Health Emergency and Disaster Risk Management Framework* tahun 2019 mencakup berbagai bahaya termasuk geofisika, hidrometeorologi, biologi, ekstraterestrial, teknologi, degradasi sosial dan lingkungan (*World Health Organization*, 2019). Adapun *Canadian Centre for OHS* (CCOHS, 2022) mengklasifikasikan *hazard* atau bahaya dalam kategori bahaya biologi, kimia, fisik, psikososial, dan ergonomi, *safety and workplace*.

(Doda & Pangaribuan, 2022) dalam bukunya menjelaskan *hazard* atau bahaya yang dibagi dalam 5 (lima) kategori, meliputi:

1. Bahaya Faktor Biologi

   Bahaya biologi mencakup berbagai bahaya yang berasal dari bahan organik yang dapat menyebabkan hilangnya nyawa secara signifikan (UNDRR, 2020). Termasuk organisme yang berpotensi untuk menimbulkan penyakit baik epidemi maupun penyakit pandemi infeksi, termasuk virus, bakteri, jamur, dan parasit yang dapat ditemukan di tempat kerja dan bisa menyebabkan penyakit akibat kerja. Pekerja yang berpotensi terpapar bahaya biologi diantaranya tenaga kesehatan, petani, peternak, dokter hewan, buruh konstruksi, petugas kebersihan, nelayan, penyelam, dan lain-lain (Doda & Pangaribuan, 2022).

2. Bahaya Faktor Fisik

   Bahaya faktor fisik merupakan bahaya faktor lingkungan yang meliputi kebisingan, temperatur, getaran, radiasi, penerangan dan iklim kerja (Doda & Pangaribuan, 2022). Iklim kerja merupakan kombinasi antara suhu, kelembapan, kecepatan gerak udara dan panas radiasi dengan tingkat pengeluaran panas dari tubuh pekerja sebagai akibat dari pekerjaan yang dilakukan (Menteri Ketenagakerjaan, 2019).

3. Bahaya Faktor Kimia

   Bahan kimia bisa ditemukan di setiap tempat kerja, mulai dari penggunaan bahan pembersih sampai dengan hasil produksi berupa bahan kimia. Bahan kimia harus

digunakan, disimpan, dan ditangani dengan benar, apabila tidak ditangani dengan baik dan benar, bahan tersebut dapat menyebabkan cidera, penyakit akibat kerja, kebakaran, ledakan atau kerusakan properti. Bahan kimia ini bisa memberikan dampak negatif bagi kesehatan. Dampak dari bahaya kimia terhadap kesehatan karena adanya kontak dan masuknya bahan kimia ke dalam tubuh dengan cara inhalasi (menghirup melalui saluran pernapasan), ingesti (tertelan masuk ke dalam saluran pencernaan), absorpsi (penyerapan melalui kulit) (Doda & Pangaribuan, 2022).

4. Bahaya Faktor Ergonomi

   Bahaya faktor ergonomi yaitu bahaya yang disebabkan karena adanya ketidaksesuaian antara peralatan atau proses kerja dengan kapasitas fisiologi dan anatomis manusia. Terdapat tiga jenis bahaya faktor ergonomi yaitu ergonomi fisik yang meliputi cara kerja, posisi kerja, dan postur tubuh yang tidak sesuai atau yang salah saat melakukan pekerjaan; ergonomi kognitif meliputi penggunaan alat yang sesuai dengan kognitif dari pengguna, termasuk persepsi, mental, dan memori manusia; dan ergonomi organisasi meliputi sistem rancangan struktur organisasi, proses kerja, dan peraturan-peraturan di tempat kerja. Selain itu, termasuk juga komunikasi, manajemen sumber daya manusia, sistem kerja, mengatur waktu kerja, waktu istriahat, cuti, *teamwork*, dan kerjasama (Doda & Pangaribuan, 2022).

5. Bahaya Faktor Psikososial

   Bahaya faktor psikososial merupakan bahaya yang terjadi di tempat kerja yang dapat mempengaruhi kinerja dan produktifitas serta kesehatan antara lain diakibatkan hubungan antar personal, beban kerja, peran, dan tanggung jawab yang berlebihan (Permenaker, 2018).

2.2.2 *Kecelakaan Kerja*

2.2.2.1 Definisi Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja merupakan kejadian yang tak terduga dan tak dikehendaki dan dapat menyebabkan kerugian baik manusia maupun harta benda. Tak terduga dan tak diharapkan yang dimaksud, karena kecelakaan kerja berada di luar perencanaan maupun unsur kesengajaan yang menimbulkan kerugian bagi yang mengalaminya (Suma'mur, 2020).

Sedangkan, menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Penyelenggaraan Program Jaminan Kecelakaan Kerja, Jaminan Kematian, dan Jaminan Hari Tua, kecelakaan kerja merupakan kecelakaan yang terjadi dalam hubungan kerja, termasuk kecelakaan yang terjadi dalam perjalanan dari rumah menuju tempat kerja atau sebaliknya dan penyakit yang disebabkan oleh lingkungan kerja. Setiap kecelakaan kerja yang terjadi, perusahaan wajib melaporkan kepada BPJS Ketenagakerjaan dan Dinas Provinsi atau Unit Pengawasan Ketenagakerjaan setempat dalam jangka waktu paling lama 2 (dua) kali 24 jam sejak terjadinya kecelakaan kerja.

Kecelakaan kerja adalah sesuatu insiden dan kejadian yang mengakibatkan pekerja cedera fisik maupuan mental penyebab kondisi ini disebabkan oleh manusia, material, peralatan, hingga alam. Untuk menghindarinya para pekerja di anjurkan untuk menggunakan alat pelindung diri (APD) mentaati peraturan agar meminimalisir kecelakaan kerja yang terjadi di suatu Perusahaan/Instansi. Hal yang mempengaruhi kecelakaan kerja juga di pengaruhi oleh pengetahuan yang dimiliki (Wagesti et al., 2021).

2.2.2.2 Faktor – Faktor dan Pencegahan Kecelakaan Kerja

Faktor adalah hal atau peristiwa yang menyebabkan terjadinya sesuatu. Faktor yang mempengaruhi munculnya sebuah keinginan atau insiden yang terjadi. Dari faktor-faktor kita dapat mengetahui yang menyebabkan suatu masalah atau insiden terjadi dan jika di perhatikan secara benar kita dapat meminimalisir kecelakaan kerja yang akan terjadi, Karena sudah tau faktor penyebab yang akan menyebabkan kecelakaan kerja di lingkungan kerja atau sekitar.

Pencegahan adalah Tindakan yang berwenang dalam usaha menghalangi, mengghentikan, atau mengurangi dampak dan akibat terjadinya risiko-risiko yang akan terjadi. Tindakan pencegahan sangat berpengaruh di dalam suatu kejadian dikarenakan agar kejadian tersebut tidak terjadi. Setiap keadaan atau faktor ini adalah penting artinya bagi terjadinya kecelakaan (Suma'mur, 2014). Perlunya identifikasi bahaya dalam setiap aktivitas proses pekerjaan untuk mendeteksi semua potensi atau faktor-faktor bahaya yang menyebabkan kecelakaan kerja (Abdur Rahman & Afridah, 2023). Adanya beberapa faktor faktor kecelakaan kerja:

1. Faktor Teknis
    1) Tempat kerja

       Tempat kerja wajib memenuhi syarat dan peraturan keselamatan kerja, contohnya adalah ukuran ruangan tempat kerja, cahaya ruangan, ventilasi udara, suhu, tempat kerja, lantai, dan kebersihan lingkungan tempat kerja dan lain sebagainya. Jika tempat kerja tidak menjalankan standar yang telah di tentukan, maka kecelakaan kerja sangat rentan terjadi.
    2) Kondisi Peralatan

       Mesin-mesin dan peralatan yang di gunakan akan mengandung bahaya dan menjadi sumber kecelakaan kerja. Maka dari itu harus diberi pelindung agar tidak membahayakan operator atau manusia.
    3) Bahan-bahan dan peralatan yang bergerak

       Pemindahan alat atau barang yang berat atau yang bisa menimbulkan bahaya dari suatu ruangan ke tempat lain dapat terjadinya kecelakaan kerja. Maka sangat penting untuk diperhitungkan cara memindahkan alat atau barang yang digunakan mulai dari jalur yang akan di lalui dan orang yang mengerti cara pemakaian alat agar tidak terjadinya kecelakaan kerja.
    4) Transportasi

       Saat ini kecelakaan kerja banyak di akibatkan dari penggunaan alat transportasi juga cukup banyak. Dari penggunaan alat yang tidak tepat, beban yang berlebihan (*overloading*), jalan yang tidak baik (turunan, licin, sempit), kecepatan yang tidak sesuai (berlebihan), semua dapat berpotensi untuk terjadinya kecelakan kerja. Maka dari itu upaya untuk mengatasi hal tersebut, diantaranya adalah selalu memastikan jenis transportasi yang sesuai dengan *standart operational procedure* (SOP), penambahan rambu-rambu keselamatan, pembatas kecepatan dan lain sebagainya.
    5) *Tools* (Alat)

       Kondisi suatu peralatan yang sudah berumur ataupun kualitas yang tidak sesuai *standart operational procedure* (SOP) sangat mempengerahui terjadinya kecelakaan kerja. Maka dari itu harus melakukan peremajaan pada alat-alat yang sudah tua dan melakukan kualitas kontrol pada alat-alat yang ada di tempat kerja.

2. Faktor Non Teknis
    1) Ketidaktahuan

       Sangat diperlukan pengetahuan atau pengalaman para pekerja dan oeprator agar apabila ada kendala mamaupun kerusakan segera diketahui dan dapat menimalisir kecelakaan kerja. Ketidaktahuan operator dalam memahami peralatan kerja dan asal-asalan sangat menyebabkan peralatan rusak dan membahayakan para pekerja.
    2) Keterampilan yang kurang

       Setelah kekmampuan teknisi yang sudah ada, maka selanjutnya harus selalu melatih keterampilan tersebut secara berulang-ulang agar meminimalkan kemampuan yang sudah ada. Cara *training* ini sangat bermanfaat untuk para pekerja.
    3) Bekerja tanpa peralatan keselamatan

       Peralatan keselamatan sangat penting dan wajib digunakan pekerja. Dengan berkembangnya teknologi saat ini sangat banyak peralatan yang bagus sehingga pekerja dapat menggunakannya nyaman dan aman saat melakukan pekerjaan. Pekerja yang profesional pasti akan selalu memakai peralatan keselamatan agar terhindar dari kecelakaan kerja saat bekerja.
3. Faktor Alam
    1) Gempa Bumi

       Gempa bumi tidak dapat diprediksi dengan akurat walaupun Perusahaan sudah memenuhi standar untuk meminimalisir kecelakaan kerja, Tetapi gempa bumi adalah faktor alam yang dapat menghancurkan tempat kerja karena adanya pergerakan tanah. Kejadian ini dapat merugikan Perusahaan dan dapat memakan korban jiwa jika terjadi skala besar.
    2) Banjir

       Banjir bandang/tsunami dapat berpengaruh bagi keselamatan kerja. Air banjir dapat menimbulkan kerugian materi dan kerusakan serta menghanyutkan para pekerja, terlebih dengan adanya Perusahaan yang berdekatan dengan aliran air.
    3) Tornado / Puting Beliung

       Angin kencang sangat berbahaya karena dapat meyebabkan hilangnya signal di sebuah perusaan dan pekerja yang berada di perairan sehingga dapat menyebabkan

kecelakaan kerja. Namun tornado/putting beliung tidak dapat dihindari karena merupakan faktor alam, Dan hanya dapat diprediksi dengan alat Skala Fujita atau Anemometer yang dapat mengukur kecepatan dan arah angin.

2.2.3 *Manajemen Risiko (HIRADC)*

Manajemen risiko adalah suatu usaha untuk mengetahui, menganalisis serta mengendalikan risiko dalam setiap kegiatan perusahaan dengan tujuan untuk memperoleh efektivitas dan efisiensi yang lebih tinggi (Salim & Siswanto, 2022).

HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, Determining Control*) adalah salah satu bagian dari standar ohsas 18001:2007, di Indonesia biasa juga disebut sebagai *risk assessment* atau identifikasi bahaya dan aspek K3L untuk mengidentifikasi bahaya yang dapat ditimbulkan setiap pekerjaan dalam sebuah organisasi yang kemudian dilakukan penilaian risiko dan pengendalian terhadap risiko tersebut (Salim & Siswanto, 2022). Keunggulan saat menggunakan metode HIRADC yaitu dapat mengidentifikasi risiko bahaya di setiap tahap pekerjaan sehingga kemungkinan terjadinya kecelakaan dapat dengan cepat diminimalkan sehingga meningkatkan efisiensi dan dapat memberikan pengaruh dalam pemberian alat pelindung kerja yang lebih baik dan aman. Terdapat tiga tahap dalam HIRADC yaitu:

2.2.3.1 *Identifikasi Bahaya*

Menurut Mahawati, dkk (2021), bahaya di lingkungan kerja merupakan kondisi atau factor-faktor lingkungan kerja yang berpotensi menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan akibat kerja atau kecelakaan kerja. Bahaya di tempat kerja timbul karena adanya interaksi antar unsur produksi yakni manusia, peralatan, material, proses, dan metode kerja. Sumber bahaya dapat berasal dari manusia, peralatan, bahan, proses produksi, dan prosedur atau sistem kerja (Mahawati et al., 2021).

