EVALUASI DAN PERBAIKAN SISTEM PENGELOLAAN LIMBAH MENGGUNAKAN METODE *HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT* (HIRA) DAN *BOW TIE ANALYSIS* (BTA)

(Studi Kasus : PT Juara Roti Indonesia)

TUGAS AKHIR

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

Nama : Zulfikar Ghozi Malikul Akbar
No. Mahasiswa : 22522345

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026

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, 18 – September – 2026



(Zulfikar Ghozi Malikul Akbar)
22522345

SURAT BUKTI PENELITIAN

PT. Juara Roti Indonesia

Jl. Cokro - Delanggu, RT.02/RW.07, Taman, Delanggu, Delanggu, Klaten, Jawa Tengah 57471

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arni Ariyanti.,S.Psi
Jabatan : Human Resources Department (HRD)
Perusahaan : PT Juara Roti Indonesia

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : ZULFIKAR GHOZI MALIKUL AKBAR
NIM/NIS : 22522345.
Asal Institusi : Universitas Islam Indonesia
Program Studi/Jurusan : Teknik Industri

Telah melaksanakan kegiatan **Penelitian** di **PT Juara Roti Indonesia** pada periode:

Tanggal : 25 Mei s.d.25 Juni 2026

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Delanggu, 25 Juni 2026

Hormat kami,

Arni Ariyanti., S.Psi

Human Resources and Development

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

EVALUASI DAN PERBAIKAN SISTEM PENGELOLAAN LIMBAH MENGGUNAKAN METODE *HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT* (HIRA) DAN *BOW TIE ANALYSIS* (BTA)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Zulfikar Ghozi Malikul Akbar

No. Mahasiswa : 22522345

Yogyakarta, 23 September 2026

Dosen Pembimbing

(Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

EVALUASI DAN PERBAIKAN SISTEM PENGELOLAAN LIMBAH MENGGUNAKAN METODE *HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT* (HIRA) DAN *BOW TIE ANALYSIS* (BTA)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Zulfikar Ghozi Malikul Akbar

No. Mahasiswa : 22 522 345

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

Yogyakarta, *07 - September – 2026*

Tim Penguji

Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc. Ketua	
Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T. Anggota I	230926
Putri Dwi Annisa, S.T., M.Sc. Anggota II	

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Dr. Sri Indrawati, S.T., M.Eng

NIK 105220102

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirahmanirrahim,

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta. Semoga pencapaian ini dapat menjadi bentuk rasa syukur dan terima kasih penulis atas segala perjuangan yang telah diberikan.

MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."
(QS. Al – Baqarah : 286)

"In life, you need to try
If you try and you don't achieve, It's not a fail.
It's a fail if you don't try."
(Marc Marquez)

"Tidur selalu tak tenang, pagi selalu menyiksa semua akan baik saja. Sebab Tuhan telah berjanji setelah sempit ada kemudahan."

(Raim Laode – Bersenja Gurau)

KATA PENGANTAR

Bismillahirahmanirrahim
Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,
Alhamdulillahirabil'alamin, puji dan pyukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu Wata'ala* atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul " Evaluasi dan Perbaikan Sistem Pengelolaan Limbah Menggunakan Metode *Hazard Identificaion Risk Analysis* (HIRA) dan *Bow Tie Analysis* (BTA)".

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini dilakukan sebagai salah satu bentuk penerapan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis, pihak Perusahaan, Program Studi Teknik Industri, serta pembaca, khususnya dalam memahami dan meningkatan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja pada aktivitas pengelolaan limbah. Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa menyelesaikan Tugas Akhir tidak terlepas dari bantuan, dukungan, doa, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dr. Sri Indrawati, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan motivasi, semangat, waktu, tenaga, serta ilmu untuk selalu mengarahkan dan membantu penulis dalam menyusun Tugas Akhir.
4. Kakek dan Almh. Nenek tercinta, yang telah memberikan kasih sayang, semangat, perhatian, dan kenangan yang begitu berarti bagi penulis. Untuk Almh. nenek tercinta, meskipun beliau telah berpulang pada tahun 2025, kasih sayang dan segala kenangan yang diberikan semasa hidup akan selalu penulis simpan dan menjadi bagian yang tidak terlupakan dari perjalanan hidup penulis. Semoga Almh. nenek mendapatkan tempat terbaik di sisi Allah SWT.
5. Kedua orang tua tercinta, Abi Iwan dan Umi Irma yang telah memberikan kasih sayang, perhatian, semangat dan juga yang selalu menjadi alasan, motivasi, dan sumber kekuatan bagi penulis untuk terus berusaha menyelesaikan Pendidikan hingga tahap ini. Terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, kesabaran, serta pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
6. Segenap karyawan Divisi *Research & Development* dan Manager PT. Juara Roti Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar dan berkembang, melaksanakan penelitian serta membantu dalam proses pengumpulan data dan informasi yang diperlukan.
7. Seluruh teman dekat penulis selama masa perkuliahan, Muhammad Faudzan, Zulfikar Tsani Muhammad Ramzi Priyadi, Indiani Zahratun Mustaghfiroh, Baiq Dewi Lestari Parhan, Arif Fadhillah, yang telah menemani hari – hari di masa perkuliahan dengan berbagai cerita, canda tawa, dan kebersamaan. Terima kasih telah menjadi teman nongkrong, tempat berbagi cerita dan berkeluh kesah, serta melewati berbagai momen selama masa perkuliahan. Banyak kenangan yang mungkin sederhana, tetapi akan selalu menjadi bagian yang berkesan bagi penulis.
8. Teman - teman seperjuangan selama masa perkuliahan, yaitu Rifdi, Jemi, Ilham, Faris, Alex, Adit, Irma, Elin, Fildzah, Roro, Fey, Sevika, Hawa, Elip, yang menemani penulis dalam menjalani proses perkuliahan dan membantu menghadapi berbagai tugas serta kesulitan. Terima kasih atas kebersamaan, bantuan, dan

berbagai cerita yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis selama menjalani proses perkuliahan.

9. Teman – teman KKN yang didalam Grup Kamal Pickme Siders, yaitu Fiya, Viyol, Jasmine, Fatimah yang telah menjadi bagian dari salah satu perjalanan berharga selama masa KKN. Terima kasih atas kebersamaan, bantuan, cerita, waktu, dan kenangan yang telah dilalui bersama selama KKN. Kehadiran kalian telah memberikan warna tersendiri dalam perjalanan penulis hingga sampai pada tahap menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Seluruh teman SMA penulis, yaitu Firda, Elora, Wahyu, Ferdi, Tegar, Farrel, Ara, Adimas, Mikael, Avan, Ifa, Rachma, Raka, Reva, yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis sejak masa SMA hingga saat ini meskipun memiliki kesibukan dan jalan masing – masing, sehingga pertemanan yang terjalin tetap menjadi bagian yang berarti bagi penulis.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuan dan kontribusi selama masa perkuliahan.

ABSTRAK

Pengelolaan limbah pada aktivitas industri memiliki berbagai potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan pekerja. PT Juara Roti Indonesia telah menyediakan tempat penyimpanan limbah sementara, namun identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pemantauan aktivitas pengelolaan limbah belum optimal. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya kecelakaan kerja berupa terpeleset, tersandung, terkilir, luka gores, nyeri pinggang, gangguan pernapasan, iritasi kulit, dan tertusuk paku. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi bahaya, mengetahui penyebab dan dampak risiko, serta menentukan pengendalian risiko pada aktivitas pengelolaan limbah. Metode yang digunakan adalah *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA) untuk mengidentifikasi bahaya dan menilai tingkat risiko berdasarkan *likelihood* dan *severity*, serta *Bow Tie Analysis* (BTA) untuk menganalisis penyebab, dampak, dan pengendalian risiko. Hasil penilaian terhadap 10 aktivitas menunjukkan 2 aktivitas berisiko tinggi (20%), 2 aktivitas berisiko sedang (20%), dan 6 aktivitas berisiko rendah (60%). BTA menghasilkan tiga *top event*, yaitu cedera akibat *manual handling*, pekerja terbentur atau tersandung, dan tersengat listrik pada mesin *Jet Pump*. Usulan pengendalian meliputi perbaikan *manual handling*, penataan area kerja, penggunaan alat pelindung diri, serta pengendalian sistem kelistrikan. Usulan tersebut diharapkan dapat meningkatkan keselamatan pekerja dan mengurangi potensi kecelakaan kerja pada aktivitas pengelolaan limbah.

Kata Kunci: Pengelolaan Limbah, Kecelakaan Kerja, *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA), *Bow Tie Analysis* (BTA), Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

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 ..... **x**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Kajian Literatur 7
2.2 Landasan Teori 14
2.2.1 Limbah 14
2.2.2 Kecelakaan Kerja 15
2.2.3 Penyakit Akibat Kerja 16
2.2.4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja 16
2.2.5 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) 17
2.2.6 ISO 45001:2018 18
2.2.7 Hazard Identification Risk Assessment (HIRA) 21
2.2.8 Bow Tie Analysis (BTA) 25
BAB III METODE PENELITIAN **27**
3.1 Objek Penelitian 27
3.2 Subjek Penelitian 27
3.3 Jenis Data Penelitian 27
3.4 Metode Pengumpulan Data 27
3.5 Alur Penelitian 29
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA **33**
4.1 Pengumpulan Data 33
4.1.1 Struktur Organisasi 33
4.1.2 Job Description 33
4.1.3 Data Kecelakaan Kerja 35
4.1.4 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) 36
4.1.5 Aktivitas Pengelolaan Limbah 39
4.2 Pengolahan Data 40
4.2.1 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) berdasarkan ISO 45001:2018 40
4.2.2 Hazard Identification Risk Assessment (HIRA) 46
4.2.3 Bow Tie Analysis (BTA) 50

4.2.4 Implementasi Usulan Pengendalian 58
BAB V PEMBAHASAN 65
5.1 Analisis Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) 65
5.2 Analisis Hasil Metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA) 73
5.3 Analisis Usulan Pengendalian Menggunakan Metode *Bow Tie Analysis* (BTA) 75
5.4 Analisis Implementasi Usulan Pengendalian 81
5.4.1 Checklist Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) 82
5.4.2 SOP 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) 83
5.4.3 KPI (Key Performance Indicator) Evaluasi Penerapan K3 85
BAB VI PENUTUP 89
6.1 Kesimpulan 89
6.2 Saran 91
DAFTAR PUSTAKA 92
LAMPIRAN A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Kecelakaan Kerja 2
Tabel 2. 1 Kajian Literatur 26
Tabel 2. 2 Penilaian Nilai Kemungkinan *(Likelihood)* 39
Tabel 2. 3 Penilaian Nilai Keparahan *(Severity)* 39
Tabel 2. 4 Skala *Matrix* 40
Tabel 2. 5 Skala *Matrix Level* 40
Tabel 2. 6 Pengendalian Risiko 41
Tabel 4. 1 *Job Description* 32
Tabel 4. 2 Data Kecelakaan Kerja 34
Tabel 4. 3 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) berdasarkan ISO 45001:2018 35
Tabel 4. 4 Aktivitas Pengelolaan Limbah 38
Tabel 4. 5 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (*SM*K3) berdasarkan ISO 45001:2018 39
Tabel 4. 6 *Hazard Identification* (Identifikasi Bahaya) 45
Tabel 4. 7 *Risk Assessment* (Penilaian Risiko) 47
Tabel 4. 8 Identifikasi Bahaya *(Hazard)* & Puncak Kejadian *(Top Event)* 49
Tabel 4. 9 Identifikasi Ancaman *(Threats)* 49
Tabel 4. 10 Identifikasi Akibat *(Consequents)* 50
Tabel 4. 11 Menentukan *Preventive Control* Pada *Top Event* Cedera Akibat Aktivitas *Manual Handling* 51
Tabel 4. 12 Menentukan *Recovery Barriers* Pada *Top Event* Cedera Akibat Aktivitas *Manual Handling* 51
Tabel 4. 13 Menentukan *Preventive Control* Pada *Top Event* Pekerja Terbentur atau Tersandung 52
Tabel 4. 14 Menentukan *Recovery Barriers* Pada *Top Event* Pekerja Terbentur atau Tersandung 53
Tabel 4. 15 Menentukan *Preventive Control* Pada *Top Event* Tersengat Listrik Pada Mesin *Jet Pump* 54
Tabel 4. 16 Menentukan *Recovery Barriers* Pada *Top Event* Tersengat Listrik Pada Mesin *Jet Pump* 56
Tabel 4. 17 KPI Evaluasi Penerapan K3 60
Tabel 4. 18 Klasifikasi *Traffic Light System* 61
Tabel 5. 1 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) berdasarkan ISO 45001:2018 65
Tabel 5. 2 Hasil Metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA) 73
Tabel 5. 3 KPI *(Key Performance Indicator)* Evaluasi Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) 85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pengendalian Risiko 41
Gambar 2. 2 Diagram *Bow Tie* 42
Gambar 4. 1 Struktur Organisasi 32
Gambar 4. 2 Diagram *Bow Tie* Risiko Cedera Akibat Aktivitas *Manual Handling* 57
Gambar 4. 3 Diagram Risiko Pekerja terbentur atau tersandung 57
Gambar 4. 4 Diagram Risiko Tersengat Listrik Pada Mesin *Jet Pump* 57
Gambar 4. 5 Checklist Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) 58
Gambar 4. 6 SOP 5S *(Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)* 59
Gambar 5. 1 Persentase *Risk Matrix* 75
Gambar 5. 2 Diagram *Bow Tie* Risiko Cedera Akibat Aktivitas *Manual Handling* 76
Gambar 5. 3 Diagram *Bow Tie* Risiko Pekerja Terbentur atau Tersandung 78
Gambar 5. 4 Diagram *Bow Tie* Risiko Tersengat Listrik Pada Mesin *Jet Pump* 80
Gambar 5. 5 Checklist Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) 82
Gambar 5. 6 SOP 5S *(Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)* 83