Identifikasi bahaya merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk mendeteksi adanya ancaman bahaya di tempat kerja. Identifikasi bahaya dilakukan untuk mengidentifikasi faktor risiko kesehatan dan keselamatan kerja antara lain faktor fisik, kimia, biologi, ergonomi, dan psikologi pada pekerja. Tahap identifikasi bahaya diawali dengan kegiatan antisipasi dan pengenalan bahaya terhadap faktor-faktor lingkungan kerja. Tahap

penting pada identifikasi bahaya adalah pengumpulan informasi terkait proses kerja atau alur produksi, mesin atau peralatan kerja, bahan baku, dan bahan pendukung produksi, serta pengelolaan sisa produksi dan kondisi ruang atau bangunan tempat kerja (Mahawati et al., 2021).

Berikut beberapa metode yang dapat digunakan untuk identifikasi bahaya lingkungan kerja menurut (Yuliani, 2018), antara lain:

1. Metode pasif, dimana bahaya diidentifikasi karena pekerja mengetahui bahaya setelah bahaya terjadi, misalnya seorang pekerja tahu adanya bahaya listrik setelah tersengat listrik. Metode ini tidak efektif karena tidak semua bahaya menunjukkan keberadaannya dan dapat dilihat.
2. Metode semi proaktif, dimana bahaya diidentifikasi berdasarkan pengalaman atau kejadian yang menimpa pekerja lain tanpa harus mengalami sendiri. Teknik ini kurang efektif dan ketersediaan data terbatas pada kejadian yang terlaporkan atau pernah terjadi.
3. Metode proaktif, dimana upaya identifikasi bahaya dilakukan dengan mencari bahaya sebelum terjadi dampak yang merugikan. Metode ini merupakan pilihan terbaik untuk memperoleh identifikasi yang lebih komprehensif dan efektif untuk deteksi dini.

(Mahawati et al., 2021) dalam bukunya menjelaskan bahwa dalam mendukung keberhasilan identifikasi bahaya di lingkungan kerja, perlu diperhatikan beberapa faktor berikut:

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

2.2.3.2 *Analisis Risiko*

(Yuliawati & Suwito, 2023) menjelaskan bahwa Analisa Risiko adalah analisa yang dilakukan untuk mengetahui suatu risiko dengan cara menentukan besarnya kemungkinan atau *probability* dan tingkat keparahan dari akibat atau konsekuensi suatu risiko, seperti ditampilkan pada rumus dibawah ini serta penjelasan mengenai faktor yang mempengaruhi dalam analisis risiko diantaranya:

$$Level\ of\ Risk\ = Severity\ \times Probability$$

1. Peluang (*Probability*)

   Kemungkinan terjadinya suatu kecelakaan atau kerugian ketika terpapar dengan suatu bahaya.

2. Akibat (*Severity*)

   Tingkat keparahan atau kerugian yang mungkin terjadi dari suatu kecelakaan (*loss*) akibat bahaya yang ada. Hal ini terdapat kaitannya dengan manusia, *properties*, lingkungan, dan lain-lain.

2.2.3.3 *Penilaian Risiko*

Evaluasi atau penilaian risiko adalah pengukuran risiko yang timbul akibat bahaya di lingkungan kerja dengan metode yang spesifik dan terukur dimana hasilnya akan dianalisis berdasarkan kesesuaian standar baku mutu atau nilai ambang batas (NAB) menurut aturan atau regulasi yang dapat dipertanggungjawabkan. Metode pengukuran yang dapat diterapkan antara lain dengan pengambilan sampel atau contoh uji menggunakan metode, prosedur, dan peralatan standar yang hasilnya dapat mencerminkan tingkat bahaya dan keterpaparan tenaga kerja di lingkungan tersebut (Mahawati et al., 2021).

Mahawati, dkk (2021) dalam bukunya menjelaskan bahwa tujuan dari evaluasi atau penilaian risiko di lingkungan kerja antara lain untuk mendukung berbagai implementasi program keselamatan dan kesehatan kerja, meliputi:

1. *Engineering Surveillance*

   Penilaian risiko lingkungan kerja dapat dijadikan dasar monitor efektifitas alat-alat penanggulangan bahaya serta mengetahui kemampuan alat produksi untuk mengurangi

bahaya. Sehingga diharapkan dapat dilakukan penyempurnaan dan perbaikan program K3 yang diperlukan.

2. *Legal Surveillance*

   Penilaian bahaya lingkungan kerja dapat menjadi salah satu instrumen inspeksi kondisi lingkungan kerja dalam menilai penerapan regulasi yang berlaku terkait *higiene* industri atau *higiene* lingkungan kerja.

3. *Medical Research and Epidemiology*

   Hasil penilaian bahaya lingkungan kerja dapat digunakan untuk mengetahui kadar representatif kondisi lingkungan dimana tenaga kerja melakukan pekerjaan.

Penilaian risiko merupakan langkah penyaringan untuk mengidentifikasi tingkat risiko yang dilihat melalui kemungkinan kejadian (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak yang dihasilkan (*severity*) (Salim & Siswanto, 2022).

Tabel 2. 2 Kategori Kemungkinan Risiko

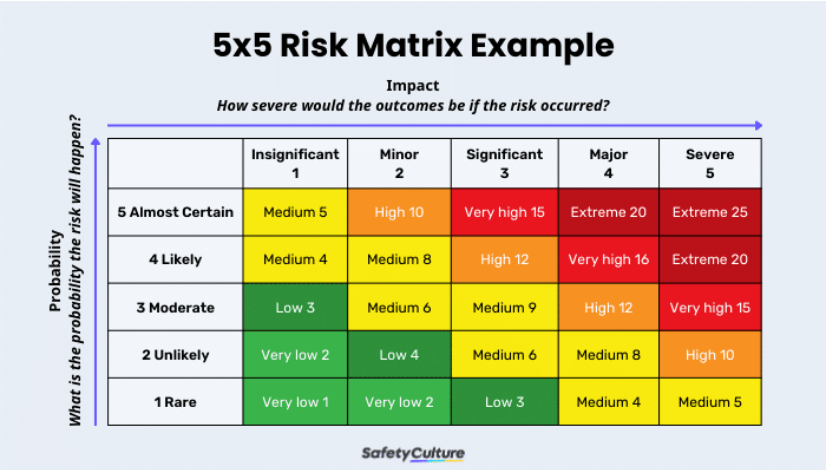
Tingkat	**Uraian**	**Contoh Rincian**
1	Jarang terjadi	Dapat terjadi dalam keadaan tertentu
2	Kadang terjadi	Dapat terjadi namun kemungkinannya kecil
3	Kapat terjadi	Dapat terjadi namun tidak sering
4	Sering terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode waktu tertentu
5	Hampir sering terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal

Sumber: (Salim dan Siswanto, 2022)

Tabel 2. 3 Kategori Dampak Risiko

Tingkat	Uraian	Contoh Rincian
1	Tingkat Signifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau cedera pada manusia
2	Kecil	Menimbulkan cedera ringan, kerugian kecil, dan tidak menimbulkan dampak serius
3	Sedang	Cedera berat dan dirawat dirumah sakit tidak menimbulkan cacat tetap, kerugian finansial sedang
4	Berat	Menimbulkan cedera parah dan cacat tetap dan kerugian finansial besar serta menimbulkan dampak serius
5	Bencana	Meningkatkan korban meninggal dan kerugian parah, bahkan dapat menghentikan kegiatan selamanya

Sumber: (Salim dan Siswanto, 2022)



Gambar 2. 1 Skala *Risk Matriks* Peringkat Risiko

Sumber: (Salim dan Siswanto, 2022)

Keterangan:

E : Risiko Sangat Tinggi - *Extreme Risk*; *immediate action required*

H : Risiko Tinggi - *High Risk*; *senior management attention needed*

M : Risiko Sedang - *Moderate Risk*; *management responsibility must be specified*

L : Risiko Rendah - *Low Risk*; *manage by routine procedure*

2.2.3.4 *Pengendalian*

Pengendalian faktor-faktor bahaya di lingkungan kerja bertujuan untuk menciptakan dan memelihara lingkungan kerja supaya tetap sehat, aman, serta memenuhi persyaratan kesehatan dan norma keselamatan kerja sehingga terbebas dari gangguan kesehatan dan keselamatan atau tenaga kerja tidak menderita penyakit akibat kerja dan tidak mengalami kecelakaan pada saat kerja (Mahawati et al., 2021).

International Labour Organization (ILO) (2013) menyatakan bahwa dalam pengendalian bahaya di lingkungan kerja dapat dilakukan berbagai program intervensi atau kegiatan yang dapat dipilih berdasarkan 5 tahapan pengendalian, antara lain:

1. Eliminasi

   Eliminasi merupakan pengendalian bahaya dengan cara menghilangkan sumber bahaya yang berasal dari berbagai faktor lingkungan kerja, sehingga apabila sumber dihilangkan maka dapat ditiadakan potensi bahayanya. Misalnya kegiatan berupa penghentian proses kerja yang berbahaya, menghilangkan bahan kimia berbahaya atau penghentian penggunaan mesin sumber kebisingan (Mahawati dkk, 2021).

2. Substitusi

   Substitusi merupakan metode pengendalian bahaya melalui penggantian bahan, peralatan atau mesin dan proses produksi. Metode ini merupakan salah satu cara terbaik untuk mengatasi paparan bahaya kerja yang ada. Misalnya berupa penggantian bahan, alat, atau cara kerja yang bahaya dengan kurang berbahaya, mengganti bahan produksi bentuk serbuk dengan bentuk pasta, proses menyapu diganti dengan *vacuum*, atau pengecetan spray diganti dengan pencelupan (Mahawati dkk, 2021).

3. Pengendalian Teknik

   Pengendalian teknik merupakan modifikasi atau rekayasa teknik yang diterapkan terhadap lingkungan kerja maupun sarana atau peralatan atau mesin di ruang kerja. Beberapa contoh kegiatan pengendalian teknik, seperti:

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

   (Mahawati dkk, 2021).

4. Pengendalian Administratif

   Pengendalian administratif merupakan pengaturan sistem kerja untuk meminnimalkan interaksi pekerja dari paparan bahaya di tempat kerja. Beberapa contoh pengendalian adiministratif, namun tidak terbatas pada:

   1) Pengaturan jam kerja, *shift* kerja, dan rotasi kerja.
   2) Pengembangan SOP atau prosedur kerja.
   3) Penyusunan *contingency plan* sebagai dasar penanggulangan bahaya dan sistem tanggap darurat terhadap potensi bahaya dan risiko di lingkungan kerja.
   4) Edukasi, pelatihan, dan sosialisasi cara kerja yang aman.
   5) Pemeliharaan mesin dan peralatan kerja yang terencana dan diimplementasikan dalam program kerja secara rutin.

6) Pengembangan program *higiene* dan sanitasi lingkungan yang terintegrasi dengan baik.
7) Pemisahan lokasi.

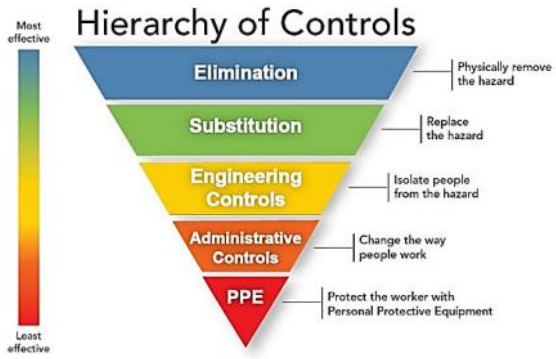
(Mahawati dkk, 2021).

5. Penggunaan Alat Pelindung Diri

Penggunaan alat pelindung diri yakni penggunaan berbagai alat pelindung diri sesuai target organ tubuh tenaga kerja yang terpapar bahaya. Upaya ini merupakan alternatif terakhir dalam pengendalian bahaya apabila tidak dapat diterapkan metode pengendalian lainnya atau jika dibutuhkan tambahan perlindungan yang lebih ketat untuk menghindari bahaya di lingkungan kerja. Organ tubuh yang biasanya rentan memerlukan perlindungan anatara lain mata, telinga, kulit, dan saluran pernapasan. Jenis APD yang direkomendasikan disesuaikan potensi bahaya di masing-masing area kerja.