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas industri yang terus berkembang menuntut perusahaan untuk memperhatikan berbagai potensi bahaya dan risiko kerja yang dapat mengganggu kegiatan operasional serta

keselamatan tenaga kerja. Dalam kegiatan operasionalnya, perusahaan tidak hanya menjalankan proses produksi, tetapi juga menghasilkan limbah yang perlu dikelola melalui aktivitas pengumpulan, pemindahan, pengangkutan, penataan, dan pembersihan area pengelolaan limbah. Aktivitas tersebut melibatkan pekerja secara langsung dengan limbah, peralatan kerja, dan kondisi lingkungan yang memiliki berbagai potensi bahaya (Pereira-De-Paiva et al., 2017). Dalam melaksanakan aktivitas kerja, tenaga kerja tidak terlepas dari berbagai risiko kecelakaan kerja. Risiko kecelakaan kerja dapat disebabkan oleh tindakan tidak aman *(unsafe action)* maupun kondisi lingkungan kerja yang tidak aman *(unsafe condition)* (Pramvisi & Pandria, 2022).

Menurut *International Labour Organization* (ILO) lebih dari 2,78 juta orang meninggal per tahun akibat kecelakaan kerja atau penyakit terkait pekerjaan. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) sudah menjadi permasalahan yang layak untuk diberi perhatian lebih dalam ketenagakerjaan. Berdasarkan data Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS), jumlah kecelakaan kerja mencapai 221.740 kasus pada tahun 2020. Jumlah itu naik menjadi 234.370 kasus pada tahun 2021 dan 265.334 kasus sampai dengan November 2022. Peningkatan angka kasus kecelakaan kerja ini menunjukkan bahwa permasalahan dan implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Indonesia masih jauh dari yang diharapkan dengan standar yang ada (Nur'aini et al., 2024).

Kecelakaan kerja merupakan kejadian yang tidak diinginkan yang dapat menimbulkan kerugian terhadap pekerja, proses kerja, maupun aset perusahaan (Nita et al., 2022). Risiko kecelakaan kerja juga dapat terjadi pada aktivitas pengelolaan limbah karena pekerja terlibat langsung dalam proses penanganan dan pemindahan limbah (Mol et al., 2017). Proses pengelolaan limbah memiliki potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja maupun Penyakit Akibat Kerja (PAK). Risiko tersebut dipengaruhi oleh faktor manusia dan lingkungan kerja, seperti kondisi peralatan,

kebisingan, ventilasi, suhu kerja, serta perilaku kerja yang tidak aman (Nuravida & Maylasari, 2023).

PT Juara Roti Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang industri pengolahan makanan, khususnya produk roti dan kue dengan merek dagang ROPI. Perusahaan didirikan berdasarkan pada tanggal 17 Mei 2019. Pada awal pendiriannya, perusahaan berlokasi di Jakarta Timur dan kemudian pindah ke Kabupaten Klaten, Jawa Tengah sebagai pusat kegiatan operasional dan produksi. PT Juara Roti Indonesia memproduksi berbagai produk *bakery* dengan fokus utama pada produk ROPI, yaitu roti dengan topping kopi bercita rasa Mexico yang menjadi ciri khas. Produk ROPI tersedia dalam beberapa varian rasa, antara lain *original*, vanilla, cokelat, keju, tiramisu, *mocca*, dan srikaya. Untuk menjaga kualitas produk selama proses distribusi, sebagian besar produk didistribusikan ke outlet dalam bentuk *frozen bakery*. Seiring dengan meningkatnya permintaan pasar, PT. Juara Roti Indonesia terus mengalami perkembangan yang pesat hingga saat ini, perusahaan telah memiliki lebih dari 130 outlet yang tersebar di Indonesia dan beberapa cabang di Dubai, Uni Emirat Arab. Namun, penelitian ini difokuskan pada risiko yang terdapat pada aktivitas pengelolaan limbah di PT. Juara Roti Indonesia. Risiko tersebut dapat muncul akibat kondisi area kerja, penggunaan peralatan dan teknologi, interaksi pekerja dengan limbah, serta faktor lingkungan kerja lainnya yang terdapat pada aktivitas pengelolaan limbah. Dalam kegiatan operasionalnya, perusahaan menghasilkan berbagai jenis limbah yang perlu dikelola melalui beberapa aktivitas, mulai dari pengumpulan, pemindahan, pengangkutan pada area penyimpanan sementara.

Aktivitas pengelolaan limbah melibatkan pekerja secara langsung dalam penanganan limbah, penggunaan peralatan kerja, serta aktivitas pada lingkungan pengelolaan limbah. Kondisi tersebut dapat memunculkan berbagai potensi bahaya yang berisiko terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja. Permasalahan K3 pada aktivitas pengelolaan limbah tidak hanya ditunjukkan oleh kecelakaan yang telah terjadi, tetapi juga dapat berasal dari kondisi tidak aman dan kejadian *near miss* yang berpotensi menimbulkan kecelakaan. Oleh karena itu, identifikasi bahaya yang hanya berdasarkan pada riwayat kecelakaan belum dapat menggambarkan seluruh potensi risiko yang terdapat di tempat kerja, karena terdapat bahaya yang belum pernah menghasilkan suatu kejadian. Dengan demikian, kondisi tidak aman, *near miss*, dan riwayat kecelakaan perlu

menjadi dasar dalam menentukan pengendalian yang sesuai (Pereira-De-Paiva et al., 2017) .

Tabel 1. 1 Data Kecelakaan Kerja Aktivitas Pengelolaan Limbah

No	Jenis Kecelakaan Kerja	Frekuensi
1	Terpleset	1
2	Tersandung	2
3	Terkilir	1
4	Tangan luka tergores	4
5	Nyeri pinggang	3
6	Gangguan pernapasan	3
7	Iritasi kulit (ruam merah, gatal, bengkak, perih)	1
8	Tertusuk paku	1

Pada PT. Juara Roti Indonesia terdapat beberapa jenis kecelakaan kerja yang terjadi pada aktivitas pengelolaan limbah. Jenis kecelakaan tersebut seperti terpleset, tersandung, terkilir, tangan luka tergores, nyeri pinggang, gangguan pernapasan, iritasi kulit, dan tertusuk paku. Berdasarkan frekuensi kejadian, tangan luka tergores merupakan kecelakaan kerja yang paling sering terjadi dengan frekuensi 4 kejadian, nyeri pinggang dan gangguan pernapasan dengan frekuensi 3 kejadian, tersandung dengan frekuensi 2 kejadian, sedangkan terplesetm terkilir, iritasi kulit, dan tertusuk paku masing – masing sebanyak 1 kejadian. Data tersebut menunjukkan bahwa aktivitas pengelolaan limbah telah menimbulkan berbagai jenis kecelakaan kerja dan ganguan kesehatan, sehingga diperlukan identifikasi terhadap sumber bahaya yang terdapat pada setiap aktivitas pengelolaan limbah, bukan hanya berdasarkan kejadian kecelakaan yang telah terjadi.

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan di PT Juara Roti Indonesia, area tempat penyimpanan sementara limbah masih terlihat kurang tertata dan dipenuhi oleh tumpukan berbagai material sisa produksi yang diletakkan tidak beraturan sehingga menyebabkan area menjadi sempit dan menghambat akses pergerakan pekerja. Area tempat penyimpanan sementara limbah yang terbuka dan dipenuhi berbagai material juga berpotensi menyebabkan paparan debu, kotoran, dan limbah yang dapat mengganggu kesehatan pekerja. Selain itu, beberapa limbah diletakkan langsung tanpa pemisah atau penataan sehingga aktivitas pengelolaan limbah memiliki beberapa potensi risiko yang perlu diperhatikan dikarenakan pada area penyimpanan sementara limbah ditemukan kondisi yang kurang rapi, penggunaan peralatan dan teknologi pada aktivitas pengelolaan limbah sehingga berpotensi menimbulkan risiko bahaya dan risiko keselamatan kerja

karena pengendalian risiko belum dilakukan secara optimal. Dari sisi pengendalian risiko, telah menerapkan upaya seperti penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) namun masih perlu ditingkatkan. Selain itu, Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) pada PT Juara Roti Indonesia pada aktivitas pengelolaan limbah juga masih belum maksimal, seperti kurangnya monitoring rutin terhadap kondisi area penyimpanan sementara limbah dan pengendalian potensi bahaya pada aktivitas pengelolaan limbah. Apabila kondisi tersebut tidak dilakukan identifikasi bahaya dan dikendalikan, potensi bahaya pada aktivitas pengelolaan limbah dapat meningkatkan risiko terjadinya kecelakan kerja dan gangguan kesehatan pada pekerja. Aktivitas pengelolaan limbah juga memiliki potensi risiko yang dapat membahayakan keselamatan dan kesehatan pekerja apabila tidak dikendalikan dengan baik (Gusri et al., 2025). Potensi bahaya juga ditemukan pada aktivitas yang sebelumnya belum pernah menimbulkan kecelakaan, sehingga identifikasi bahaya tidak hanya berdasarkan pada riwayat kecelakaan, tetapi juga pada kondisi dan potensi bahaya yang terdapat pada aktivitas kerja (Zulkifli A. Ubrusun, Pingkan A. K. Pratasis, 2024). Selain berdampak terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja, kecelakaan kerja dapat mengganggu aktivitas pengelolaan limbah. Oleh karena itu, diperlukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko secara sistematis pada setiap aktivitas pengelolaan limbah untuk mengetahui tingkat risiko dan pengendalian yang sesuai (Purbaningrum, 2025)

Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini menggunakan metode HIRA *(Hazard Identification Risk Assessment)* karena permasalahan yang ditemukan tidak hanya berasal dari kecelakaan kerja yang telah terjadi, tetapi juga dari berbagai kondisi dan aktivitas yang memiliki potensi bahaya. Selain itu, setiap aktivitas pengelolaan limbah diidentifikasi berdasarkan sumber bahayanya, kemudian dinilai berdasarkan kemungkinan terjadi dan tingkat keparahan dampaknya. Dengan demikian, risiko pada aktivitas pengelolaan limbah dapat diketahui dan diprioritaskan berdasarkan tingkat risikonya (Sulaiman et al., 2019). Hasil dari penilaian pada metode HIRA *(Hazard Identification Risk Assessment)* untuk mengetahui tingkat risiko pada setiap aktivitas pengelolaan limbah. Aktivitas yang memiliki tingkat risiko tinggi selanjutnya dipilih sebagai prioritas untuk dianalis menggunakan metode *Bow Tie Analysis* (BTA) karena dapat mengidentifikasi dan memetakan hubungan antara penyebab, kejadian utama, konsekuensi, dan pengendalian risiko (Fathovani et al., 2024)

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Apa saja potensi bahaya dalam aktivitas pengelolaan limbah?
2. Apa penyebab dan dampak risiko pada aktivitas pengelolaan limbah?
3. Bagaimana pengendalian risiko yang tepat untuk meminimalkan dampak risiko pada aktivitas pengelolaan limbah?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dari penelitian ini:

1. Mengidentifikasi potensi bahaya yang terdapat pada aktivitas pengelolaan limbah
2. Mengidentifikasi penyebab dan dampak yang ditimbulkan dari aktivitas pengelolaan limbah yang belum optimal
3. Menentukan pengendalian risiko yang tepat untuk meminimalkan dampak risiko pada aktivitas pengelolaan limbah

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat penelitian ini :

1. Bagi Perusahaan

   Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai potensi bahaya dan tingkat risiko dalam aktivitas pengelolaan limbah, serta menjadi dasar dalam mengevaluasi efektivitas pengelolaan limbah yang telah diterapkan. Selain itu, penelitian ini juga memberikan rekomendasi perbaikan pengendalian risiko yang lebih efektif, sehingga dapat membantu perusahaan dalam meminimalkan risiko kecelakaan kerja, meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3), serta mendukung pemenuhan standar dan regulasi yang berlaku.

2. Bagi Mahasiswa

   Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pemahaman mengenai penerapan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA) dan *Bowtie Analysis* (BTA) dalam dunia industri, serta mengembangkan kemampuan dalam mengidentifikasi bahaya, menganalisis risiko, dan menyusun pengendalian risiko. Selain itu, menjadi sarana penerapan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan, khususnya di bidang K3 dan manajemen risiko.

1.5 Batasan Penelitian

Berikut merupakan batasan penelitian ini :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada aktivitas pengelolaan limbah pada PT Roti Juara Indonesia.
2. Analisis yang dilakukan hanya pada identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Idenfication Risk Analysis* (HIRA) serta pemetaan risiko dan dampak menggunakan metode *Bow Tie Analysis* (BTA).
3. Penelitian ini hanya berfokus pada aspek dampak dan risiko yang berkaitan dengan aktivitas pengelolaan limbah berdasarkan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan bagian penting pada penelitian yang digunakan untuk memahami teori dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik yang dibahas. Pada kajian literatur ini bertujuan memberikan penjelasan dan perbedaan pada peneliti terdahulu.

Penelitian berjudul *"Holistic Health and Environmental Risk Assessment of PM and Bioaerosol Emissions in Hospital Waste and Wastewater Departments Using FMEA and DMRA Methods"* yang dilakukan oleh Jafari dkk. (2025) membahas mengenai penilaian risiko emisi partikulat dan bioaerosol pada departemen limbah dan air limbah di empat rumah sakit di Iran. Penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Decision Matrix Risk Assessment* (DMRA) untuk mengidentifikasi sumber risiko yang berpotensi membahayakan kesehatan pekerja dan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 15 sumber risiko utama, di mana sebagian besar termasuk dalam kategori risiko tinggi. Risiko terbesar disebabkan oleh gangguan teknis pada sistem serta kurangnya keterampilan dan pemahaman personel dalam menangani limbah rumah sakit. Aktivitas yang memiliki tingkat risiko paling tinggi yaitu kontak langsung dengan air limbah dan proses pemisahan limbah tajam yang tidak dilakukan dengan baik. Berdasarkan hasil tersebut, peneliti merekomendasikan penerapan strategi *One Health* melalui pelatihan pekerja secara berkala serta pemeliharaan sistem yang dilakukan secara rutin. Langkah tersebut diharapkan dapat mengurangi risiko infeksi dan meningkatkan keselamatan kerja di lingkungan rumah sakit. (sudah oke bahasanya)

Pada penelitian yang berjudul *"Risk Assessment and Sustainability of Wastewater Treatment Plant Operation"* oleh Tušer dan Oulehlová (2021) bertujuan untuk mengevaluasi berbagai potensi bahaya di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) demi menjaga kelangsungan operasional dan keamanan lingkungan dengan menggunakan prinsip metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*), peneliti mengidentifikasi sejumlah variabel risiko yang mengancam teknis maupun keselamatan kerja. Hasilnya ditemukan risiko signifikan seperti kegagalan infrastruktur, paparan bakteri/virus berbahaya, hingga risiko fisik seperti terpeleset atau jatuh ke tangki limbah. Melalui analisis mendalam menggunakan Bow Tie Analysis, dirumuskan strategi

mitigasi konkret yang mencakup pemeliharaan rutin aset secara berkala, pengetatan standar operasional prosedur (SOP), serta kewajiban penggunaan APD khusus pernapasan. Langkah-langkah pengendalian ini dirancang tidak hanya untuk menurunkan angka kecelakaan kerja, tetapi juga untuk mencegah pencemaran lingkungan yang lebih luas. Penerapan strategi ini diharapkan mampu menjamin keamanan bagi pekerja sekaligus menjaga keberlanjutan fasilitas pengolahan limbah dalam jangka panjang.aa

Pada penelitian yang berjudul *"Detailed Comprehensive Study on Environmental Health and Safety Measures of the Industry"* oleh Ladhar (2025) bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem manajemen *Environmental Health and Safety* (EHS) dalam menekan angka kecelakaan kerja dan polusi di sektor industri dengan menggunakan metode *mixed-methods* yang mengintegrasikan tinjauan pustaka dan matriks risiko, peneliti menerapkan langkah-langkah HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*) untuk mengidentifikasi berbagai kategori bahaya seperti paparan kimia beracun, kebisingan ekstrem, serta risiko ergonomis. Melalui analisis mendalam, dirumuskan strategi mitigasi berupa adopsi teknologi AI untuk prediksi risiko, penggunaan sensor IoT untuk pemantauan emisi secara *real-time*, serta penguatan prosedur *Emergency Shutdown Systems* (ESD). Implementasi langkah-langkah ini, yang diselaraskan dengan standar ISO 45001, diharapkan dapat menurunkan tingkat risiko operasional secara signifikan dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi seluruh tenaga kerja.

Pada penelitian yang berjudul *"Risk Management of Waste Landfill in Operation Phase with Bow-tie Technique (Case Study: Saravan City of Rasht)"* yang dilakukan oleh Abdolkhani Nezhad dan Monavari (2023) membahas pentingnya identifikasi risiko lingkungan, kesehatan, dan sosial ekonomi dalam pengelolaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Saravan di Kota Rasht, Iran. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan dampak negatif yang muncul selama proses operasional TPA. Pada tahap awal, peneliti menggunakan Teknik Delphi untuk mengidentifikasi berbagai sumber bahaya yang berpotensi terjadi di area operasional. Selanjutnya, metode Bow-tie digunakan untuk menganalisis serta mengelola risiko secara lebih terstruktur dan visual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Bow-tie mampu menggambarkan hubungan antara penyebab risiko, kejadian utama, dan dampak yang ditimbulkan. Risiko yang menjadi perhatian utama yaitu perembesan air lindi (*leachate*) yang dapat mencemari lingkungan serta penggunaan insektisida berlebihan yang berisiko terhadap kesehatan. Melalui

metode ini, peneliti menyusun berbagai tindakan pencegahan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko, serta langkah mitigasi untuk meminimalkan dampak apabila risiko tetap terjadi. Penerapan metode Bow-tie dinilai dapat membantu pengelola TPA dalam memahami skenario risiko secara lebih jelas sehingga pengendalian yang dilakukan menjadi lebih efektif untuk melindungi lingkungan dan kesehatan masyarakat sekitar.

Pada Penelitian berjudul "*A Methodology For Assessing and Monitoring Risk in The Industrial Wastewater Sector"* oleh Trubetskaya dkk. (2021) bertujuan untuk mengembangkan kerangka kerja penilaian risiko yang komprehensif guna mengidentifikasi penyebab dan konsekuensi kegagalan pada instalasi pengolahan air limbah industri. Dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) yang terintegrasi dengan analisis statistik, peneliti memantau 6 parameter kritis untuk menghitung *Risk Priority Number* (RPN). Berdasarkan simulasi model, ditemukan skor RPN tertinggi mencapai 1435 (kategori risiko ekstrem), yang dipicu oleh tingginya kadar *Total Suspended Solids* (TSS) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Melalui visualisasi *Heat Mapping*, dirumuskan strategi mitigasi berupa penetapan batas spesifikasi operasional yang ketat untuk mencegah risiko lingkungan fatal seperti eutrofikasi. Implementasi metode ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan berbasis data dan meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah menuju standar Industri 4.0.

Pada penelitian yang berjudul *"Hazard Identification and Risk Assessment in Water Treatment Plant considering Environmental Health and Safety Practice"* oleh Falakh dan Setiani (2018) bertujuan untuk memitigasi potensi bahaya pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) di Semarang yang dapat mengancam kesehatan manusia dan lingkungan. Dengan menggunakan metode HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*), peneliti mengidentifikasi 22 variabel risiko yang tersebar di berbagai unit proses pengolahan air. Hasil penilaian risiko menunjukkan adanya kategori risiko ekstrem pada insiden kebocoran gas klorin dan kebakaran industri karena dampaknya yang fatal bagi pekerja serta ekosistem sekitar. Sebagai langkah mitigasi, dirumuskan strategi berupa penerapan alat pelindung diri (APD) yang ketat, perbaikan manajemen izin kerja (*work permit*), pelatihan tanggap darurat secara rutin, serta pengawasan intensif terhadap area penyimpanan bahan kimia berbahaya. Implementasi langkah-langkah ini diharapkan

dapat meminimalisir kecelakaan kerja dan menjaga keberlanjutan operasional infrastruktur air bersih.

Pada penelitian yang berjudul *"Resilience Adaptation Through Risk Analysis for Wastewater Treatment Plant Operators in the Context of the European Union Resilience Directive"* yang dilakukan oleh Pankow dkk. (2024) membahas upaya peningkatan ketahanan operasional Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) terhadap berbagai gangguan ekstrem sesuai dengan regulasi Uni Eropa. Penelitian ini menggunakan metode Hazard Identification and Risk Analysis (HIRA) yang diadaptasi dari panduan BBK untuk mengidentifikasi berbagai potensi ancaman yang dapat memengaruhi operasional IPAL. Ancaman yang dianalisis meliputi ancaman akut, seperti banjir dan serangan siber, serta ancaman kronis seperti kekurangan tenaga ahli. Penilaian risiko dilakukan menggunakan matriks risiko 5x5 untuk mengetahui tingkat kemungkinan dan dampak risiko terhadap lingkungan, masyarakat, dan infrastruktur. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan metode Bow Tie Analysis untuk menggambarkan hubungan antara penyebab risiko, kejadian utama, dan dampak yang dapat terjadi. Berdasarkan hasil analisis, peneliti merumuskan beberapa strategi mitigasi, seperti penguatan sistem manajemen, peningkatan redundansi teknis, dan pengembangan database kegagalan antar operator. Penerapan strategi tersebut diharapkan dapat mengurangi kerentanan sistem serta menjaga keberlanjutan layanan pengolahan air limbah di tengah berbagai ketidakpastian lingkungan.

Pada penelitian yang berjudul "Metode Bowtie: Studi Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Proses Produksi Semen" oleh Ezmeyralda Putri, Mona Lestari, Novrikasari, Desheila Andarini, Anita Camelia, Poppy Fujianti, Titi Nurhaliza (2021), bertujuan untuk menganalisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di area *kiln* PT. X yang memiliki potensi bahaya kompleks dengan menggunakan metode Bowtie Analysis, peneliti mengidentifikasi variabel risiko utama berupa debu panas (*hot dust*) dan iklim kerja panas yang dipicu oleh faktor teknis seperti matinya *Induced Draft Fan* (IDF), penyumbatan pada *cyclone*, hingga kelebihan bahan bakar. Dampak dari risiko tersebut sangat signifikan, mulai dari luka bakar dan penyakit akibat panas (*heat-related illness*) pada pekerja hingga kerugian finansial dan pencemaran udara. Sebagai langkah mitigasi, dirumuskan strategi pengendalian preventif melalui inspeksi rutin dan penggunaan *gas analyzer*, serta pengendalian mitigasi berupa pemasangan sinyal lampu, penggunaan APD lengkap, dan penerapan instruksi kerja yang ketat. Implementasi

langkah-langkah ini disertai pengawasan terhadap faktor eskalasi diharapkan dapat meminimalkan kecelakaan kerja dan melindungi keselamatan pekerja di area operasional perusahaan.