Penggunaan APD lebih difokuskan untuk keselamatan pekerja secara individu, sedangkan eliminasi dan substitusi akan menyangkut keselamatan dan kenyamanan tempat kerja secara menyeluruh dan komprehensif. APD merupakan kelengkapan wajib yang digunakan saat bekerja untuk melindungi pekerja dari bahaya atau risiko di lingkungan kerja sesuai dengan SOP yang diterapkan oleh masing-masing tempat kerja.

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



Gambar 2. 2 Hirarki Pengendalian Bahaya di Lingkungan Kerja
(Sumber: Yuliani Setyaningsih, 2018)

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

OHSAS 18001:2007 menjelaskan bahwa terdapat beberapa item yang harus masuk dalam membuat HIRADC. Hal ini dikarenakan HIRADC merupakan salah satu dasar dari penerapan OHSAS. Adapun item-item tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan rutin dan non rutin (keadaan gawat darurat, bencana alam, kegiatan pemeliharaan yang diluar jadwal, pembersihan, pengoperasian mesin, *shut down/start up*, *visit* dari kontraktor/pelanggan, keadaan lain yang memang tidak rutin dilakukan oleh organisasi.
2. Semua kegiatan yang memungkinkan seluruh pekerja atau orang mempunyai akses masuk di area kerja (termasuk kontraktor dan juga pengunjung atau tamu).
3. Perilaku manusia, kemampuan dan juga faktor manusia (sifat, kesalahan dari pihak manusia, perilaku, kebiasaan, stress dan lain-lain).
4. Bahaya yang berasal dari luar tempat kerja yang dapat menimbulkan efek buruk ke kesehatan dan keselamatan pekerja di organisasi.
5. *Hazard* atau bahaya yang timbul dari kegiatan yang berkaitan dengan pekerjaan atau aktivitas yang berada dibawah kendali di lingkungan kerja dan organisasi. Infrastruktur atau sarana prasarana, peralatan dan material di tempat kerja yang disediakan oleh pihak organisasi atau pihak luar.
6. Perubahan atau rencana perubahan pada organisasi, kegiatannya, dan bahan yang digunakan.
7. Modifikasi dari SMK3 termasuk yang bersifat sementara, dan pengaruhnya terhadap kegiatan operasi, proses, atau aktivitas.
8. Semua peraturan yang mengikat yang berkaitan dengan penilaian risiko dan pengendalian yang dibutuhkan.
9. Desain dari area kerja, proses, instalasi, mesin atau peralatan, termasuk kemampuan adaptasi dari pekerja atau manusia.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah para pekerja di PT Manunggal Perkasa berlokasi di Jl. Laut Jawa, Klega, Pelabuhan Tanjung Intan, Kecamatan Cilacap Selatan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. PT Manunggal Perkasa merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi tepung terigu.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah bahaya dan risiko kerja. Bahaya dan risiko kerja dapat diperoleh dari proses produksi PT Manunggal Perkasa, dimana terjadi kontak langsung antara pekerja dengan bahan baku dan alat kerja. Adanya kontak tersebut, dapat menimbulkan risiko kecelakaan kerja.

3.3 Sumber Data

1. Data Primer

   Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama atau dengan kata lain data yang pengambilannya dilakukan sendiri oleh peneliti secara langsung (Robiallah, 2024). Adapun data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui wawancara dan observasi langsung, berikut penjelasannya:

   1) Wawancara

      Wawancara yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara semi terstruktur, yaitu wawancara dengan menggunakan pedoman wawancara yang telah dibuat sebelumnya dan setiap pertanyaan diperdalam untuk memperoleh informasi lebih lanjut. Wawancara ini membantu memulihkan data selama identifikasi potensi risiko. Adapun data yang didapatkan adalah alur produksi, proses produksi, bahan baku, mesin atau alat kerja yang digunakan, struktur organisasi perusahaan, frekuensi terjadinya kecelakaan kerja, sistem K3 yang dijalankan dan tingkat keparahan kecelakaan kerja.

2) Observasi Langsung

Observasi digunakan untuk memperoleh data *real* (nyata) di lapangan. Adapun beberapa pengamatan yang dilakukan yaitu:

a. Mengamati material yangdigunakan dalam proses produksi.
b. Mengamati potensi bahaya yang mungkin atau pernah terjadi.
c. Mengamati proses kerja dari awal sampai akhir yang dilakukan oleh pekerja.
d. Mengamati lingkungan kerja.
e. Mengamati pekerja yang berhubungan langsung dengan kondisi tidak aman di lingkungan kerja.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung untuk memberikan data kepada pengumpul data (Larasati et al., 2021). Data sekunder adalah data selain yang diteliti yang diperoleh dari sumber kedua seperti dokumen-dokumen, grafis (tabel, catatan, notulen rapat, dan lain-lain), foto-foto, film, rekaman video, benda-benda, dan lainnya yang dapat memperkuat dan menyempurnakan data primer (Zainuddin & Zumrudiana, 2024). Data sekunder pada penelitian ini digunakan sebagai pelengkap yaitu data jumlah pekerja, dan dokumentasi.

3.4 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data. Berikut metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Observasi

   Penelitian ini menggunakan data hasil observasi dengan mengamati secara langsung pekerjaan pada proses produksi pada PT. Manunggal Perkasa Cilacap dengan menggunakan data *checklist*.

2. Wawancara

   Penelitian ini juga menggunakan proses pengambilan data dengan melakukan wawancara secara langsung dengan *expert* dan operator atau pekerja langsung pada lapangan di bagian produksi, wawancara dilakukan untuk mendapatkan data berupa tahapan pekerjaan yang dilakukan, data identifikasi potensi bahaya dan resiko pada setiap kegiatan pekerjaan serta untuk mengetahui

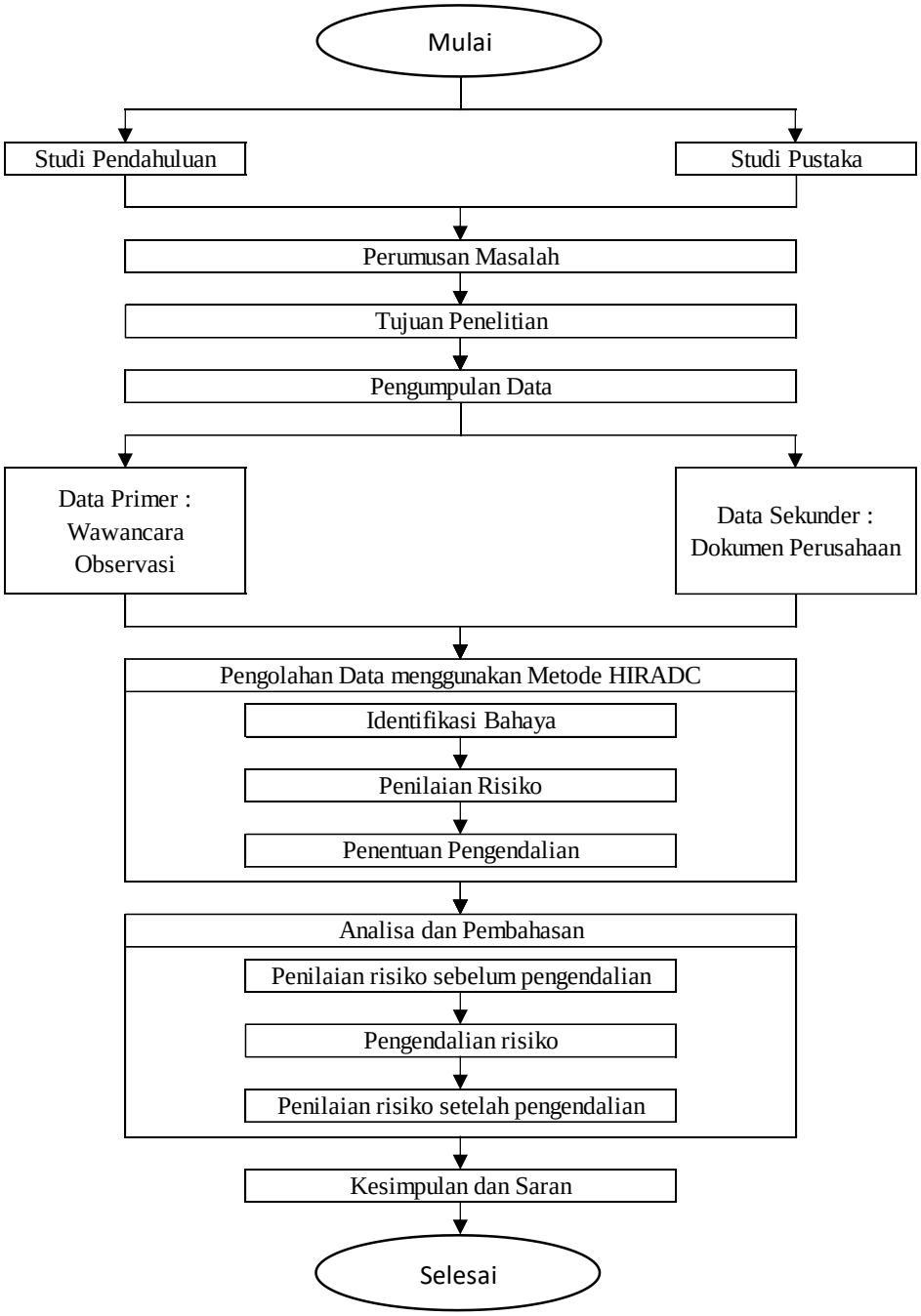
penilaian tingkat resiko pada setiap pekerjaan di area produksi. Berikut merupakan profil dari narasumber:

Tabel 3. 1 Tabel Narasumber

No	Jabatan	Masa Kerja	Deskripsi Tugas Utama
1	Kepala Bagian Produksi	28 tahun	Perencanaan dan pengawasan produksi, pengendalian kualitas, serta pemeliharaan.
2	Kepala Bagian HSE	28 tahun	Pengembangan kebijakan HSE, manajemen risiko, pengawasan kepatuhan, serta pelatihan.

3.5 Alur Penelitian

Berikut alur penelitian:



Gambar 3. 1 *Flow Chart* Penelitian

1. Survei Pendahuluan

   Peneliti melakukan pengamatan di PT Manunggal Perkasa mengenai kondisi lingkungan penelitian. Selain itu dalam survei pendahuluan, peneliti juga melihat area kerja serta interaksi antara tenaga kerja dengan mesin pada proses produksi dari bahan baku datang sampai dengan barang jadi.

2. Studi Pustaka

   Setelah melakukan survei pendahuluan, kemudian peneliti melakukan studi pustaka. Studi pustaka berisi referensi dan teori-teori yang dibutuhkan dalam menyelesaikan laporan penelitian. Sumber dalam penelitian berasal dari buku-buku, dan situs-situs internet yang berkaitan dengan permasalahan bahaya dan risiko kecelakaan kerja.

3. Perumusan Masalah

   Perumusan masalah merupakan langkah yang sangat penting, karena langkah ini menentukan akan kemana suatu penelitian ditujukan. Perumusan masalah pada hakikatnya merupakan perumusan pertanyaan yang jawabannya akan dicari melalui penelitian.

4. Tujuan Penelitian

   Tujuan penelitian sangat diperlukan untuk menjawab permasalahan yang ada. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, menilai risiko dari bahaya yang timbul akibat proses produksi serta memberikan rekomendasi pengendalian yang tepat.

5. Pengumpulan Data

   Tahap pengumpulan data dilakukan pada saat proses penelitian, dimana pengumpulan data tersebut dikelompokkan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder.

6. Pengolahan Data

   Pengolahan data mengenai data yang diperoleh dari hasil pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan tujuan dari penelitian. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode HIRADC. Metode HIRADC merupakan metode yang diguanakan untuk melakukan kegiatan identifikasi bahaya menilai risiko yang ditimbulkan dan menetapkan bentuk pengendalian yang tepat.

7. Analisa dan Pembahasan

   Setelah dilakukan pengolahan data menggunakan metode HIRADC, selanjutnya data hasil pengolahan data dianalisa, dimana dilakukan analisa ini bertujuan untuk mempelajari masalah-masalah yang ada dan mengambil kesimpulan dari masalah yang ada. Adapun dalam proses ini terdapat beberapa poin yang dianalisis yakni hasil penilaian risiko sebelum dilakukan pengendalian, pengedalian risiko, dan hasil penilaian risiko setelah dilakukan pengendalian.

8. Kesimpulan dan Saran

   Dari hasil yang telah diperoleh dan dianalisa, maka kesimpulan dan saran yang diberikan sebagai bahan masukan kepada pihak manajemen perusahaan terkait serta pihak-pihak yang membutuhkan.

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA ATAU PEMBANGUNAN SISTEM

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di PT Manunggal Perkasa pada bagian produksi. Pengambilan data dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Pengambilan data melibatkan wawancara dua orang yakni Kepala Bagian HSE selaku penanggung jawab dan pembimbing penelitian dan Kepala Bagian Produksi selaku yang bertanggung jawab terhadap subjek penelitian. Data yang didapatkan dari hasil wawancara adalah alur produksi, mesin yang digunakan, dan data kecelakaan kerja yang terjadi di perusahaan. Kemudian dilakukan observasi secara langsung pada area produksi untuk melihat interaksi antara tenaga kerja dengan mesin produksi atau alat kerja.

4.1.1 Profil Perusahaan

PT Manunggal Perkasa merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan tepung terigu (*flour mills*). PT Manunggal Perkasa berlokasi di Jl. Laut Jawa, Klega, Pelabuhan Tanjung Intan, Kecamatan Cilacap Selatan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Pada bulan Februari 1997, fasilitas penggilingan tepung manunggal perkasa mulai beroperasi di Cilacap, Jawa Tengah sebagai fasilitas penggilingan tepung pertama di bagian selatan Pulau Jawa. Hal ini memberikan keuntungan strategis berupa tingkat pendangkalan yang rendah dan terlindung dari arus ombak laut selatan, sehingga dapat menawarkan akses labuh sepanjang tahun untuk pengiriman bahan baku. Proses produksi dimulai dari gandum-gandum berkualitas tinggi dari Amerika, Australia, Kanada, dan Eropa Barat.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

1. Visi

   Aktif berperan meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia dalam bidang pangan dengan memproduksi tepung terigu berkualitas tinggi dengan harga yang terjangkau.

2. Misi

   Kepuasan pelanggan adalah tujuan utama kami, dengan memproduksi tepung berkualitas tinggi tanpa kompromi dengan harga yang wajar.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 *Identifikasi Bahaya (Hazard Identification)*

Pada bagian ini dilakukan pengumpulan data yang sudah melalui proses identifikasi, melakukan penilaian risiko, dan menyusun tabel *Hazard Identification Risk Assesment and Determining Control* (HIRADC). Hal ini bertujuan untuk mengetahui besar dari tingkat risiko sebelum dilakukan pengendalian dan setelah dilakukan pengendalian dengan tujuan dapat mengurangi terjadinya risiko dan memberikan solusi yang tepat untuk setiap pekerjaan.

4.2.2 *Penilaian Risiko (Risk Analysis)*

Penilaian risiko dilakukan untuk mengetahui besarnya suatu risiko dengan mempertimbangkan kemungkinan risiko kejadian dan dampak risiko yang akan ditimbulkan. Potensi bahaya yang sudah diidentifikasi pada bagian produksi di PT Manunggal Perkasa, kemudian akan diberikan penilaian yang sesuai dengan kemungkinan kejadian (*likelihood*) dan dampak potensi bahaya kerja yang dapat ditimbulkan (*severity*).

Nilai dari *likelihood* dan *severity* yang sudah dianalisis selanjutnya digunakan untuk menentukan tingkat risiko atau level risiko menggunakan *risk matriks* dari *Risk Management* AS/NZS 4360-1999. Sehingga dapat diketahui level risiko dari bahaya tersebut. tingkat risiko akan menunjukkan nilai yang berbeda sesuai dengan tingkat keparahan risiko yang ada, seperti risiko tingkat rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Adapun hasil dari analisis risiko dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil Penilaian Tingkat Risiko PT Manunggal Perkasa

NO	IDENTIFIKASI BAHAYA		PENILAIAN TINGKAT RISIKO		
	URAIAN PEKERJAAN	Termasuk Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	*LIKELIHOOD* (L)	*SEVERITY* (S)	NILAI RISIKO (L x S)
1	Bongkar muatan bahan baku	Area kerja yang licin	2	2	4
		Paparan debu tepung	4	2	8

NO	IDENTIFIKASI BAHAYA		PENILAIAN TINGKAT RISIKO		
	URAIAN PEKERJAAN	Termasuk Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	*LIKELIHOOD* (L)	*SEVERITY* (S)	NILAI RISIKO (L x S)
2	Pengoperasian *forklift*	Tertabrak *forklift*	2	4	8
		Operator kelelahan	2	4	8
3	Penumpukan karung tepung	Runtuhan karung	2	4	8
		Beban angkat berlebih *(Overload)*	2	3	6
4	Pemindahan manual karung	Posisi angkat tidak ergonomis	3	3	9
5	*Loading/unloading*	Paparan debu	4	3	12
6	Bekerja di luar ruangan	*Heat Stress*	1	5	5
		Dehidrasi	3	2	6
7	Pembersihan silo setelah selesai digunakan	Kekurangan oksigen	2	5	10
		Terjebak di ruang terbatas	2	5	10
8	Kelistrikan mesin produksi	Kabel rusak	3	4	12
		Hubungan arus pendek			
9	Packing manual	Posisi tenaga kerja yang tidak ergonomis	3	3	9
10	*Cleaning Bin*	Kekurangan oksigen	2	5	10
		Terjebak di ruang terbatas	2	5	10
11	Pengoperasian mesin *conveyor*	Terjepit, terbentur, terlilit bagian *conveyor* yang bergerak	2	5	10
		Kabel rusak	3	4	12
		Hubungan arus pendek			
		Beban berlebih, aus	2	3	6
12	Pengoperasian mesin *packing*	Terjepit	2	5	10
		Tertimpa benda	3	2	6
		Kebisingan	3	3	9

Berdasarkan hasil perhitungan skor risiko, dapat diketahui bahaya yang ditimbulkan pada bagian produksi PT Manunggal Perkasa adalah:

1. Risiko tinggi (*high risk*) pada beberapa aktivitas yaitu *loading* atau *unloading*, pembersihan silo setelah selesai digunakan, kelistrikan mesin produksi, dan *cleaning bin*.
2. Risiko medium (*moderate risk*) pada beberapa aktivitas yaitu paparan debu tepung pada bongkar muatan bahan baku, pengoperasian *forklift*, penumpukan karung tepung, pemindahan manual karung, dehidrasi pada saat bekerja di luar ruangan, dan *packing* manual.
3. Risiko rendah (*low risk*) pada beberapa aktivitas yaitu area kerja yang licin pada bongkar muatan bahan baku dan *heat stress* saat bekerja diluar ruangan.

4.2.3 *Hazard Identification Risk Assesment Determining Control (HIRADC)*

Pengendalian risiko dilakukan terhadap setiap potensi bahaya yang teridentifikasi pada bagian produksi di PT Manunggal Perkasa. Pengendalian risiko dilakukan dengan acuan peringkat risiko untuk mengetahui prioritas dan cara pengendaliannya. Pengendalian potensi bahaya dalam penentuannya harus mempertimbangkan hirarki pengendalian yang terdiri dari eliminasi, substitusi, pengendalian teknik, pengendalian administrasi, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) dalam proses kerja.

Pengendalian risiko yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir dampak risiko yang terjadi. Rekomendasi pengendalian diberikan terhadap setiap potensi bahaya yang teridentifikasi. Selain itu untuk mengurangi angka kecelakaan kerja, rekomendasi pengendalian yang diberikan bertujuan untuk mencegah turunnya produktivitas kerja. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi pekerja terhadap potensi bahaya yang terdapat pada proses produksi di PT Manunggal Perkasa dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 *Hazard Identification Risk Assesment Determining Control* PT Manunggal Perkasa

NO	URAIAN PEKERJAAN	IDENTIFIKASI BAHAYA		PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
		Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R	1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	L	S	R	
1	Bongkar muatan bahan baku	Area kerja yang licin	Cidera jatuh	2	2	4	- Pembersihan rutin sesuai dengan jadwal yang ditentukan - Tanda peringatan bahaya terpeleset	1	2	2	N/A
		Paparan debu tepung	Gangguan pernapasan (ISPA, alergi)	4	2	8	- Menyediakan *portable industrial vacuum* pada saat bongkar muat berlangsung - Menggunakan APD lengkap yang disertai masker	2	2	4	N/A
2	Pengoperasian *forklift*	Tertabrak *forklift*	Cidera serius / fatal	2	4	8	- Dilakukan inspeksi forklist sebelum digunakan	1	4	4	N/A

NO	URAIAN PEKERJAAN	IDENTIFIKASI BAHAYA		PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL 1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
		Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R		L	S	R	
							- Dibuat jalan khusus *forklift* - Adanya *helper* yang membantu mensterilkan area				
		Operator kelelahan	Kecelakaan akibat kehilangan konsentrasi	2	4	8	- Terapkan sistem shift kerja untuk mengurangi kelelahan - Pemantauan kelelahan menggunakan sistem *self-assesment* atau aplikasi *monitoring* kelelahan kerja	1	4	4	N/A
3	Penumpukan karung tepung	Runtuhan karung	Tertimpa karung	2	4	8	- Gunakan rak penyimpanan sesuai dengan kapasitas beban yang telah diuji	1	4	4	N/A

NO	URAIAN PEKERJAAN	IDENTIFIKASI BAHAYA		PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL 1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
		Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R		L	S	R	
							- Metode penumpukan sesuaikan dengan standar - Pasang penghalang atau jaring pengaman di sisi rak atau area yang memungkinkan karung jatuh - Penerangan yang cukup				
		Beban angkat berlebih *(Overload)*	Cidera punggung/otot	2	3	6	- Gunakan alat bantu angkat seperti *forklift* - Pengangkatan tidak melebihi batas beban angkat yang direkomendasikan (RWL) menurut	*1*	3	3	N/A

NO	IDENTIFIKASI BAHAYA			PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL 1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
	URAIAN PEKERJAAN	Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R		L	S	R	
							NIOSH Lifting Equation (1994), yaitu maksimal 51 *pounds* (23kg) untuk kondisi ideal. - Sosialisasi pengangkatan manual				
4	Pemindahan manual karung	Posisi angkat tidak ergonomis	Cidera otot, tulang, atau punggung	3	3	9	- Gunakan alat bantu angkat seperti *forklift* - Pengangkatan tidak melebihi batas beban angkat yang direkomendasikan (RWL) menurut *NIOSH Lifting Equation* (1994), yaitu maksimal 51 *pounds* (23kg)	1	3	3	N/A

NO	IDENTIFIKASI BAHAYA			PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL 1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
	URAIAN PEKERJAAN	Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R		L	S	R	
							untuk kondisi ideal. - Sosialisasi pengangkatan manual				
5	*Loading/unloading*	Paparan debu	Gangguan pernapasan (ISPA, alergi)	4	3	12	- Menyediakan *portable industrial vacuum* pada di area *loading/unloading* - Sosialisasi mengenai bahaya debu, cara kerja aman dan SOP - Menggunakan masker respirator seperti N95	3	3	9	N/A
6	Bekerja di luar ruangan	*Heat Stress*	Pingsan	1	5	5	- Jadwalkan pekerjaan diluar ruangan saat pagi atau larut sore (jam-jam sejuk)	1	5	5	N/A

NO	URAIAN PEKERJAAN	IDENTIFIKASI BAHAYA Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	PENILAIAN TINGKAT RISIKO L	S	R	PENGENDALIAN RISIKO AWAL 1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	PENILAIAN SISA RISIKO L	S	R	PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
			Heat stroke				- Sistem *work-rest cycle* 10-15 menit istirahat setiap 1 jam kerja saat panas ekstrem - Gunakan rotasi kerja - Pemantauan tenaga kerja untuk mengetahui tanda *heat stress* - Sosialisasi bahaya dan gejala *heat stress*				
		Dehidrasi	Gangguan kesehatan (pingsan, pusing, penurunan kesadaran, kolaps)	3	2	6	- Penyediaan air minum, maksimal 50 meter dari area kerja luar ruangan - Pakaian kerja ringan dan menyerap keringat	2	2	4	N/A

NO	IDENTIFIKASI BAHAYA			PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
	URAIAN PEKERJAAN	Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R	1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	L	S	R	
7	Pembersihan silo setelah selesai digunakan	Kekurangan oksigen	Sesak napas	2	5	10	- Pemasangan *blower* atau *exhaust fan* - Sebelum bekerja, cek kadar gas yang berbahaya - Sistem *monitoring* gas, seperti menggunakan gas *detector portabel* - SIKA ruang terbatas - Sosialiasi mengenai bekerja di ruang terbatas - Pengawasan secara langsung - Menggunakan *breathing apparatus*	1	5	5	N/A

NO	URAIAN PEKERJAAN	IDENTIFIKASI BAHAYA Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	 Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	PENILAIAN TINGKAT RISIKO L	 S	 R	PENGENDALIAN RISIKO AWAL 1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	PENILAIAN SISA RISIKO L	 S	 R	PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
		Terjebak di ruang terbatas	Kehabisan oksigen	2	5	10	- Peralatan evakuasi siap sedia	1	5	5	N/A
8	Kelistrikan mesin produksi	Kabel rusak	Tersengat listrik	3	4	12	- Gunakan listrik sesuai dengan standar aman - Ganti alat listrik yang sudah rusak - Sistem *grounding* untuk instalasi listrik - Pasang isolasi kabel supaya tidak mudah rusak	2	4	8	N/A
		Hubungan arus pendek	Korsleting / kebakaran listrik				- Inspkesi dan perawatan instalasi listrik secara rutin - Terapkan prosedur LOTO				