Pada penelitian yang berjudul "Perencanaan Pengendalian Risiko Bahaya pada Aktivitas Kerja Water Treatment Plant Menggunakan Bow Tie Analysis" yang dilakukan oleh Fathovani, Supriyadi, dan Nalhadi (2024) bertujuan untuk mengurangi kecelakaan kerja di area WTP Demineralisasi PT. XYZ. Penelitian ini menggunakan metode HIRA untuk mengidentifikasi tingkat risiko pada aktivitas kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko tertinggi terdapat pada aktivitas pengecekan *pressure* dan pekerjaan di area tangki CIP saat *flushing* R/O karena berpotensi menyebabkan pekerja terjatuh dari ketinggian. Selanjutnya, metode Bow Tie Analysis digunakan untuk menentukan langkah pengendalian risiko, seperti peningkatan pengawasan penggunaan APD, penerapan Surat Ijin Kerja Aman (SIKA), pengisian formulir JSA, serta perbaikan pijakan tangga yang licin. Penerapan langkah tersebut diharapkan dapat menurunkan tingkat risiko dan meningkatkan keselamatan kerja di area operasional perusahaan.

Pada penelitian yang berjudul "Analisis Resiko Bahaya Limbah B3 Menggunakan Metode HIRARC pada Instalasi Pembuangan Air Limbah" yang dilakukan oleh Saputra dan Nugroho (2024) bertujuan untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja di Balai PIALAM Yogyakarta akibat penyimpanan limbah B3 yang melebihi kapasitas dan belum optimalnya standar keselamatan kerja. Penelitian ini menggunakan metode HIRARC untuk mengidentifikasi dan menilai tingkat risiko pada aktivitas kerja di instalasi pembuangan air limbah. Hasil penelitian menunjukkan terdapat beberapa tingkat risiko, mulai dari risiko sedang, risiko tinggi, hingga risiko ekstrim, seperti risiko pekerja tercebur ke kolam dan paparan zat kimia berbahaya. Berdasarkan hasil tersebut, peneliti mengusulkan penerapan SOP yang lebih ketat serta penggunaan APD lengkap sesuai jenis pekerjaan. Penerapan langkah pengendalian tersebut diharapkan dapat meningkatkan keselamatan kerja dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman sesuai standar K3.

Pada penelitian yang berjudul "Analisis Bahaya dan Risiko pada Proses Pencampuran Bahan Kimia Menggunakan Metode Bow Tie pada XYZ di Kota Balikpapan" yang dilakukan oleh Komeyni Rusba (2025) membahas mengenai identifikasi bahaya dan risiko kerja pada proses pencampuran bahan kimia dalam pengolahan air bersih. Penelitian ini menggunakan metode HIRARC untuk

mengidentifikasi berbagai potensi bahaya, seperti risiko ergonomi, fisik, hingga paparan bahan kimia dari penggunaan tawas, kapur, dan kaporit. Hasil penelitian menunjukkan adanya beberapa risiko yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja, seperti kemacetan *crane*, gerakan kerja berulang, paparan debu bahan kimia, dan prosedur pencampuran yang belum sesuai standar. Selanjutnya, metode Bow Tie Analysis digunakan untuk menentukan langkah pengendalian risiko. Peneliti mengusulkan beberapa tindakan mitigasi, seperti pemasangan ventilasi yang memadai, pemeliharaan rutin alat angkat, penggunaan APD sesuai standar, serta pelatihan SOP bagi pekerja di ruang kimia. Penerapan langkah tersebut diharapkan dapat meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di area operasional perusahaan.

Pada beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control*) untuk mengidentifikasi dan mengendalikan risiko keselamatan dan kesehatan kerja pada aktivitas pengelolaan limbah. Ho Tong Tron dan Nguyen Hien Than (2021) menerapkan HIRARC pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Kota Di An dan menemukan 18 variabel risiko, dengan risiko tertinggi berasal dari kebocoran menara penghilang bau dan paparan gas beracun, sehingga diusulkan pengendalian berupa perbaikan sistem perpipaan dan ventilasi, penggunaan APD, serta pelatihan keselamatan. Leander dan Abhinand (2022) juga menggunakan HIRARC pada *Sewage Treatment Plant* dan menemukan beberapa risiko tinggi, seperti jatuh dari ketinggian dan sengatan listrik, yang dikendalikan melalui prosedur operasional, penggunaan APD, dan manual tanggap darurat. Pérez et al. (2023) menerapkan HIRARC pada sistem pengolahan air limbah domestik berbasis *constructed wetlands* dan mengidentifikasi risiko tinggi yang berkaitan dengan kegagalan sistem filtrasi dan kontaminasi bakteri, dengan pengendalian berupa peningkatan kontrol teknis dan pemantauan kualitas air. Penelitian Pramvisi dan Pandria (2022) menggunakan HIRARC pada stasiun pengelolaan limbah PT Socfindo dan menemukan risiko hingga tingkat ekstrem berupa potensi pekerja terjatuh ke kolam limbah cair, sedangkan Saputra dan Nugroho (2024) menggunakan HIRARC pada instalasi pembuangan air limbah dan menemukan risiko sedang hingga ekstrem, termasuk potensi pekerja tercebur ke kolam dan paparan zat kimia berbahaya. Secara keseluruhan, penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode HIRARC dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan pengendalian pada berbagai aktivitas pengelolaan dan pengolahan limbah.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

No	Nama Penulis	Metode Penelitian					Subjek
		HIRARC	HIRA	Bowtie Analysis	FMEA	DMRA	
1	Jafari et al., (2025)				v	v	IPAL
2	Tušer & Oulehlová, (2021)	v		v			IPAL
3	Ladhar, (2025)		v				Operasional Pabrik
4	Nguyen Hien et al., (2021)	v					IPAL
5	Stanesmervyn & Shine, (2022)	v					IPAL
6	abdolkhani nezhad & Monavari, (2023)			v			TPA
7	Trubetskaya et al., (2021)				v		IPAL
8	Falakh & Setiani, (2018)		v				IPAL
9	Pankow et al., (2024)		v	v			IPAL
10	Yvelisse et al., (2023)	v					IPAL
11	Pramvisi & Pandria, (2022)	v					IPAL

No	Nama Penulis	Metode Penelitian					Subjek
		HIRARC	HIRA	Bowtie Analysis	FMEA	DMRA	
12	Putri et al., (2021)	v		v			Manufaktur semen
13	Fathovani et al., (2024)		v	v			WWTP
14	Rio Ferdiand Saputra, (2024)	v					IPAL
15	Rusba, (2025)	v		v			IPAL
	Usulan		v	v			Aktivitas Pengelolaan Limbah Manufaktur makanan

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Limbah

Limbah merupakan sisa hasil dari berbagai kegiatan manusia, baik yang berasal dari sektor industri, pertanian, maupun rumah tangga (Nanda et al., 2024). Keberadaan limbah hingga saat ini masih menjadi permasalahan yang cukup besar karena dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Dampak negatif yang ditimbulkan tidak hanya menurunkan kebersihan, tetapi juga memengaruhi kualitas lingkungan (Andriani et al., 2021). Adapun contoh jenis limbah menurut (Nanda et al., 2024) :

1. Limbah Padat

   Limbah padat merupakan sisa hasil kegiatan industri yang sudah tidak digunakan lagi dan berbentuk padat, seperti lumpur, bubur sisa produksi, maupun jenis sampah lainnya. Apabila limbah padat dibuang secara sembarangan ke lingkungan perairan, maka dapat menyebabkan pencemaran air di sekitar area pembuangan serta mengganggu bahkan merusak ekosistem yang terdapat di lingkungan.
2. Limbah Cair

Limbah cair merupakan salah satu jenis limbah yang sering menjadi penyebab pencemaran air. Limbah ini berbentuk cair dan umumnya dibuang ke saluran pembuangan seperti selokan, sungai, kolam, maupun aliran yang bermuara ke laut. Contoh limbah cair antara lain limbah dari produksi tahu dan tempe, kandungan besi, kebocoran minyak, serta sisa bahan kimia lainnya.

3. Limbah Gas

   Limbah gas merupakan limbah berbentuk gas yang dihasilkan dari aktivitas industri. Limbah ini umumnya keluar dalam bentuk asap atau kabut dengan warna putih, abu-abu, hingga pekat. Limbah gas berpotensi menyebabkan pencemaran udara, sehingga sebelum dibuang ke lingkungan perlu dilakukan proses penyaringan dan penetralan terlebih dahulu agar tidak membahayakan. Contoh limbah gas antara lain kebocoran gas, asap hasil pembakaran pabrik, serta asap sisa proses produksi lainnya.

4. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3)

   Limbah B3 merupakan sisa buangan dari kegiatan industri yang mengandung zat berbahaya dan beracun dengan tingkat pencemaran yang tinggi sehingga memerlukan penanganan khusus dalam proses pengelolaannya. Beberapa industri yang menghasilkan limbah B3 antara lain industri pengolahan bubur kertas, minyak pelumas, farmasi, dan semen.

2.2.2 Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja merupakan kejadian yang tidak direncanakan dan tidak diinginkan yang terjadi selama proses kerja sehingga dapat menimbulkan kerugian, baik terhadap pekerja, proses produksi, maupun aset perusahaan. Kecelakaan kerja umumnya terjadi akibat adanya interaksi antara tindakan tidak aman (*unsafe action*) dan kondisi kerja yang tidak aman (*unsafe condition*). Apabila salah satu faktor penyebab tersebut dapat dikendalikan, maka kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dapat dikurangi. Sedangkan, Penyebab kecelakaan kerja secara umum dibedakan menjadi dua, yaitu tindakan tidak aman (*unsafe action*) dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*). *Unsafe action* merupakan perilaku pekerja yang tidak sesuai dengan prosedur keselamatan, seperti tidak menggunakan alat pelindung diri (APD), bekerja tanpa mengikuti instruksi, atau melakukan pekerjaan secara tidak hati-hati. Sementara itu, *unsafe condition* merupakan kondisi lingkungan kerja yang berpotensi menimbulkan bahaya, seperti area kerja yang berantakan, kabel berserakan, mesin yang tidak aman, atau lantai yang licin. Kecelakaan kerja dapat menimbulkan berbagai dampak, antara lain cedera ringan maupun berat, penyakit akibat

kerja, hilangnya waktu kerja, penurunan produktivitas, serta kerugian finansial bagi perusahaan (Nita et al., 2022).

2.2.3 Penyakit Akibat Kerja

Penyakit Akibat Kerja (PAK) merupakan penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan atau paparan bahaya yang terdapat di lingkungan kerja. Paparan tersebut dapat berasal dari faktor fisik, kimia, biologis, ergonomi, maupun psikososial yang dialami pekerja selama melakukan pekerjaannya. Selain faktor lingkungan kerja, kondisi atau kerentanan individu juga dapat memengaruhi terjadinya penyakit akibat kerja. Faktor penyebab penyakit akibat kerja yang terdapat di lingkungan kerja, antara lain (Salawati, 2015) :

1. Faktor Fisika

   Faktor fisika, seperti kebisingan, suhu kerja yang tidak sesuai standar, radiasi, tekanan udara, dan pencahayaan yang tidak sesuai.

2. Faktor Kimia

   Faktor kimia, seperti paparan debu, gas, uap, cairan, maupun bahan kimia yang dapat menyebabkan gangguan pernapasan, keracunan, dan penyakit kulit.

3. Faktor Biologis

   Faktor biologis, seperti paparan mikroorganisme (bakteri, virus, parasite) yang dapat menimbulkan penyakit.

4. Faktor Fisiologis

   Factor fisiologis, seperti postur kerja yang tidak ergonomis, cara kerja yang salah, dan penggunaan peralatan yang kurang sesuai sehingga dapat menyebabkan kelelahan maupun gangguan pada sistem muskuloskeletal.

5. Faktor Psikososial

   Faktor psikososial, seperti beban kerja yang tinggi, hubungan kerja yang kurang baik, dan pekerjaan yang monoton sehingga dapat menimbulkan stres kerja.

2.2.4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah salah satu upaya untuk memberikan perlindungan terhadap berbagai potensi bahaya di lingkungan kerja agar setiap individu dapat bekerja dalam kondisi yang aman dan sehat. Perlindungan tersebut berkaitan dengan penggunaan mesin, peralatan kerja, lingkungan kerja, maupun prosedur kerja yang diterapkan untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja (Rojaya Simbolon et al., 2024). Menurut *International Labour Organization* (ILO) (1998), Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan upaya untuk meningkatkan dan melindungi kondisi

kesehatan pekerja, baik secara fisik, mental, maupun sosial di lingkungan kerja. Penerapan K3 bertujuan untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, dan bebas dari pencemaran lingkungan sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Selain itu, K3 juga menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja (Albar et al., 2022).