NO	IDENTIFIKASI BAHAYA			PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL 1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
	URAIAN PEKERJAAN	Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R		L	S	R	
							- Sosialiasi mengenai bahaya kelistrikan - Gunakan APD yang sesuai				
9	*Packing manual*	Posisi tenaga kerja yang tidak ergonomis	Gangguan muskuloskeletal (kesemutan, nyeri otot, kelainan tulang)	3	3	9	- Desain kerja buat secara ergonomis (sesuaikan tinggi meja, alat, dsb) - Penyediaan tempat duduk untuk istirahat - Rotasi pekerja - Sosialiasi bahaya ergonomi - APD sepatu *safety* yang nyaman dipakai dalam posisi berdiri dengan jangka waktu yang lama	1	3	3	N/A

NO	IDENTIFIKASI BAHAYA			PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
	URAIAN PEKERJAAN	Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R	1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	L	S	R	
10	*Cleaning Bin*	Kekurangan oksigen	Sesak napas	2	5	10	- Pemasangan *blower* atau *exhaust fan* - Sebelum bekerja, cek kadar gas yang berbahaya - Sistem *monitoring* gas, seperti menggunakan gas *detector* portabel - SIKA ruang terbatas - Sosialiasi mengenai bekerja di ruang terbatas - Pengawasan secara langsung - Menggunakan *breathing apparatus*	1	5	5	N/A

NO	IDENTIFIKASI BAHAYA			PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL 1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
	URAIAN PEKERJAAN	Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R		L	S	R	
		Terjebak di ruang terbatas	Kehabisan oksigen	2	5	10	- Peralatan evakuasi siap sedia	1	5	5	N/A
11	Pengoperasian mesin *conveyor*	Terjepit, terbentur, terlilit bagian *conveyor* yang bergerak	Cedera serius (jari/tangan terjepit, patah tulang)Cedera serius (jari/tangan terjepit, patah tulang)	2	5	10	- Pasang *Emergency stop* dan *emergency pull cord* - Pasang *safety guarding* pada bagian mesin yang bergerak dan terbuka - Pemasangan LOTO - Penyediaan rambu "hati-hati" - Sosialisasi mengenai SOP pengoperasian dan penggunaan mesin *conveyor*	1	5	5	N/A

NO	URAIAN PEKERJAAN	IDENTIFIKASI BAHAYA		PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
		Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R	1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	L	S	R	
							- Safety talk sebelum bekerja - Menggunakan APD *mandatory*				
		Kabel rusak	Tersengat listrik	3	4	12	- Gunakan listrik sesuai dengan standar aman - Ganti alat listrik yang sudah rusak - Sistem *grounding* untuk instalasi listrik - Pasang isolasi kabel supaya tidak mudah rusak	2	4	8	N/A
		Hubungan arus pendek	Korsleting / kebakaran listrik				- Inspkesi dan perawatan				

NO	URAIAN PEKERJAAN	IDENTIFIKASI BAHAYA Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	 Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	PENILAIAN TINGKAT RISIKO L	 S	 R	PENGENDALIAN RISIKO AWAL 1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	PENILAIAN SISA RISIKO L	 S	 R	PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
							instalasi listrik secara rutin - Terapkan prosedur LOTO - Sosialiasi mengenai bahaya kelistrikan - Gunakan APD yang sesuai				
		Beban berlebih, aus	Sabuk konveyor robek, putus yang dapat menyebabkan kegagalan operasi	2	3	6	- Ganti sabuk *conveyor* yang sudah tidak layak digunakan - Inspeksi rutin visual *conveyor* sebelum digunakan	1	3	3	N/A
12	Pengoperasian mesin *packing*	Terjepit	Cidera tangan / Anggota tubuh	2	5	10	- Pasang *safety guarding* pada bagian mesin yang bergerak dan terbuka	1	5	5	N/A

NO	URAIAN PEKERJAAN	IDENTIFIKASI BAHAYA		PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
		Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R	1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	L	S	R	
							- Pasang *Emergency stop* dan *emergency pull cord* - Penyediaan rambu "hati-hati" - Sosialisasi mengenai SOP pengoperasian dan penggunaan mesin *packing* - *Safety talk* sebelum bekerja - Menggunakan APD *mandatory*				
		Tertimpa benda	Cidera kaki / Anggota tubuh	3	2	6	- Menggunakan *safety shoes*	1	2	2	N/A
		Kebisingan	Gangguan pendengaran	3	3	9	- Pengukuran K3 Lingkungan secara berkala	1	3	3	N/A

NO	IDENTIFIKASI BAHAYA			PENILAIAN TINGKAT RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO AWAL	PENILAIAN SISA RISIKO			PENGENDALIAN RISIKO LANJUTAN
	URAIAN PEKERJAAN	Terdapat Aspek: 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	Risiko 1. Pekerja 2. Peralatan 3. Material 4. Lingkungan/Publik	L	S	R	1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Rekayasa Teknik 4. Administrasi 5. APD	L	S	R	
							- Sosialisasi penggunaan APD tambahan seperti pentingnya penggunaan *earplug/earmuff* pada area bising - Menggunakan APD mandatory dan *ear plug / ear muff*				

Adapun estimasi biaya penerapan pengendalian risiko yang telah dipaparkan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Estimasi Biaya Pengendalian dan Penurunan Risiko Kecelakaan

No.	Pengendalian	Estimasi Biaya (Rp)	Estimasi Penurunan Risiko
1.	Pembersihan rutin & *vacuum portable*	15.000.000/bulan	38%
2.	Tanda peringatan bahaya terpeleset	1.000.000	50%
3.	APD lengkap + masker respirator	30.000.000	45%
4.	Inspeksi *forklift* sebelum digunakan	2.000.000/bulan	50%
5.	Pembuatan jalur khusus *forklift*	25.000.000	50%
6.	Penempatan *helper* untuk sterilisasi	10.000.000/bulan	50%
7.	Sistem *shift* kerja	0 (kebijakan internal)	50%
8.	*Self assesment fatigue app*	5.000.000/tahun	50%
9.	Rak penyimpanan sesuai beban uji	40.000.000	50%
10.	Standar penumpukan dan pengaman rak	15.000.000	50%
11.	Penerangan area kerja	8.000.000	50%
12.	Alat bantu angkat (*forklift*)	150.000.000	58%
13.	Sosialisasi *manual handling*	3.000.000	58%
14.	Sosialisasi bahaya debu & SOP	2.000.000	25%
15.	Jadwal kerja luar jam sejuk	0 (jadwal kerja)	0%
16.	*Work rest cycle* saat panas	0 (pengaturan waktu)	0%

No.	Pengendalian	Estimasi Biaya (Rp)	Estimasi Penurunan Risiko
17.	Rotasi kerja	0 (pengaturan shift)	33%
18.	Pemantauan *heat stress*	5.000.000	0%
19.	Air minum dan dispenser	10.000.000	33%
20.	Pakaian kerja ringan	20.000.000	33%
21.	*Blower* atau *exhaust fan*	25.000.000	50%
22.	Gas *detector portable*	20.000.000	50%
23.	SIKA dan pengawasan ahli ruang terbatas	10.000.000	50%
24.	*Breathing apparatus*	30.000.000	50%
25.	Peralatan evakuasi	20.000.000	50%
26.	Prosedur kelistrikan dan APD	10.000.000	25%
27.	*Grounding* dan isolasi kabel	15.000.000	25%
28.	LOTO	8.000.000	25%
29.	Ergonomi area kerja	15.000.000	67%
30.	Kursi dan rotasi istirahat	5.000.000	67%
31.	*Emergency stop* dan *guarding* mesin	40.000.000	50%
32.	*Safety talk* & SOP mesin	2.000.000	50%
33.	Penggantian sabuk *conveyor*	7.000.000	50%
34.	Inspeksi *conveyor*	3.000.000	50%
35.	Sosialisasi area bising	2.000.000	67%

Berdasarkan tabel perhitungan di atas, maka total estimasi biaya penerapan pengendalian risiko kecelakaan sebesar ±723.000.000 dengan estimasi rata-rata penurunan risiko kecelakaannya sebesar ±43%. Adapun rumus estimasi penurunan dihitung dari perbandingan jumlah kejadian kecelakaan pertahun sebelum diterapkan pengendalian risiko dan jumlah kejadian kecelakaan

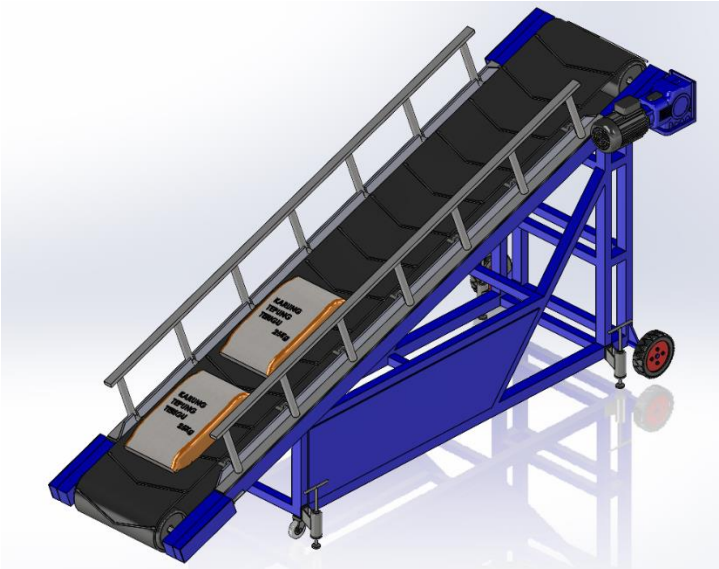
pertahun setelah diterapkan pengendalian risiko. Perhitungan efektivitas dapat dilakukan kembali setelah seluruh pengendalian risiko diterapkan.

Kegiatan produksi di PT Manunggal Perkasa masih memiliki potensi risiko kecelakaan kerja yang bersumber dari penggunaan mesin *conveyor*. Salah satu insiden yang pernah terjadi adalah jatuhnya karung tepung dari *conveyor* yang menimpa tenaga kerja, meskipun tidak menimbulkan luka serius. Kejadian ini menunjukkan bahwa risiko seperti terjepit bagian mesin yang bergerak maupun tertimpa material masih mungkin terjadi apabila tidak ada sistem proteksi tambahan. Oleh karena itu, diperlukan langkah mitigasi yang tidak hanya mengandalkan prosedur administratif dan penggunaan APD, tetapi juga berupa rekayasa teknik dalam bentuk pemasangan *safety guarding*.

Adapun *safety guarding* yang belum dan dapat diterapkan di PT Manunggal Perkasa adalah *safety guarding* untuk mesin *conveyor*. Berikut desain mesin *conveyor* dengan *safety guarding* nya.



Gambar 4. 1 Mesin *Conveyor*



Gambar 4. 2 Mesin *Conveyor* dengan *Safety Guarding*

Rancangan usulan ini berupa pemasangan *machine guarding* pada mesin *conveyor*, dengan tujuan utama mencegah terjadinya kecelakaan kerja akibat kontak langsung dengan bagian mesin yang bergerak serta meminimalisasi risiko produk jatuh. Adapun komponen rancangan yang diusulkan adalah sebagai berikut:

a. Fixed Guard

Dipasang untuk melindungi bagian-bagian yang bergerak seperti *belt*, *roller*, dan roda gigi *conveyor*. Pemasangan *fixed guard* ini berfungsi mencegah pekerja mengalami kecelakaan kerja, khususnya risiko terjepit pada bagian conveyor yang bergerak.

Untuk *Fixed Guard*, kebutuhan utama meliputi pembuatan pelindung tetap pada *area head*, *tail*, dan bagian transmisi *conveyor* (*roller* serta roda gigi). Material yang digunakan berupa plat baja 2 mm dengan rangka *hollow* SHS 40×40×2 mm, ditambah komponen pendukung seperti *bracket*, baut, dan engsel panel. Perkiraan biaya material untuk *fixed guard* mencapai Rp 3.200.000, ditambah biaya fabrikasi bengkel sebesar Rp 2.000.000, serta instalasi di lokasi sekitar Rp 400.000. Jika ditambahkan biaya *finishing* pengecatan *epoxy* dan transportasi, maka total estimasi biaya *fixed guard* diperkirakan sebesar Rp 6.000.000.

b. *Cover Guard* pada Sisi *Conveyor*

Didesain untuk menutup sisi *belt conveyor* yang berjalan. Fungsinya yaitu:

a. Mengurangi risiko pekerja tertimpa produk yang jatuh dari conveyor, mengingat bobot satu karung produk mencapai 25 kg yang dapat menimbulkan cedera serius.
b. Mencegah produk jatuh, pecah, atau rusak saat proses pemindahan, sehingga dapat menekan potensi kerugian akibat produk cacat.

Cover Guard pada sisi *conveyor* ini, komponen yang dibutuhkan meliputi panel penutup sepanjang sisi *belt conveyor* (±4 meter per sisi), rangka *hollow* sebagai penahan, serta penguat *bracket* setiap jarak ±0,5 meter. Material utama berupa plat baja 2 mm dengan total kebutuhan sekitar 2,5 m^2, rangka SHS, serta perangkat sambungan. Biaya material dan aksesoris diperkirakan Rp 2.500.000, dengan tambahan jasa fabrikasi sekitar Rp 1.400.000 dan instalasi di lapangan sebesar Rp 400.000. Ditambah *finishing* cat *epoxy*, signage keselamatan, dan biaya transportasi, maka total estimasi biaya *cover guard* sisi conveyor mencapai sekitar Rp 5.000.000.

Dengan demikian, total keseluruhan implementasi rancangan guarding *conveyor* terdiri dari Rp 6.000.000 untuk *fixed guard* dan Rp 5.000.000 untuk *cover guard* sisi, sehingga total biaya yang diperlukan adalah sekitar Rp 11.000.000 termasuk toleransi 10% untuk *contingency*.

Dengan penerapan *fixed guard* dan *cover guard* tersebut, tingkat risiko kecelakaan kerja pada mesin *conveyor* diharapkan dapat berkurang secara signifikan, serta meningkatkan perlindungan pekerja dan efisiensi proses produksi.

BAB V
PEMBAHASAN ATAU PENGUJIAN SISTEM DAN PEMBAHASAN

5.1 Penilaian risiko sebelum dilakukan pengendalian

Hasil penilaian risiko yang didapatkan dalam penelitian ini berdasarkan dari hasil identifikasi bahaya pada bagian produksi di PT Manunggal Perkasa. Berikut ini tabel penilaian risiko sebelum dilakukan pengendalian.

Tabel 5. 1 Penilaian Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian

No.	Aktivitas Kerja	Level Risiko				*Jumlah*
		Low Risk	*Moderate Risk*	*High Risk*	*Extreme Risk*	
1	Bongkar muat bahan baku	1	1	0	0	2
2	Pengoperasian *forklift*	0	2	0	0	2
3	Penumpukan karung tepung	0	2	0	0	2
4	Pemindahan manual karung	0	1	0	0	1
5	*Loading / unloading*	0	0	1	0	1
6	Bekerja di luar ruangan	1	1	0	0	2
7	Pembersihan silo setelah selesai digunakan	0	0	2	0	2
8	Kelistrikan mesin produksi	0	0	1	0	1
9	*Packing* manual	0	1	0	0	1
10	*Cleaning bin*	0	0	2	0	2
11	Pengoperasian mesin *conveyor*	0	1	2	0	3
12	Pengoperasian mesin *packing*	0	2	1	0	3

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat jumlah risiko pada setiap proses di bagian produksi PT Manunggal Perkasa. Hasil tersebut didapatkan menggunakan metode HIRADC. Adapun penilaian tingkat risiko pada bagian produksi sebelum dilakukan pengendalian adalah sebagai berikut:

1. Tidak ada pekerjaan dengan tingkat risiko ekstrem (*extreme risk*).
2. Pekerjaan dengan tingkat risiko tinggi (*high risk*) berjumlah sebanyak 9 aktivitas pekerjaan yaitu paparan debu saat *loading/unloading*, kekurangan oksigen saat pembersihan silo, terjebak di ruang terbatas saat pembersihan silo, tersengat listrik pada kelistrikan mesin produksi, kekurangan oksigen saat *cleaning bin*, terjebak di ruang terbatas saat *cleaning bin*,

cidera hingga *fatality* saat pengoperasian mesin *conveyor*, tersengat listrik saat pengoperasian mesin *conveyor*, dan cidera pada tangan saat pengoperasian mesin *packing*.

3. Pekerjaan dengan tingkat risiko sedang (*moderate risk*) berjumlah sebanyak 11 aktivitas pekerjaan yaitu paparan debu tepung, tertabrak *forklift*, kelelahan operator, keruntuhan karung, *overload*, posisi pengangkatan yang tidak ergonomis, dehidrasi, posisi tenaga kerja yang tidak ergonomis saat *packing manual*, sabuk *conveyor* yang robek dan putus dapat menyebabkan kegagalan operasi saat pengoperasian mesin *conveyor*, cidera kaki saat pengoperasian mesin *packing*, dan kebisingan saat pengoperasian mesin *packing*.
4. Pekerjaan dengan tingkat risiko rendah (*low risk*) berjumlah sebanyak 2 aktivitas pekerjaan yaitu area kerja yang licin saat bongkat muatan bahan baku, dan *heat stress* saat bekerja diluar ruangan.

Hasil diatas menunjukkan bahwa rata-rata pekerjaan berada di tingkat risiko sedang (*moderate risk*) yakni sebanyak 8 aktivitas pekerjaan, Total dari 22 aktivitas pekerjaan yang telah dianalisis menggunakan metode HIRADC, maka didapatkan presentasenya sebagai berikut:

1. Risiko ekstrem (*extreme risk*) $= \frac{0\ pekerjaan}{22\ pekerjaan}\ x\ 100\% = 0\%$
2. Risiko tinggi (*high risk*) $= \frac{9\ pekerjaan}{22\ pekerjaan}\ x\ 100\% = 40{,}9\%$
3. Risiko sedang (*moderate risk*) $= \frac{11\ pekerjaan}{22\ pekerjaan}\ x\ 100\% = 50\%$
4. Risiko rendah (*low risk*) $= \frac{2\ pekerjaan}{22\ pekerjaan}\ x\ 100\% = 9{,}1\%$

5.2 Analisis pengendalian risiko yang dilakukan

Setelah melakukan penilaian risiko dengan metode HIRADC, selanjutnya dilakukan pengendalian risiko. Pengendalian risiko memiliki peranan penting dalam meminimalisir dampak dari risiko bahaya yang dapat terjadi. Upaya pengendalian risiko dalam penelitian ini menggunakan hirarki pengendalian risiko yang terdiri dari eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, admnistratif, dan alat pelindung diri (APD) dengan menyesuaikan situasi dan kondisi lapangan.

Upaya pengendalian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tiga aspek, yaitu rekayasa teknik, administratif, dan alat pelindung diri (APD). Berikut ini merupakan upaya pengendalian yang dilakukan pada setiap aktivitas pekerjaan di bagian proses produksi PT Manunggal Perkasa:

1. Bongkar muatan bahan baku

   Upaya pengendalian pada proses bongkar muatan bahan baku meliputi dua aspek, yaitu:

   a. Administratif
      - Pembersihan rutin sesuai dengan jadwal yang ditentukan.
      - Tanda peringatan bahaya terpeleset.
      - Menyediakan *portable industrial vacuum* pada saat bongkar muat berlangsung.

   b. APD
      - Menggunakan APD lengkap yang disertai masker.

2. Pengoperasian *forklift*

   Upaya pengendalian pada proses pengoperasian *forklift* meliputi satu aspek yaitu pengendalian administratif, meliputi:

   - Inspeksi rutin *forklift* sebelum digunakan.
   - Dibuat jalan khusus *forklift.*
   - Adanya *helper* yang membantu mensterilkan area.
   - Penerapan sistem *shift* kerja untuk mengurangi kelelahan kerja.
   - Pemantauan kelelahan menggunakan sistem *self-assesment* atau aplikasi *monitoring* kelelahan kerja.

3. Penumpukan karung tepung

   Upaya pengendalian pada proses penumpukan karung tepung meliputi tiga aspek, yaitu:

   a. Rekayasa teknik
      - Pemasangan penghalang atau jaring pengaman pada sisi rak atau area yang memungkinkan karung jatuh.

   b. Administratif
      - Gunakan rak penyimpanan sesuai dengan kapasitas beban yang telah diuji.
      - Metode penumpukan sesuaikan dengan standar.
      - Penerangan yang cukup.
      - Gunakan alat bantu angkat, seperti *forklift.*
      - Atur pengangkatan supaya tidak melebihi batas beban angkat yang direkomendasikan (RWL) menurut *NIOSH Lifting Equation* (1994), yaitu maksimal 23 kg dalam kondisi ideal.

- Sosialisasi metode pengangkatan yang baik dan benar.

c. APD
   - Gunakan APD *mandatory*.

4. Pemindahan karung tepung secara manual

   Upaya pengendalian pada proses pemindahan karung tepung secara manual meliputi 2 aspek, yaitu:

   a. Administratif
      - Gunakan alat bantu angkat, seperti *forklift.*
      - Atur pengangkatan supaya tidak melebihi batas beban angkat yang direkomendasikan (RWL) menurut *NIOSH Lifting Equation* (1994), yaitu maksimal 23 kg dalam kondisi ideal.
      - Sosialisasi metode pengangkatan yang baik dan benar serta ergonomis.
   b. APD
      - Gunakan APD *mandatory*.

5. *Loading/unloading*

   Upaya pengendalian pada proses loading/unloading meliputi 3 aspek, yaitu:

   a. Rekayasa teknik
      - Menyediakan *portable industrial vacuum* pada area *loading/unloading.*
   b. Administratif
      - Sosialisasi mengenai bahaya debu, cara kerja aman, dan SOP.
   c. APD
      - Menggunakan APD tambahan yaitu masker respirator N95.

6. Bekerja di luar ruangan

   Upaya pengendalian pada proses bekerja di luar ruangan meliputi 2 aspek, yaitu:

   a. Administratif
      - Jadwalkan pekerjaan diluar ruangan saat pagi atau larut sore (jam-jam sejuk).
      - Sistem *work-rest cycle* 10-15 menit istirahat setiap 1 jam kerja saat panas ekstrem.
      - Gunakan rotasi kerja.
      - Pemantauan tenaga kerja untuk mengetahui tanda *heat stress.*
      - Sosialisasi bahaya dan gejala *heat stress.*

- Penyediaan air minum, maksimal 50 meter dari area kerja luar ruangan.

b. APD

- Pakaian kerja ringan dan menyerap keringat.

7. Pembersihan silo

Upaya pengendalian pada proses pembersihan silo meliputi 3 aspek, yaitu:

a. Rekayasa teknik

- Pemasangan *blower* atau *exhaust fan.*

b. Administratif

- Cek kadar gas yang berbahaya.
- Sistem monitoring gas, seperti menggunakan gas *detector* portabel.
- SIKA ruang terbatas.
- Sosialisasi mengenai bekerja di ruang terbatas.
- Pengawasan secara langsung.
- Peralatan evakuasi yang siap sedia.

c. APD

- Menggunakan *breathing apparatus.*

8. Kelistrikan mesin produksi

Upaya pengendalian pada proses kelistrikan mesin produksi meliputi 4 aspek, yaitu:

a. Substitusi

- Ganti alat listrik yang sudah rusak.

b. Rekayasa teknik

- Sistem *grounding* untuk instalasi listrik.
- Pasang isolasi kabel supaya kabel tidak mudah rusak.
- Penggunaan LOTO.

c. Administratif

- Gunakan alat listrik sesuai dengan standar aman.
- Inspeksi dan perawatan instalasi listrik secara rutin.
- Sosialisasi mengenai bahaya kelistrikan.

d. APD

- Gunakan APD *mandatory.*

9. Packing manual

   Upaya pengendalian pada proses *packing* manual meliputi 3 aspek, yaitu:

   a. Rekayasa teknik
      - Desain kerja dibuat secara ergonomis (sesuaikan tinggi meja, alat, dan sebagainya).
   b. Administratif
      - Penyediaan tempat duduk untuk istirahat.
      - Rotasi pekerja.
      - Sosialisasi bahaya ergonomi.
   c. APD
      - *Safety shoes* yang nyaman digunakan dalam posisi berdiri dengan jangka waktu yang lama.

10. *Cleaning bin*

    Upaya pengendalian pada proses *cleaning bin* meliputi 3 aspek, yaitu:

    a. Rekayasa teknik
       - Pemasangan *blower* atau *exhaust fan.*
    b. Administratif
       - Cek kadar gas yang berbahaya.
       - Sistem monitoring gas, seperti menggunakan gas *detector portable*.
       - SIKA ruang terbatas.
       - Sosialisasi mengenai bekerja di ruang terbatas.
       - Pengawasan secara langsung.
       - Peralatan evakuasi yang siap sedia.
    c. APD
       - Menggunakan *breathing apparatus.*

11. Pengoperasian mesin *conveyor*

    Upaya pengendalian pada proses kelistrikan mesin produksi meliputi 4 aspek, yaitu:

    a. Substitusi
       - Ganti alat listrik yang sudah rusak.
       - Ganti sabuk *conveyor* yang sudah tidak layak digunakan.
    b. Rekayasa teknik

- Sistem *grounding* untuk instalasi listrik.
- Pasang isolasi kabel supaya kabel tidak mudah rusak.
- Penggunaan LOTO.
- Pasang *emergency stop* dan *emergency pull cord.*
- Pasang *safety guarding* pada bagian mesin yang bergerak dan terbuka.

c. Administratif

- Gunakan alat listrik sesuai dengan standar aman.
- Inspeksi dan perawatan instalasi listrik secara rutin.
- Sosialisasi mengenai bahaya kelistrikan dan penggunaan mesin *conveyor.*
- Penyediaan rambu "hati-hati".
- Inspeksi dan perawatan instalasi listrik secara rutin.
- Inspeksi rutin visual *conveyor* sebelum digunakan.

d. APD

- Gunakan APD *mandatory*.