2.2.5 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)

Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) adalah suatu sistem yang terintegrasi dalam manajemen perusahaan yang meliputi aspek organisasi, perencanaan, tanggung jawab, prosedur, proses, dan sumber daya. Sistem ini bertujuan untuk mengembangkan, menerapkan, meninjau, serta meningkatkan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja secara berkelanjutan sebagai upaya pengendalian risiko yang berkaitan dengan kegiatan operasional perusahaan (Sahputra, 2024). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) memiliki peran penting dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat serta mengurangi risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Selain melindungi pekerja, penerapan SMK3 juga membantu perusahaan meningkatkan produktivitas, memenuhi ketentuan peraturan perundang-undangan, serta menumbuhkan kesadaran pekerja terhadap pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja dalam setiap aktivitas operasional. (Yughni Aulia Nabila, 2024). Maka dari itu, menurut (Leony M. A. & Made, 2022) dalam menerapkan SMK3 dan menurut Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012 Tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) setiap Perusahaan wajib melaksanakan beberapa komponen, seperti :

A. Penetapan Kebijakan

   Penetapan kebijakan K3 merupakan tahap awal dalam penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Kebijakan disusun berdasarkan kondisi K3 di perusahaan melalui konsultasi antara manajemen dan pekerja agar sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Kebijakan tersebut harus disahkan oleh pimpinan, didokumentasikan, dikomunikasikan kepada seluruh pekerja, serta ditinjau secara berkala. Keberhasilan penerapannya didukung oleh komitmen pimpinan, penyediaan sumber daya, penetapan penanggung jawab K3, dan partisipasi aktif seluruh pekerja.

B. Perencanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Perencanaan K3 merupakan tahap penyusunan program keselamatan dan kesehatan kerja yang didasarkan pada hasil identifikasi potensi bahaya, peraturan yang berlaku, serta sumber daya yang dimiliki perusahaan.

C. Pelaksanaan Rencana K3

Pelaksanaan K3 dilakukan dengan memanfaatkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi di bidang K3 serta didukung oleh sarana dan prasarana yang memadai. Dalam pelaksanaannya, perusahaan perlu menyediakan prosedur kerja yang jelas, instruksi kerja, serta memastikan pekerja memiliki kompetensi yang sesuai dengan tugasnya. Kegiatan pelaksanaan K3 meliputi pengendalian risiko, penerapan prosedur kerja yang aman, pengelolaan pembelian barang dan jasa, penanganan keadaan darurat, serta penyusunan rencana pemulihan apabila terjadi keadaan darurat (Leony M. A. & Made, 2022).

D. Pemantauan dan Evaluasi Kinerja K3

Pemantauan dan evaluasi kinerja K3 dilakukan untuk mengetahui efektivitas penerapan SMK3 di perusahaan. Kegiatan ini dapat dilakukan melalui inspeksi, pengujian, pengukuran, maupun audit internal yang dilaksanakan oleh personel yang kompeten. Hasil pemantauan dan evaluasi menjadi dasar untuk melakukan perbaikan terhadap pelaksanaan K3 (Leony M. A. & Made, 2022).

E. Peninjauan dan Peningkatan Kinerja SMK3

Peninjauan dilakukan dengan mengevaluasi seluruh tahapan penerapan SMK3, mulai dari kebijakan, perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi. Hasil peninjauan tersebut digunakan sebagai dasar dalam melakukan perbaikan dan peningkatan kinerja SMK3 agar penerapannya tetap efektif dan sesuai dengan kebutuhan Perusahaan .(Leony M. A. & Made, 2022)

2.2.6 ISO 45001:2018

ISO 45001:2018 merupakan standar internasional yang mengatur persyaratan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3). Standar ini digunakan sebagai pedoman bagi organisasi dalam mengidentifikasi potensi bahaya, melakukan penilaian risiko, serta menetapkan langkah-langkah pengendalian untuk mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Penerapan ISO 45001:2018 dapat menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan mendukung peningkatan kinerja keselamatan kerja secara berkelanjutan (Zarika et al., 2025). Menurut (Ramadani et al., 2025) ISO

45001:2018 dapat diterapkan pada berbagai jenis, baik skala kecil maupun besar, di berbagai sektor industri. Standar ini dalam pengelolaan keselamatan dan kesehatan kerja yang mencakup penetapan kebijakan K3, identifikasi bahaya, penilaian risiko, perencanaan dan pelaksanaan pengendalian, pemantauan serta evaluasi kinerja, hingga perbaikan berkelanjutan menerapkan prinsip *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) menurut (Yoshana et al., 2022) dengan uraian sebagai berikut :

- *Plan* : Tahap *Plan* merupakan proses menetapkan tujuan dan program yang diperlukan untuk mencapai kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Pada tahap ini, juga dilakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan menyusun rencana pengendalian sebagai dasar pelaksanaan sistem manajemen K3.
- *Do* : Tahap *Do* merupakan pelaksanaan seluruh program dan proses yang telah direncanakan pada tahap sebelumnya. Kegiatan pada tahap ini meliputi penerapan pengendalian risiko, penyediaan sumber daya, pelatihan, komunikasi, serta pelaksanaan prosedur kerja untuk mendukung tercapainya tujuan K3.
- *Check* : Tahap *Check* merupakan proses pemantauan dan evaluasi terhadap pelaksanaan sistem manajemen K3. Perusahaan menilai kesesuaian pelaksanaan dengan kebijakan dan tujuan yang telah ditetapkan melalui kegiatan inspeksi, pengukuran kinerja, audit, maupun evaluasi efektivitas pengendalian risiko.
- *Action* : Tahap *Act* merupakan proses melakukan tindakan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi pada tahap sebelumnya. Perbaikan dilakukan untuk mengatasi ketidaksesuaian, meningkatkan efektivitas sistem manajemen K3, serta mendukung tercapainya peningkatan kinerja secara berkelanjutan.

Selain itu, pada ISO 45001:2018 terdapat beberapa klausul yang menjadi pedoman untuk dijadikan persyaratan dalam implementasi ISO 45001:2018 (Nur'aini et al., 2024) sebagai berikut :

1. Klausul 1 : Ruang Lingkup *(Scope)*

   Klausul ruang lingkup (*Scope*) menjelaskan bahwa ISO 45001:2018 merupakan standar sistem manajemen K3 yang digunakan sebagai pedoman dalam menetapkan, menerapkan, memelihara, dan meningkatkan sistem manajemen K3. Penerapan standar ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja, mengendalikan risiko K3, serta mendukung organisasi dalam mencapai tujuan K3 yang telah ditetapkan.
2. Klausul 2 : Acuan Normatif *(Normative References)*

Klausul acuan normatif *(Normative References)* menjelaskan bahwa ISO 45001:2018 tidak menetapkan acuan normatif secara khusus. Oleh karena itu, dapat menyesuaikan penerapannya dengan kebutuhan dan kebijakan yang berlaku.

3. Klausul 3 : Istilah dan Definisi *(Terms and Definitions)*

   Klausul istilah dan definisi *(Terms and Definitions)* menjelaskan istilah dan definisi yang digunakan dalam ISO 45001:2018 sebagai acuan untuk memudahkan pemahaman dan penerapan sistem manajemen K3 secara konsisten.

4. Klausul 4 : Konteks Organisasi *(Context of the Organization)*

   Klausul konteks organisasi *(Context of the Organization)* mengharuskan organisasi memahami kondisi internal, kondisi eksternal, serta kebutuhan dan harapan pekerja maupun pihak berkepentingan yang dapat memengaruhi penerapan sistem manajemen K3.

5. Klausul 5 : Kepemimpinan dan Partisipasi Pekerja *(Leadership and Worker Participation)*

   Klausul kepemimpinan dan partisipasi pekerja *(Leadership and Worker Participation)* menekankan pentingnya komitmen pimpinan perusahaan dalam mendukung penerapan sistem manajemen K3 melalui penyediaan sumber daya, penetapan arah kebijakan, serta mendorong partisipasi aktif pekerja untuk mencapai tujuan K3

6. Klausul 6 : Perencanaan *(Planning)*

   Klausul perencanaan *(Planning)* mengatur proses perencanaan sistem manajemen K3 dengan mempertimbangkan risiko, peluang, dan persyaratan yang berlaku. Tahapan yang dilakukan meliputi identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta penetapan pengendalian risiko sesuai dengan hierarki pengendalian, yaitu eliminasi, substitusi, pengendalian teknis, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD).

7. Klausul 7 : Dukungan *(Support)*

   Klausul dukungan *(support)* mengatur dukungan yang diperlukan agar sistem manajemen K3 dapat diterapkan secara efektif. Dukungan tersebut meliputi penyediaan sumber daya, peningkatan kompetensi pekerja, komunikasi, serta informasi terdokumentasi untuk mendukung penerapan dan perbaikan berkelanjutan sistem manajemen K3.

8. Klausul 8 : Operasi *(Operation)*

   Klausul operasi *(Operation)* mengatur pelaksanaan pengendalian operasional agar seluruh aktivitas kerja berjalan sesuai dengan persyaratan sistem manajemen K3. Selain itu, perlu menyiapkan prosedur kesiapsiagaan dan tanggap darurat untuk mengantisipasi serta menangani kondisi darurat yang mungkin terjadi.

9. Klausul 9 : Evaluasi Kinerja *(Performance Evaluation)*

   Klausul evaluasi kinerja *(Performance Evaluation)* menjelaskan bahwa perlu melakukan pemantauan, pengukuran, evaluasi kinerja, audit internal, dan tinjauan manajemen untuk menilai efektivitas sistem manajemen K3 serta memastikan pengendalian yang diterapkan berjalan dengan baik.

10. Klausul 10 : Peningkatan *(Improvement)*

    Klausul peningkatan *(Improvement)* mengatur upaya peningkatan berkelanjutan melalui tindakan perbaikan terhadap insiden atau kecelakaan kerja yang terjadi. Disisi lain, juga perlu mendokumentasikan hasil penanganan sebagai dasar untuk meningkatkan efektivitas sistem manajemen K3.

2.2.7 *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA)

Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya di lingkungan kerja serta menilai tingkat risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya bahaya dan tingkat keparahan dampaknya menggunakan matriks risiko (Albar et al., 2022). Sehingga, dapat menjadi dasar dalam menentukan upaya pengendalian risiko di lingkungan kerja. Berikut merupakan langkah – langkah penerapan metode HIRA :

1. Idenfikasi Bahaya

   Identifikasi bahaya adalah langkah awal dalam manajemen risiko untuk mengetahui potensi bahaya yang terdapat pada setiap aktivitas kerja. Identifikasi ini dilakukan agar bahaya yang ada di lingkungan kerja dapat diketahui lebih awal sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan (Faturohman et al., 2025).

2. Penilaian Risiko

   Penilaian risiko adalah proses untuk menilai potensi bahaya dan risiko yang mungkin terjadi serta dapat menimbulkan kerugian, baik terhadap keselamatan, kesehatan, maupun kerugian materi dalam suatu kegiatan. Penilaian risiko dilakukan untuk mengetahui apakah pengendalian risiko pada suatu pekerjaan atau aktivitas sudah berada pada tingkat yang aman dan dapat diterima (Faturohman et

al., 2025). Berikut merupakan skala nilai *level* frekuensi risiko dan keterangan penilaian :

Tabel 2. 2 Penilaian Nilai Kemungkinan *(Likelihood)*

Likelihood	Keterangan	*Level*
Almost Certain	Dapat terjadi setiap saat	5
Likely	Sering	4
Possible	Dapat terjadi sekali – kali	3
Unlikely	Jarang	2
Rare	Hampir tidak pernah, sangat jarang terjadi	1

Sumber : (Prasetyo & Marodiyah, 2024)

Kemudian, berikut merupakan skala nilai *level* dampak risiko :

Tabel 2. 3 Penilaian Nilai Keparahan *(Severity)*

Level	Keterangan	Deskripsi
1	*Insignification*	Tidak terjadi cidera, kerugian finansial sedikit
2	*Minor*	Cidera ringan, kerugian finansial sedikit
3	*Moderate*	Cidera sedang, perlu penanganan medis, sehingga kerugian finansial sedang
4	*Major*	Cidera berat >= 1 orang, kerugian besar dan mengganggu produksi
5	*Cotastrophic*	Fatal >= 1 orang, kerugian sangat besar dan berdampak sangat luas, sehingga sampai mengakibatkan terhentinya seluruh kegiatan

Sumber : (Prasetyo & Marodiyah, 2024)

Selanjutnya, data diolah untuk mendapatkan nilai risiko terendah sampai dengan tertinggi dengan menggunakan rumus :

Rumus Penilaian Risiko = L x S

Keterangan :

L = Nilai *Likelihood* (Nilai Kemungkinan)

S = Nilai *Severity* (Nilai Keparahan)

Setelah menghitung nilai risiko, kemudian menentukan skala *matrix* berdasarkan *Likelihood* dan *Severity.* Berikut merupakan tabel skala *matrix* :

Tabel 2. 4 Skala *Matrix*

Severity/Keparahan					
Likelihood/ Kemungkinan	1 *Insignificant*/ sangat kecil	2 *Minor*/ kecil	3 *Moderate*/ sedang	4 *Major*/ besar	5 *Catasthropic*/ Sangat besar
5 *Almost certain*/ hampir terjadi	5 H	10 H	15 E	20 E	25 E
4 *Likely*/ Sangat mugkin terjadi	4 M	8 H	12 H	16 E	20 E
3 *Posible*/ mungkin	3 L	6 M	9 H	12 E	15 E
2 *Unlikely*/ Hampir mungkin	2 L	4 L	6 M	8 H	10 E
1 *Rare*/ Jarang terjadi	1 L	2 L	3 M	4 H	5 H

Sumber : (Prasetyo & Marodiyah, 2024)

Kemudian, setelah ditentukan skala *matrix* dan diperoleh *level* dan tindakan pengendalian yang harus dilakukan. Berikut merupakan skala *matrix level* :

Tabel 2. 5 Skala *Matrix Level*

Level Risiko	Tindakan
E *Extreme*	Tidak dapat diterima dan memerlukan tindakan pengendalian segera dengan melibatkan pimpinan sesuai hierarki pengendalian.
H *High*	Memerlukan tindakan perbaikan secepatnya untuk menurunkan risiko hingga tingkat yang dapat diterima.
M *Medium*	Pekerjaan dapat dilakukan dengan menerapkan pengendalian sesuai hierarki serta pemantauan oleh manajemen.

Level Risiko	Tindakan
L *Low*	Tidak memerlukan pengendalian tambahan, namun pengendalian yang ada tetap harus dipantau efektivitasnya

Sumber : (Prasetyo & Marodiyah, 2024)

3. Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko adalah upaya yang dilakukan untuk mengurangi atau meminimalkan tingkat risiko dari potensi bahaya yang terdapat di tempat kerja sehingga dapat dijadikan sebagai dasar dalam menentukan keputusan yang tepat untuk mencegah terjadinya kecelakaan maupun penyakit akibat kerja. Penerapan pengendalian risiko dilakukan berdasarkan hierarki pengendalian (*hierarchy of controls*) yang meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknologi (*engineering control*), pengendalian administratif, dan alat pelindung diri (APD) (Faturohman et al., 2025).



Gambar 2. 1 Pengendalian Risiko

Berikut merupakan tabel Pengendalian Risiko :

Tabel 2. 6 Pengendalian Risiko

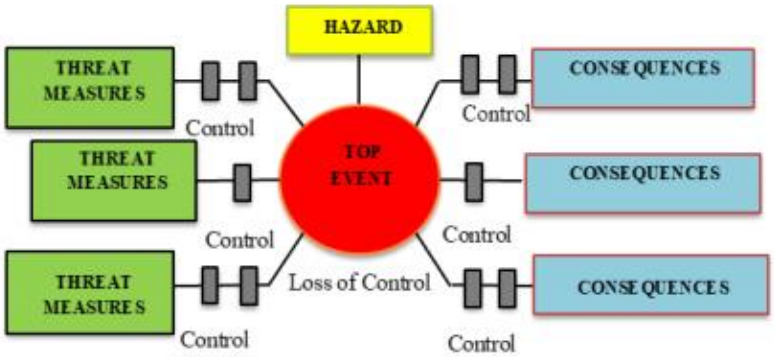
Pengendalian	Definisi	Target
Eliminasi	Menghilangkan sumber bahaya	Tempat Kerja/Pekerjaan Aman Mengurangi Bahaya
Subtitusi	Subtitusi Alat/Mesin/Bahan (Penggantian)	

Pengendalian	Definisi	Target
Rekayasa Teknologi *(Engineering Control)*	Modifikasi/Perancangan Alat/Mesin/Tempat Kerja yang Lebih Aman	
Administrasi	Prosedur, Aturan, Pelatihan, Durasi Kerja, Tanda Bahaya, Rambu Poster, Label	Tenaga Kerja Aman Mengurangi Paparan
APD	Alat Perlindungan Diri Tenaga Kerja	

Sumber : (Faturohman et al., 2025)

2.2.8 *Bow Tie Analysis* (BTA)

Bow Tie Analysis (BTA) merupakan salah satu metode analisis yang menggunakan diagram berbentuk dasi kupu - kupu untuk menggambarkan hubungan antara bahaya, penyebab, pengendalian, dan dampak yang dapat terjadi. Metode *Bow Tie Analysis* (BTA) digunakan untuk membantu mencegah, mengendalikan, serta mengurangi risiko terjadinya kejadian yang tidak diinginkan melalui hubungan antara penyebab dan dampak dari suatu kejadian (Prasetyo & Marodiyah, 2024).



Gambar 2. 2 Diagram *Bow Tie*

Metode *Bow Tie Analysis* (BTA) merupakan metode penilaian yang berbentuk seperti dasi kupu-kupu, dimana sisi kiri menggambarkan pohon kesalahan *(fault tree)*, sisi kanan menunjukkan pohon kejadian *(event tree),* dan bagian tengah merupakan kejadian utama *(top event)* (Fathovani et al., 2024). Metode ini digunakan untuk menggambarkan secara sistematis hubungan antara penyebab (*threats*), *top event*, dan konsekuensi/akibat (*consequences*) dari suatu risiko. Selain itu, *Bow Tie Analysis* (BTA) juga menunjukkan kontrol pencegahan (*prevention controls*) untuk mencegah terjadinya *top event* serta

pengendalian pemulihan (*recovery barriers*) untuk mengurangi dampak apabila risiko telah terjadi. Dengan demikian, metode *Bow Tie Analysis* dapat meminimalkan dampak terhadap manusia, lingkungan, aset, maupun kegiatan operasional (Deliani & Wirawan, 2021). Berikut merupakan uraian mengenai komponen – komponena pada diagram *Bow Tie (Agung et al., 2025)* :

1. *Hazard* (Bahaya)

   Hazard atau bahaya merupakan segala sesuatu yang memiliki potensi menimbulkan kerugian, baik berupa cedera atau penyakit pada pekerja, kerusakan aset, kerusakan lingkungan, maupun terganggunya proses operasional.
2. *Top Event* (Peristiwa Puncak/Kejadian Utama)

   Top event merupakan kejadian utama yang menunjukkan hilangnya kendali terhadap suatu bahaya sehingga berpotensi menimbulkan dampak yang tidak diinginkan dan menjadi titik pusat yang menghubungkan antara penyebab terjadinya risiko (*threats*) dengan dampak atau konsekuensi (*consequences*).
3. *Threats* (Penyebab)

   Threats merupakan faktor atau kondisi yang dapat memicu terjadinya *top event*. Ancaman tersebut dapat berasal dari berbagai sumber, seperti kesalahan manusia, kegagalan peralatan, kondisi lingkungan kerja, maupun faktor lainnya.
4. *Consequences* (Konsekuensi/Akibat)

   Consequences merupakan konsekuensi/akibat yang muncul apabila *top event* telah terjadi. Setiap *top event* dapat menimbulkan satu atau lebih konsekuensi, seperti cedera pada pekerja, kerusakan fasilitas, pencemaran lingkungan, maupun kerugian terhadap proses produksi.
5. *Prevention Control* dan *Recovery Barriers* (Kontrol Pencegahan dan Pemulihan)

   Prevention control merupakan tindakan pengendalian yang bertujuan mencegah terjadinya *top event* dengan mengurangi kemungkinan munculnya ancaman (*threats*) dan pada *prevention control* ditempatkan di antara *threats* dan *top event*. Sementara itu, *recovery barriers* merupakan tindakan yang diterapkan apabila *top event* terjadi untuk mengurangi dampak atau konsekuensi yang ditimbulkan sehingga risiko yang terjadi tidak semakin parah dan pada *recovery barriers* ditempatkan di antara *top event* dan *consequences.*

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek Penelitian ini yaitu sistem pengelolaan limbah pada PT. Roti Juara Indonesia. Penelitian ini difokuskan pada aktivitas pengelolaan limbah yang berpotensi menimbulkan risiko terhadap keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

3.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini yaitu pekerja yang terlibat dalam akivitas pengelolaan limbah pada PT. Roti Juara Indonesia.

3.3 Jenis Data Penelitian

Berikut merupakan jenis data penelitian ini :

a. Data Primer

   Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung melalui observasi dan penelitian secara langsung dengan pihak yang berkaitan dengan proses pengelolaan limbah. Observasi dilakukan pada area pengelolaan limbah untuk mengetahi kondisi nyata mengenai sistem pengelolaan limbah yang telah diterapkan. Selain itu, wawancara dilakukan dengan pekerja yang terlibat dalam proses pengelolaan limbah. Adapun data yang diperoleh seperti riwayat kecelakaan kerja, Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3), aktivitas pengelolaan limbah, potensi bahaya, dan pengendalikan risiko yang telah diterapkan.

b. Data Sekunder

   Data sekunder yaitu data yang diperoleh melalui kajian literatur, seperti jurnal, buku, artikel, dokumen perusahan, dan referensi yang lainnya mengenai sistem pengelolaan limbah.

3.4 Metode Pengumpulan Data

a. Observasi

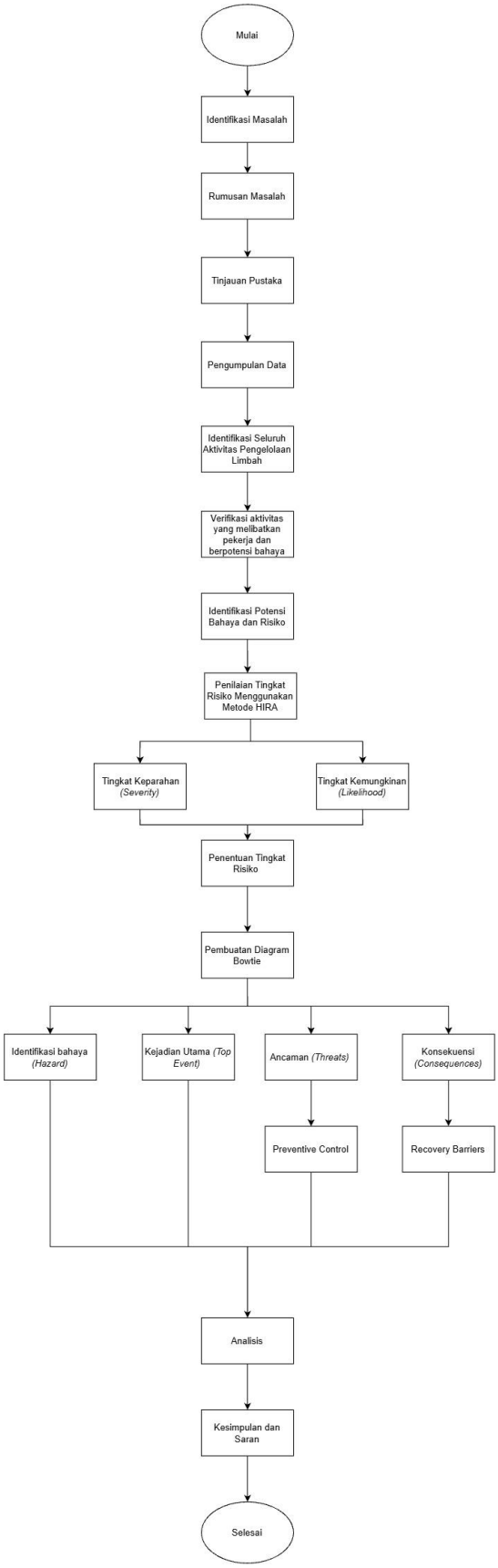
   Observasi merupakan metode yang dilakukan dengan cara mengamati secara langsung mengenai kondisi di lapangan yang berkaitan dengan sistem pengelolaan limbah di PT. Roti Juara Indonesia. Observasi dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai riwayat kecelakaan kerja, Sistem Manajemen Keselamatan

dan Kesehatan Kerja (SMK3), aktivitas pengelolaan limbah, potensi bahaya, dan pengendalikan risiko yang telah diterapkan.

b. Wawancara

Wawancara merupakan metode pengumpulan data melalui tanya jawab secara langsung dengan pekerja yang terlibat dalam pengelolaan limbah. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai riwayat kecelakaan kerja, Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3), aktivitas pengelolaan limbah, potensi bahaya, dan pengendalikan risiko yang telah diterapkan. Data yang diperoleh dari hasil wawancara digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, penilaian tingkat risiko menggunakan metode HIRA *(Hazard Identification Risk Assessment)* dan pengendalian risiko menggunakan metode *Bowtie Analysis* (BTA).