12. Pengoperasian mesin *packing*

Upaya pengendalian pada proses *cleaning bin* meliputi 3 aspek, yaitu:

a. Rekayasa teknik

- Pasang *safety guarding* pada bagian mesin yang bergerak dan terbuka.
- Pasang *Emergency stop* dan *emergency pull cord.*

b. Administratif

- Penyediaan rambu "hati-hati".
- Sosialisasi mengenai SOP pengoperasian dan penggunaan mesin *packing.*
- *Safety talk* sebelum bekerja.
- Pengukuran K3 Lingkungan secara berkala.
- Sosialisasi penggunaan APD tambahan seperti pentingnya penggunaan *earplug/earmuff* pada area bising.

c. APD

- Menggunakan *safety shoes.*
- Menggunakan APD *mandatory* dan *ear plug* atau *ear muff.*

5.3 Penilaian risiko setelah dilakukan pengendalian

Setelah dilakukan pengendalian, maka selanjutnya dilakukan penilaian risiko sisa terhadap potensi bahaya yang terjadi. Adapun hasil penilaian level risiko setelah dilakukan pengendalian, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. 2 Penilaian Risiko Setelah Dilakukan Pengendalian

No.	Aktivitas Kerja	Penilaian sisa risiko				Jumlah
		Low Risk	*Moderate Risk*	*High Risk*	*Extreme Risk*	
1	Bongkar muat bahan baku	2	0	0	0	2
2	Pengoperasian *forklift*	2	0	0	0	2
3	Penumpukan karung tepung	2	0	0	0	2
4	Pemindahan manual karung	1	0	0	0	1
5	*Loading / unloading*	0	1	0	0	1
6	Bekerja di luar ruangan	2	0	0	0	2
7	Pembersihan silo setelah selesai digunakan	2	0	0	0	2
8	Kelistrikan mesin produksi	0	1	0	0	1
9	*Packing* manual	1	0	0	0	1
10	*Cleaning bin*	2	0	0	0	2
11	Pengoperasian mesin *conveyor*	2	1	0	0	3
12	Pengoperasian mesin *packing*	3	0	0	0	3

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat penurunan tingkat nilai risiko pada setiap aktivitas pekerjaan. Sesuai dengan pengendalian yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil dari pengendalian tersebut sebagai berikut:

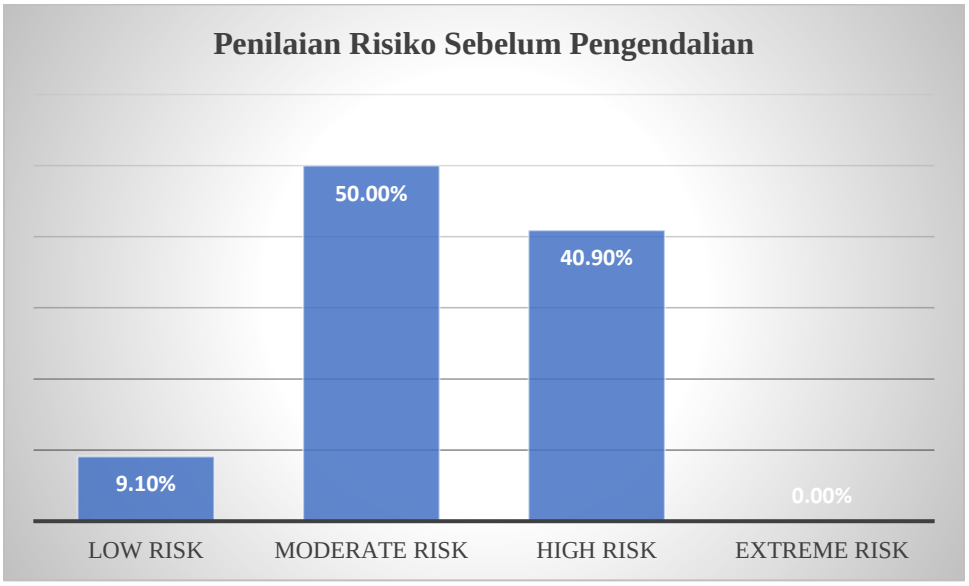
1. Tidak terdapat aktivitas pekerjaan dengan tingkat risiko ekstrem (*extreme risk*).
2. Tidak terdapat aktivitas pekerjaan dengan tingkat risiko tinggi (*high risk*).
3. Pekerjaan dengan tingkat risiko sedang (*moderate risk*) sebanyak 3 aktivitas pekerjaan yaitu paparan debu saat *loading/unloading*, tersengat listrik pada kelistrikan mesin produksi, dan tersengat listrik pada pengoperasian mesin *conveyor*.
4. Pekerjaan dengan tingkat risiko rendah (*low risk*) sebanyak 19 aktivitas pekerjaan yaitu area kerja yang licin, paparan debu tepung, tertabrak *forklift*, operator kelelahan, runtuhan karung, *overload* saat pengangkatan, posisi angkat tidak ergonomis, *heat stress*, dehidrasi, kekurangan oksigen, terjebak di ruang terbatas, posisi tenaga kerja yang tidak ergonomis, terjepit,

terbentur, terlilit bagian *conveyor* yang bergerak, beban berlebih atau aus, terjepit, tertimpa benda, dan kebisingan.

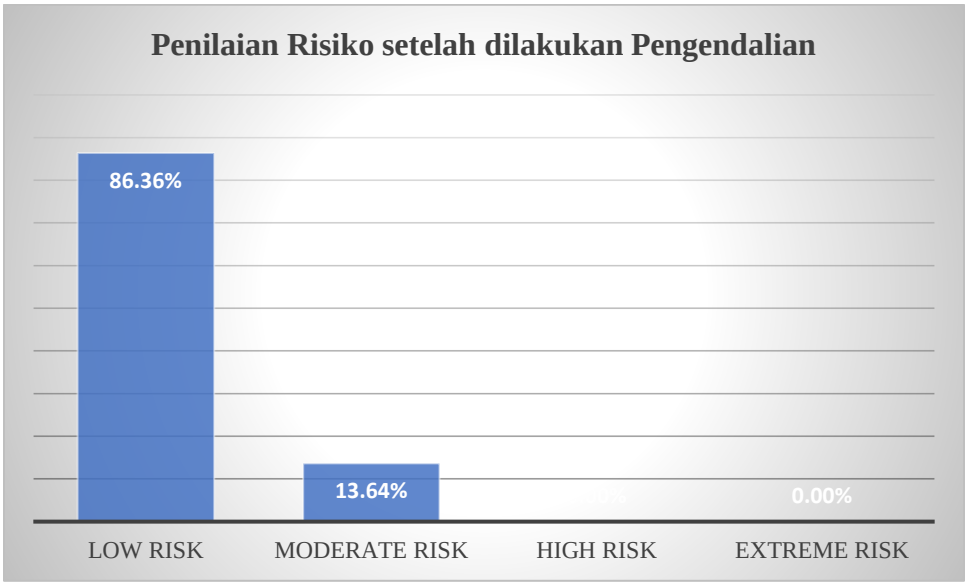
Adapun penilaian risiko tersebut, jumlah presentase yang didapatkan adalah:

1. Risiko ekstrem (*Extreme risk*) $= \frac{0\ pekerjaan}{22\ pekerjaan}\ x\ 100\% = 0\%$
2. Risiko tinggi (*high risk*) $= \frac{0\ pekerjaan}{22\ pekerjaan}\ x\ 100\% = 0\%$
3. Risiko sedang (*moderate risk*) $= \frac{3\ pekerjaan}{22\ pekerjaan}\ x\ 100\% = 13{,}64\%$
4. Risiko rendah (*low risk*) $= \frac{19\ pekerjaan}{22\ pekerjaan}\ x\ 100\% = 86{,}36\%$

Maka, didapatkan perbandingan tingkat nilai risiko sebelum dilakukan pengendalian dan sesudah dilakukan pengendalian yang dapat dilihat pada tabel 5.1 dan tabel 5.2 gambar berikut:



Gambar 5. 1 Penilaian Risiko Sebelum Pengendalian



Gambar 5. 2 Penilaian Risiko Setelah Dilakukan Pengendalian

Berdasarkan hasil grafik perbandingan pada gambar diatas, dapat diketahui bahwa terjadi penurunan terhadap tingkat nilai dari risiko pada masing-masing aktivitas pekerjaan pada proses produksi di PT Manunggal Perkasa. Sesuai dengan data yang telah dijabarkan, dapat disimpulkan bahwa pengendalian risiko terhadap potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja merupakan suatu hal yang sangat penting dan yang paling utama dilakukan sebelum pekerjaan berlangsung untuk menjaga keselamatan dan kesehatan kerja baik pekerja, tamu, maupun setiap orang yang berada di lingkungan kerja.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil verifikasi dari identifikasi bahaya yang telah dilakukan sebelumnya, ditemukan sebanyak 22 potensi bahaya yang dapat terjadi di area kerja. Beberapa di antaranya meliputi: area kerja yang licin, paparan debu tepung, aktivitas pengoperasian *forklift* (potensi tertabrak *forklift*), durasi kerja *forklift* yang panjang (potensi kesalahan pengoperasian akibat *human error*), runtuhan karung, *overload* pada penumpukan karung, posisi angkat tidak ergonomis, *heat stress*, dehidrasi, kekurangan oksigen, ruang terbatas yang berpotensi menimbulkan risiko terjebak, kabel rusak, hubungan arus pendek, posisi kerja tidak ergonomis pada aktivitas manual, beban berlebih atau aus pada mesin, bagian mesin yang bergerak berpotensi menimbulkan risiko terjepit, potensi tertimpa benda, serta kebisingan. Dari keseluruhan aktivitas, kegiatan dengan tingkat bahaya terbanyak dan risiko tertinggi terdapat pada proses pembersihan silo.
2. Berdasarkan penilaian risiko menggunakan metode HIRADC, diperoleh 22 temuan *hazards* pada aktivitas pekerjaan. Hasil penilaian menunjukkan bahwa:
    a. Risiko tinggi sebesar 40,9% (9 aktivitas), meliputi paparan debu pada proses *loading/unloading*; kekurangan oksigen dan terjebak di ruang terbatas pada pembersihan silo; kabel rusak dan hubungan arus pendek pada kelistrikan mesin produksi; kekurangan oksigen dan terjebak di ruang terbatas pada proses *cleaning bin*; terjepit, terbentur, terlilit pada mesin *conveyor*; serta terjepit pada mesin *packing*.
    b. Risiko sedang sebesar 50% (11 aktivitas), meliputi paparan debu tepung pada bongkar muatan bahan baku; tertabrak *forklift* dan operator kelelahan saat pengoperasian *forklift*; runtuhan karung dan *overload* pada penumpukan karung tepung; posisi angkat tidak ergonomis pada pemindahan manual; dehidrasi saat bekerja di luar ruangan; posisi kerja tidak ergonomis pada proses *packing* manual;

beban berlebih atau aus pada mesin *conveyor*; serta tertimpa benda dan kebisingan pada mesin *packing*.

c. Risiko rendah sebesar 9,1% (2 aktivitas), meliputi area kerja licin pada proses bongkar muatan bahan baku serta *heat stress* saat bekerja di luar ruangan.