3.5 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur penelitian

1. Mulai

   Tahap awal penelitian dimulai dengan menentukan topik dan objek penenelitian yang akan diteliti.

2. Identifikasi Masalah

   Pada tahap ini dilakukan observasi dan wawancara secara langsung mengenai sistem pengelolaan limbah. Dari hasil tersebut diperoleh permasalahan terkait sistem pengelolaan limbah yang masih belum optimal dan berpotensi menimbulkan risiko terhadap keselamatan dan kesehatan kerja.

3. Perumusan Masalah

   Setelah dilakukan identifikasi masalah, tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah penelitian. Rumusan masalah dalam penelitian berkaitan dengan identifikasi potensi bahaya pada sistem pengelolaan limbah, penyebab, dan dampak risiko yang dapat terjadi, serta pengendalian risiko yang tepat untuk meminimalkan dampak yang diakibatkan.

4. Tinjauan Pustaka

   Tahap tinjauan pustaka dilakukan untuk memperoleh referensi yang mendukung penelitian. Tinjauan Pustaka terdiri dari :

   a. Kajian Literatur

      Kajian literatur berupa jurnal – jurnal penelitian terdahulu dengan kurun waktu maksimal lima tahun terakhir yang berkaitan dengan risiko pengelolaan limbah, Kesehatan dan keselamatan kerja (K3), metode HIRA *(Hazard Identification Risk Assessment)*, dan metode *Bow Tie Analysis* (BTA).

   b. Landasan Teori

      Landasan teori merupakan teori – teori yang digunakan sebagai dasar dalam mendukung penelitian.

5. Pengumpulan Data

   Pengumpulan data menggunakan data primer yang diperoleh melalui observasi dan wawancara secara langsung.

6. Identifikasi Seluruh Aktivitas Pengelolaan Limbah

   Identifikasi aktivitas dilakukan melalui observasi dan wawancara terhadap seluruh rangkaian aktivitas pengelolaan limbah yang menjadi objek penelitian. Penentuan aktivitas tidak hanya didasarkan pada aktivitas yang pernah

menyebabkan kecelakaan kerja, tetapi berdasarkan keseluruhan rangkaian aktivitas pengelolaan limbah yang melibatkan pekerja dan memiliki potensi interaksi dengan limbah, peralatan kerja, maupun lingkungan kerja. Aktivitas yang diamati meliputi pengumpulan limbah padat, pemindahan limbah dari tempat sampah ke troli, pengangkutan limbah dari troli ke tempat penyimpanan sementara limbah, penataan limbah, aktivitas berjalan di area tempat penyimpanan sementara limbah, pengoperasian mesin *Jet Pump*, pembersihan area penyimpanan sementara limbah, monitoring bak limbah, pembersihan bak limbah, serta pemantauan dan pembuangan air hasil pengolahan limbah ke sungai. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap kondisi lapangan pada setiap aktivitas, meliputi kondisi area kerja, cara kerja pekerja, penggunaan peralatan, material atau limbah yang ditangani, serta kondisi lain yang dapat menjadi sumber bahaya. Tahap ini dilakukan untuk memastikan seluruh aktivitas yang relevan dengan objek penelitian telah mencakup dalam proses identifikasi.

7. Verifikasi Aktivitas yang Melibatkan Pekerja dan Berpotensi Bahaya

   Verifikasi aktivitas yang melibatkan pekerja dan berpotensi bahaya dilakukan untuk memastikan aktivitas yang menjadi objek penelitian telah sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Verifikasi dilakukan melalui observasi dan wawancara kepada pekerja dengan mengidentifikasi keterlibatan pekerja, interaksi dengan limbah, penggunaan peralatan, serta kondisi lingkungan kerja yang berpotensi menimbulkan bahaya. Aktivitas yang memenuhi kriteria tersebut dimasukkan dalam penelitian, termasuk aktivitas yang belum pernah menyebabkan kecelakaan tetapi memiliki potensi menimbulkan risiko terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja.

8. Penilaian Tingkat Risiko Menggunakan Metode HIRA *(Hazard Identification Risk Assesment)*

   Pada tahap ini dilakukan identifikasi potensi bahaya dan penilaian tingkat risiko. Tahapan yang dilakukan :

   a. Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko

      Pada tahap ini mengidentifikasi terhadap potensi bahaya dan risiko yang dapat terjadi pada setiap aktivitas.

b. Penilain Tingkat Keparahan *(Severity)*

Pada tahap ini dilakukan penilaian tingkat keparahan dari setiap risiko yang dapat terjadi berdasarkan dampak yang ditimbulkan. Penilaian dilakukan dengan memberikan nilai 1-5 untuk menentukan tingkat dampak risiko.

c. Penilaian Tingkat Kemungkinan *(Likelihood)*

Tahap ini dilakukan untuk menilai kemungkinan terjadinya potensi bahaya berdasarkan frekuensi kejadian dengan memberikan nilai 1-5 pada kondisi di lapangan.

d. Pemilihan Tingkat Risiko

Setelah dilakukan penilaian severity dan likelihood, selanjutnya dilakukan pemilihan tingkat risiko yang tinggi untuk menentukan prioritas risiko.

9. Pembuatan Diagram *Bow Tie*

Tahap selanjutnya adalah membuat diagram *Bow Tie* berdasarkan risiko dengan prioritas yang tinggi. Metode *Bow Tie Analysis* (BTA) untuk menentukan penyebab risiko *(threats)* dengan memberikan kontrol pencegahan (*preventive control),* kejadian utama *(top event),* dampak risiko *(consequences)* dan kontrol pemulihan *(recovery barriers).*

10. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini dilakukan penarikan Kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran yang dapat digunakan oleh Perusahaan atau pun peneliti.

11. Selesai

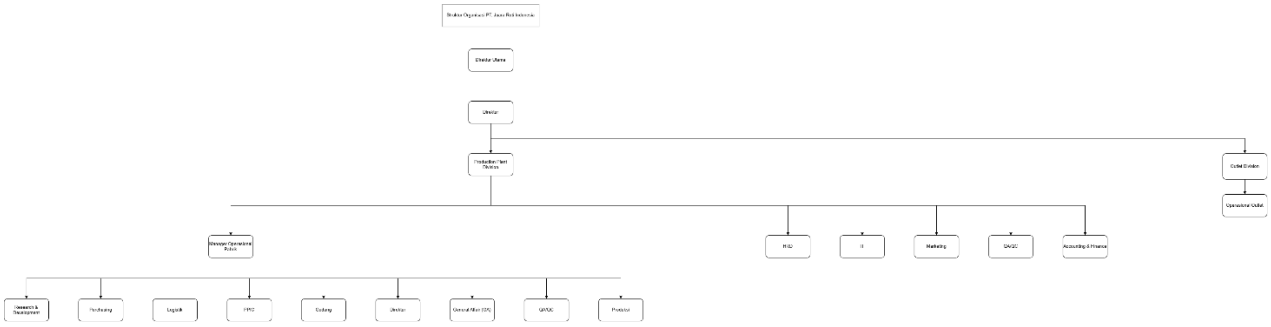
BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Berikut mengenai pengumpulan data – data penelitian diperoleh dari PT. Juara Roti Indonesia :

4.1.1 Struktur Organisasi

Berikut merupakan struktur organisasi pada PT. Juara Roti Indonesia :



Gambar 4. 1 Struktur Organisasi

4.1.2 *Job Description*

Berikut merupakan *Job Description* berdasarkan struktur organisasi pada PT. Juara Roti Indonesia :

Tabel 4. 1 *Job Description*

No	Jabatan	Deskripsi
1	Direktur Utama	Menetapkan arah dan kebijakan perusahaan serta mengawasi pencapaian tujuan perusahaan secara keseluruhan
2	Direktur	Mengkoordinasikan dan mengawasi pelaksanaan kegiatan perusahaan sesuai dengan kebijakan dan target yang ditetapkan
3	Manager Operasional Pabrik	Mengkoordinasikan dan mengawasi seluruh kegiatan operasional pabrik agar berjalan sesuai target dan prosedur perusahaan
4	Research & Development	Mengembangkan dan melakukan pengujian

No	Jabatan	Deskripsi
		produk serta meningkatkan kualitas dan inovasi produk
5	Purchasing	Mengelola pengadaan bahan dan kebutuhan operasional perusahaan sesuai kebutuhan dan spesifikasi yang ditetapkan
6	Logistik	Mengatur penerimaan, penyimpanan, dan pergerakan barang serta memastikan kebutuhan operasional tersedia
7	PPIC	Merencanakan dan mengendalikan kebutuhan bahan serta jadwal produksi agar sesuai dengan target perusahaan
8	Gudang	Mengelola penerimaan, penyimpanan, pencatatan, dan pengeluaran bahan maupun barang dari gudang
9	General Affair (GA)	Mengelola kebutuhan umum perusahaan, fasilitas kerja, serta mendukung kelancaran kegiatan operasional
10	Teknisi	Melakukan pemeriksaan, perawatan, dan perbaikan mesin serta fasilitas pendukung produksi
11	QA/QC	Memastikan bahan, proses produksi, dan produk memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan perusahaan
12	Produksi	Melaksanakan dan mengawasi proses produksi sesuai standar, prosedur, target, dan ketentuan kualitas perusahaan
13	HRD	Mengelola sumber daya manusia, administrasi kepegawaian, rekrutmen,

No	Jabatan	Deskripsi
		penggajian, serta kebutuhan dan pengembangan karyawan
14	IT	Mengelola sistem teknologi informasi, perangkat komputer, jaringan, dan dukungan teknis sistem perusahaan
15	Marketing	Merencanakan dan melaksanakan kegiatan pemasaran serta mendukung peningkatan penjualan produk
16	Accounting & Finance	Mengelola pencatatan transaksi, laporan keuangan, pengeluaran, penerimaan, dan administrasi keuangan perusahaan
17	Operasional Outlet	Mengkoordinasikan dan mengawasi kegiatan operasional outlet agar berjalan sesuai standar dan target perusahaan

4.1.3 Data Kecelakaan Kerja

Berikut merupakan data kecelakaan kerja pada PT. Juara Roti Indonesia :

Tabel 4. 2 Data Kecelakaan Kerja

No	Jenis Kecelakaan Kerja	Frekuensi
1	Terpleset	1
2	Tersandung	2
3	Terkilir	1
4	Tangan luka tergores	4
5	Nyeri pinggang	3
6	Gangguan pernapasan	3
7	Iritasi kulit (ruam merah, gatal, bengkak, perih)	1
8	Tertusuk paku	1

4.1.4 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)

Berikut merupakan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) berdasarkan ISO 45001:2018 pada PT. Juara Roti Indonesia :

Tabel 4. 3 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) berdasarkan ISO 45001:2018

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara
Plan	Klausul 6 *(Plannig)*	PT. Juara Roti Indonesia memiliki tempat penyimpanan limbah sementara dan memisahkan limbah berdasarkan jenisnya. Namun, identifikasi bahaya dan penilaian riisiko pada setiap aktivitas pengelolaan limbah belum dilakukan sehingga potensi bahaya belum seluruhnya teridentifikasi. Oleh karena itu, usulan mitigasi yang dapat diberikan yaitu melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko secara berkala menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA), menyusun

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara
		program pengendalian risiko berdasarkan hasil identifikasi, serta menerapkan Bow Tie Analysis sebagai dasar dalam menentukan *preventive control* dan *recovery barrier* pada aktivitas pengelolaan limbah.
Do	Klausul 7 *(Support)*	PT. Juara Roti Indonesia telah menyediakan APAR, kotak P3K, masker, dan sarung tangan sebagai fasilitas pendukung K3. Namun, penerapan K3 belum optimal karena pekerja belum dilengkapi dengan Sepatu dan saat pengoperasian mesin jet pump belum menggunakan sarung tangan, belum memperoleh pelatihan teknik *manual handling*,

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara
		serta belum tersedia media komunikasi K3 berupa poster K3 (*manual handling)*, papan wajib APD, dan rambu peringatan bahaya di area tempat penyimpanan sementara limbah
	Klausul 8 *(Operation)*	PT. Juari Roti Indonesia masih terdapat beberapa kondisi yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja, antara lain pengangkatan limbah secara manual, jalur yang sempit, dan kabel mesin jet pump yang berada pada area lembab dan basah.
Check	Klausul 9 *(Performance evaluation)*	PT. Juara Roti Indonesia belum melakukan evaluasi risiko secara berkala maupun terhadap efektivitas pengendalian yang telah diterapkan

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara
Act	Klausul 10 *(Improvement)*	PT. Juara Roti Indonesia memberikan penanganan kepada pekerja berdasarkan tingkat keparahan kecelakaan kerja. Namun, masih berfokus pada penyelesaian dan belum disertai analisis penyebab ataupun usulan perbaikan untuk mencegah terjadi kembali.