3. Rekomendasi upaya pengendalian *hazards* dengan *risk level* yang tinggi antara lain: penyediaan *portable industrial vacuum* di area *loading/unloading*, pemasangan *blower* atau *exhaust fan*, pemasangan safety guarding pada *conveyor*, penerapan sistem monitoring gas menggunakan *gas detector portable*, pemasangan *emergency stop* dan *emergency pull cord*, pemasangan *safety guarding* pada bagian mesin yang bergerak dan terbuka, penerapan LOTO, sosialisasi mengenai SOP, serta penggunaan APD yang sesuai dengan jenis bahaya. Serta pada *conveyor* terdapat rekomendasi pengendalian berupa rekomendasi rancangan desain produk dengan tambahan *fixed guard* dan *cover guard*. Apabila seluruh rekomendasi pengendalian tersebut diterapkan, maka tingkat risiko diproyeksikan dapat menurun setidaknya menjadi kategori sedang.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh melalui data dan observasi lapangan, secara umum proses penelitian telah berjalan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Namun demikian, terdapat beberapa saran yang ditujukan baik kepada PT Manunggal Perkasa sebagai objek penelitian maupun kepada peneliti selanjutnya, agar dapat menjadi bahan pertimbangan dalam upaya peningkatan keselamatan kerja maupun pengembangan penelitian di masa mendatang. Adapun saran tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagi PT Manunggal Perkasa, sebaiknya mulai menerapkan pengendalian sesuai hasil analisis risiko, khususnya pada kategori *low risk* dan *medium risk*. Walaupun tergolong rendah, pengendalian tetap perlu dilakukan secara konsisten melalui inspeksi rutin, penerapan SOP, serta penggunaan APD agar risiko kecil tidak berkembang. Selain itu, perusahaan juga perlu melakukan inspeksi khusus terhadap risiko yang berulang serta audit internal K3 secara berkala pada area yang sering bermasalah.
2. Bagi PT Manunggal Perkasa, jika ditemukan risiko yang berulang, perusahaan sebaiknya melakukan analisis akar penyebab (*root cause analysis*) dan menentukan langkah korektif,

seperti perbaikan desain peralatan, penyesuaian prosedur kerja, atau peningkatan pelatihan pekerja. Audit internal K3 secara berkala juga penting untuk memastikan efektivitas pengendalian.

3. Bagi PT Manunggal Perkasa, disarankan untuk menyediakan *portable industrial vacuum* pada area *loading/unloading*, memasang *blower* atau *exhaust fan*, menerapkan sistem *monitoring* gas dengan *gas detector portabel*, memasang *emergency stop* dan *emergency pull cord*, memasang *safety guarding* pada bagian mesin yang bergerak dan terbuka, menerapkan sistem LOTO, melakukan sosialisasi terkait SOP, serta memastikan penggunaan APD sesuai dengan jenis bahaya yang ada sebagai bentuk pengendalian dan perhatian terhadap risiko tinggi, dan perlu mempertegas kembali penerapan norma-norma K3 yang wajib dijalankan di lingkungan perusahaan dan memberikan pelatihan K3 kepada para pekerja.
4. Bagi PT Manunggal Perkasa, perlu membuat anggaran kurang lebih sebesar Rp 11.000.000 untuk merubah desain *conveyor* dengan saran desain produk yang sudah dibuat, agar aktivitas produksi lebih aman dan tidak menimbulkan potensi bahaya yang baru.
5. Bagi peneliti selanjutnya, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi maupun perbandingan dalam melakukan penelitian sejenis. Penelitian mendatang juga dapat mengkaji industri yang berbeda sehingga ruang lingkup kajian dapat diperluas dan hasilnya lebih beragam.

DAFTAR PUSTAKA

Abbas, B., & Matin, A. (2021). Risk Assessment Using Job Safety Analysis (JSA). *Conference: The 18th Iranian International Industrial Engineering at Iran Institute of Industrial Engineering, December*.

Abdur Rahman, M., & Afridah, W. (2023). Faktor Kecelakaan Kerja dengan Metode Job Safety Analysis. *Jurnal Multidisiplin Indonesia*, *2*(4), 693–698. https://doi.org/10.58344/jmi.v2i4.201

Apriliani, F., Zulkhulaifah, J. A., Aisara, D. L., Habibie, F. R., Iqbal, M., & Sonjaya, S. A. (2023). Analisis Potensi Bahaya dan Penilaian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Bengkel Motor di Kota Bogor. *Factory Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri*, *2*(2), 46–59. https://doi.org/10.56211/factory.v2i2.420

Aristriyana, E., & Ferdian, D. (2023). Identifikasi Potensi Bahaya Menggunakan Metode Job Safety Analysis Pada Konveksi Cv. Jasa Karya Nusantara Banjarsari. *Jurnal Industrial Galuh*, *4*(1), 1–11. https://doi.org/10.25157/jig.v4i1.3008

Asrory, F. F., & Wisnugroho, A. D. H. (2021). Identifikasi Bahaya Dengan Metode Preliminary Hazard Analysis (Pha) Pada Workshop Politeknik Sinar Mas Berau Coal Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Inkofar*, *5*(1), 21–28. https://doi.org/10.46846/jurnalinkofar.v5i1.191

Assyifa Sya'bani, & Dene Herwanto. (2023). Analisis Potensi Kecelakaan Kerja di Area Mesin Ring Frame Menggunakan Metode HIRADC Pada PT. XYZ. *JENIUS : Jurnal Terapan Teknik Industri*, *4*(2), 313–322. https://doi.org/10.37373/jenius.v4i2.711

CCOHS. (2022). *Hazards*.

Djatmiko. (2016). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja* (Pertama). Deepublish.

Doda, D. V., & Pangaribuan, M. (2022). *Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja* (C. D (ed.)). CV. Patra Media Grafindo.

Fairussihan, J. D., & Setiono, D. (2023). Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerka (K3) Pada Proses Perbaikan Kapal Di Pt. Dock Dan Perkapalan Surabaya Menggunakan Metode Hirarc (Hazard Identification, Risk Assessment, And Risk Control). *Zona Laut : Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan*, 23–29. https://doi.org/10.62012/zl.v4i1.18977

Faizah, N., Purnamawati, E., & Tranggono, T. (2021). Analisis Risiko K3 Pada Kegiatan Reparasi Kapal dengan Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) dan Metode Job Safety Analysis (JSA) pada PT. NF. *Juminten*, *2*(5), 74–85. https://doi.org/10.33005/juminten.v2i5.316

Hasibuan, A., Purba, B., Mahyuddin, I. M., Armus, R., Chaerul, S. G. M., Sitorus, E., Khariri, Susilawaty, E. B. A., & Jamaludin. (2020). *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Yayasan Kita Menulis.

Indragiri, S., & Yuttya, T. (2020). Manajemen Risiko K3 Menggunakan Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (Hirarc). *Jurnal Kesehatan*, *9*(1), 1080–1094. https://doi.org/10.38165/jk.v9i1.77

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. (2021). *Hazard Definitions*.

Ir. M. Afif Salim, ST., MT., M., & Ir. Agus B Siswanto, M. (2022). Manajemen Risiko K3 Konstruksi. In *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat* (Issue January).

https://simantu.pu.go.id/epel/edok/9b7dd_Bahan_Tayang_Manajemen_Resiko_K3.pdf

Irzal. (2016). *Dasar-Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Kencana.

Kwon, S. J., Choi, S. W., & Lee, E. B. (2024). Hazard Identification and Risk Assessment During Simultaneous Operations in Industrial Plant Maintenance Based on Job Safety Analysis. *Sustainability (Switzerland)*, *16*(21). https://doi.org/10.3390/su16219277

Larasati, F. U., Aini, N., Hery, A., Irianti, S., Malang, K., & Ngantang, K. (2021). Proses Pembuatan Batik Tulis Remekan di Kecamatan Ngantang. *Prosiding Pendidikan Tata Boga Busana*, 8.

Mahawati, E., Fitriyatinur, Q., Yanti, C. A., Rahayu, P. P., Aprilliani, C., Chaerul, M., Hartini, E., Sari, M., Marzuki, I., Sitorus, E., Jamaludin, & Susilawaty, A. (2021). Keselamatan Kerja dan Kesehatan Lingkungan Industri. *Yayasan Kita Menulis*, 37. file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/2021_Book Chapter_Keselamatan Kerja dan Kesehatan Lingkungan Industri.pdf

Maranjaya, A. K. (2021). Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan Kerja Dalam Perspektif Negara Hukum. *Environmental Occupational Health and Safety Journal*, *1*(2), 245. https://doi.org/10.24853/eohjs.1.2.245-254

Muhammad Zulfi Ikhsan. (2022). Identifikasi Bahaya, Risiko Kecelakaan Kerja Dan Usulan Perbaikan Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, *1*(I), 42–52. https://doi.org/10.55826/tmit.v1ii.13

Namangge, S., Punuhsingon, C. S. C., & Neyland, J. S. C. (2023). Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Perusahaan Bongkar Muat Menggunakan Metode Hazard and Operability Study (Hazop). *Jurnal Tekno Mesin*, *9*(2), 121–130. https://doi.org/10.35793/jtm.v9i2.50636

Ramadhani, S. (2023). Faktor Yang Berhubungan Dengan Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pekerja. *Jurnal Keperawatan Priority*, *6*(2), 92–102. https://doi.org/10.34012/jukep.v6i2.4059

Restu, & Yuamita, F. (2023). Analisis Risiko Potensi Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Departemen Persiapan Produksi Menggunakan Metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assesment And Determining Control). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, *2*(3), 159–167. https://doi.org/10.55826/tmit.v2i3.63

Rivera Domínguez, C., Pozos Mares, J. I., & Zambrano Hernández, R. G. (2021). Hazard identification and analysis in work areas within the Manufacturing Sector through the HAZID methodology. *Process Safety and Environmental Protection*, *145*, 23–38. https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.07.049

Robiallah, S. (2024). Analisis Manajemen Risiko pada Penambangan Batubara di Wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) Banko Tengah Blok B PT Bukit Asam Tbk. *Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development*, *6*(6), 2486–2497. https://doi.org/10.38035/rrj.v6i6.1103

Saifudin, M. R., & Sukanta, S. (2023). Identifikasi Risiko Keselamatan Pekerja Dengan Metode FMEA di Departemen Produksi PT. XYZ. *Jurnal Asiimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, *5*, 189–198. https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v5i2.4558

Siswanto, A. B., Salim, M. A., & Ardani, M. S. (2021). Analisis Manajemen Risiko K3 Dengan Metode Hazard Identification Risk Assesment & Determining Control Pada Proyek Pembangunan Hotel Quest By Aston. *Jurnal Teknik Sipil*, *13*(2), 1–9.

Suma'mur. (2014). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Agung Seto.

Suma'mur. (2020). *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan Kerja*. Agung Seto.

Tewari, A., & Paiva, A. R. (n.d.). *industrial environments*.

UNDRR. (2020). *Hazard Definition & classification review: Technical Report', Hazard Definition & Classification Reviewazard Definition & Classification Review*.

Wagesti, P., Anshari, L. H., & Fitriyani. (2021). *Analisis Potensi Bahaya Menggunakan Metode HIRADC sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja pada Puskesmas Bengkalis Tahun 2020*. *02*(1).

Wang, Z., Wang, B., Ren, M., & Gao, D. (2023). A new hazard event classification model via deep learning and multifractal. *Computers in Industry*, *147*, 103875. https://doi.org/10.1016/j.compind.2023.103875

World Health Organization. (2019). *Health Emergency and Disaster Risk Management Framework, W Health Organization*.

Yuliani, S. (2018). *Buku Ajar Higiene Lingkungan Industri*. FKM UNDIP Press.

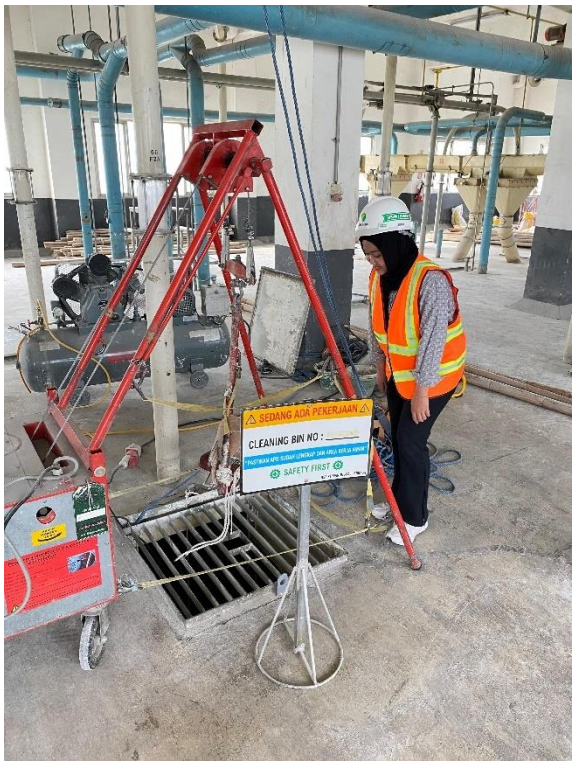
Yuliawati, E., & Suwito, M. (2023). Identifikasi Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Proses Perbaikan Kapal Riset Geomarin III dengan Metode HIRADC. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, *7*(1), 1–12. https://doi.org/https://doi.org/10.30737/jatiunik.v7i1.5142

Zainuddin, M., & Zumrudiana, A. (2024). Implementasi Pembelajaran Bahasa Inggris Menggunakan Mobile Assisted Language Learning (Mall) Dalam Menyambut Kurikulum Merdeka Belajar. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*, *16*(1), 97. https://doi.org/10.26418/jvip.v16i1.50272

LAMPIRAN

A-Dokumentasi Penelitian










SUPER TOWER
3CH|2CH


HSE




TSURUMI PUMP