4.1.5 Aktivitas Pengelolaan Limbah

Berikut merupakan aktivitas pengelolaan limbah :

Tabel 4. 4 Aktivitas Pengelolaan Limbah

No	Aktivitas
1	Pengumpulan limbah
2	Pemindahan limbah dari tempat sampah ke troli
3	Pengangkutan limbah dari troli ke tempat penyimpanan limbah sementara
4	Penataan limbah

No	Aktivitas
5	Aktivitas berjalan di area tempat penyimpanan limbah sementara
6	Pengoperasian mesin jet pump
7	Pembersihan area penyimpanan sementara limbah
8	Monitoring bak limbah
9	Pembersihan bak limbah
10	Pemantauan dan pembuangan air hasil pengolahan limbah ke sungai

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) berdasarkan ISO 45001:2018

Tabel 4. 5 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (*SM*K3) berdasarkan ISO 45001:2018

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
Plan	Klausul 6 *(Plannig)*	PT. Juara Roti Indonesia memiliki tempat penyimpanan limbah sementara dan memisahkan limbah berdasarkan jenisnya. Namun, identifikasi bahaya dan penilaian riisiko pada setiap aktivitas	Melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA), menyusun pengendalian

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
		pengelolaan limbah belum dilakukan sehingga potensi bahaya belum seluruhnya teridentifikasi. Oleh karena itu, usulan mitigasi yang dapat diberikan yaitu melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko secara berkala menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA), menyusun program pengendalian risiko berdasarkan hasil identifikasi, serta menerapkan Bow Tie Analysis sebagai dasar dalam menentukan *preventive control* dan *recovery barrier* pada aktivitas pengelolaan limbah.	risiko berdasarkan hasil identifikasi, serta menerapkan Bow Tie Analysis sebagai dasar dalam menentukan *preventive control* dan *recovery barrier* pada aktivitas pengelolaan limbah
Do	Klausul 7 *(Support)*	PT. Juara Roti Indonesia telah	Menentukan batas beban berat,

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
		menyediakan APAR, kotak P3K, masker, dan sarung tangan sebagai fasilitas pendukung K3. Namun, penerapan K3 belum optimal karena pekerja belum dilengkapi dengan Sepatu dan saat pengoperasian mesin jet pump belum menggunakan sarung tangan, belum memperoleh pelatihan teknik *manual handling*, serta belum tersedia media komunikasi K3 berupa poster K3 (*manual handling)*, papan wajib APD, dan rambu peringatan bahaya	menggunakan wadah limbah sementara, menggunakan alat bantu angkut (troli), pelatihan pengangkatan beban yang ergonomis, memasang poster K3, menggunakan pelindung lutut, menggunakan sepatu *anti-slip,* menggunakan sarung tangan, melakukan pelatihan tentang kelistrikan.
	Klausul 8 *(Operation)*	PT. Juari Roti Indonesia masih terdapat beberapa kondisi yang berpotensi menimbulkan	Melakukan penataan, tidak meletakan barang apapun di sembarang tempat yang menghalangi

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
		kecelakaan kerja, seperti limbah berserakan, mengangkat limbah secara manual, jalur penyimpanan limbah sempit, beban berat, tumpukan limbah banyak, permukaan jalan kerikil, kabel lembab dan basah, material berserakan, area sempit, debu, bau limbah, Bakteri, lantai licin dan Gerakan berulang – ulang, paparan limbah cair, area sekitar penampungan limbah cair sempit	ruang gerak disekitar ruangan, memberikan rambu peringatan K3, melakukan inspeksi K3 dengan rutin meliputi pemeriksaan seluruh kondisi, mengisolasi kabel yang terbuka, memasang pelindung pada sumber listrik, menggunakan peralatan instalasi listrik yang memiliki standar SNI, melakukan inspeksi dan pemeliharaan berkala pada sistem kelistrikan mesin serta memastikan kabel, saklar, dan panel listrik memiliki isolasi yang baik sesuai standar keselamatan,

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
			pemahaman mendalam mengenai prosedur keselamatan listrik. Menyusun dan menerapkan SOP pengoperasian mesin yang aman dan serta pemahaman risiko bahaya listrik bagi pekerja. Memutus aliran Listrik, mengevakuasi korban ke lokasi yang aman. rujukan medis, penyediaan First Aid Box, mengaliri luka dengan air mengalir selama 10 menit dan antibiotik topikal, pertolongan pemasangan balut bidai, mengompres dengan es batu.
Check	Klausul 9 *(Performance evaluation)*	PT. Juara Roti Indonesia belum melakukan evaluasi	Inspeksi K3 secara rutin mengenai kondisi area,

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
		risiko secara berkala maupun terhadap efektivitas pengendalian yang telah diterapkan	melakukan inspeksi K3 dengan rutin meliputi pemeriksaan seluruh kondisi, melakukan inspeksi dan pemeliharaan berkala pada sistem kelistrikan mesin serta memastikan kabel, saklar, dan panel listrik memiliki isolasi yang baik sesuai standar keselamatan; pemeriksaan secara berkala dan olahraga bersama, waktu kerja dan istirahat yang seimbang.
Act	Klausul 10 *(Improvement)*	PT. Juara Roti Indonesia memberikan penanganan kepada pekerja berdasarkan tingkat keparahan kecelakaan kerja.	Mendesain ulang *layout* area kerja, mengatur pola kerja dan waktu istirahat, mengawasi pekerja agar menggunakan

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
		Namun, masih berfokus pada penyelesaian dan belum disertai analisis penyebab ataupun usulan perbaikan untuk mencegah terjadi kembali.	posisi pengangkatan yang benar, pelatihan ergonomi, batasan beban kerja, edukasi teknik *weight lifting,* menjaga kondisi fisik.

4.2.2 *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA)

4.2.2.1 *Hazard Identification* (Identifikasi Bahaya)

Berikut merupakan identifikasi bahaya pada aktivitas pengelolaan limbah :

Tabel 4. 6 *Hazard Identification* (Identifikasi Bahaya)

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
1	Pengumpulan limbah	Limbah berserakan	Tersandung, terpleset
2	Pemindahan limbah dari tempat sampah ke troli	Mengangkat limbah secara manual	Cedera akibat aktivitas manual handling
3	Pengangkutan limbah dari troli ke tempat penyimpanan limbah sementara	Jalur penyimpanan limbah sempit, beban berat	Pekerja tersandung atau terbentur
4	Penataan limbah	Tumpukan limbah banyak	Tertimpa limbah, sarang serangga/hama
5	Aktivitas berjalan di area tempat penyimpanan limbah sementara	Permukaan jalan kerikil	Kehilangan keseimbangan (luka pada kaki seperti kesleo)
6	Pengoperasian mesin jet pump	Kabel lembab dan basah	Tersengat Listrik pada mesin jet pump

7	Pembersihan area penyimpanan sementara limbah	Material berserakan, area sempit, debu, bau limbah	Tersandung, terbentur, gangguan pernapasan dan mata
8	Monitoring bak limbah	Bakteri	Gangguan pernapasan dan iritasi kulit
9	Pembersihan bak limbah	Lantai licin dan Gerakan berulang - ulang	Terpleset, iritasi kulit, cedera otot pinggang
10	Pemantauan dan pembuangan air hasil pengolahan limbah ke sungai	Paparan limbah cair, bau limbah, area sekitar penampungan limbah cair sempit	Iritasi kulit, pusing, gangguan pernapasan

4.2.2.2 *Risk Assessment* (Penilaian Risiko)

Berikut merupakan *risk assessment* (penilaian risiko) yang diperoleh :

Tabel 4. 7 *Risk Assessment* (Penilaian Risiko)

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Penilaian Risiko			Risk Level	Risk Matrix
				L	S	L x S		
1	Pengumpulan limbah	Limbah berserakan	Tersandung, terpleset	2	2	4	Medium	4M
2	Pemindahan limbah dari tempat sampah ke troli	Mengangkat limbah secara manual	Cedera akibat aktivitas manual handling	3	3	9	High	9H
3	Pengangkutan limbah dari troli ke tempat penyimpanan limbah sementara	Limbah tidak tertata rapi, jalur penyimpanan limbah sempit, beban berat	Pekerja tersandung atau terbentur	3	3	9	High	9H
4	Penataan limbah	Tumpukan limbah banyak	Tertimpa limbah, sarang serangga/hama	1	3	3	Low	3L
5	Aktivitas berjalan	Permukaan jalan kerikil	Kehilangan keseimbangan (luka pada kaki seperti kesleo)	1	2	2	Low	2L
6	Pengoperasian mesin jet pump	Kabel lembab dan basah	Tersengat listrik pada mesin jet pump	2	3	6	Medium	6M

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Penilaian Risiko			Risk Level	Risk Matrix
				L	S	L x S		
7	Pembersihan area penyimpanan sementara limbah	Material berserakan, area sempit, debu, bau limbah	Tersandung, terbentur, gangguan pernapasan dan mata	1	2	2	Low	2L
8	Monitoring bak limbah	Bakteri	Gangguan pernapasan dan iritasi kulit	1	2	2	Low	2L
9	Pembersihan bak limbah	Lantai licin dan Gerakan berulang - ulang	Terpleset, iritasi kulit, cedera otot pinggang	1	3	3	Low	3L
10	Pemantauan dan pembuangan air hasil pengolahan limbah ke sungai	Paparan limbah cair, bau limbah, area sekitar penampungan limbah cair sempit	Iritasi kulit, pusing, gangguan pernapasan	1	3	3	Low	3L

4.2.3 *Bow Tie Analysis* (BTA)

Berikut merupakan tahapan – tahapan pembuatan diagram *Bow Tie* :

4.2.3.1 Identifikasi Bahaya *(Hazard)* & Puncak Kejadian *(Top Event)*

Identifikasi hazard dan top event berdasarkan penilaian risiko yang memiliki tingkat risiko tinggi, yaitu :

Tabel 4. 8 Identifikasi Bahaya *(Hazard)* & Puncak Kejadian *(Top Event)*

Hazard	*Top Event*
Mengangkat limbah secara manual	Cedera akibat aktivitas manual handling
Jalur sempit	Pekerja terbentur atau tersandung
Kabel lembab & basah	Tersengat listrik pada mesin *Jet Pump*

4.2.3.2 Identifikasi Ancaman *(Threats)*

Identifikasi threats berdasarkan kondisi aktual pada aktivitas pengelolaan limbah, hasil observasi lapangan, serta informasi yang diperoleh melalui wawancara dengan pekerja. Berdasarkan hasil identifikasi, diperoleh beberapa *threats,* yaitu :

Tabel 4. 9 Identifikasi Ancaman *(Threats)*

Top Event	*Threats*
Cedera akibat aktivitas *manual handling*	Beban limbah terlalu berat
	Jarak pemindahan dari dalam ruangan ke luar ruangan jauh
	Posisi pengangkatan tidak ergonomis
Pekerja terbentur atau tersandung	Limbah tidak tertata rapi
	Jalur penyimpanan limbah sempit
	Tidak memakai Alat Pelindung Diri (APD) dengan lengkap
Tersengat listrik pada mesin jet pump	Kabel terkelupas
	Konsleting

Top Event	*Threats*
	Tidak memakai Alat Pelindung Diri (APD) dengan lengkap

4.2.3.3 Identifikasi Akibat *(Consequents)*

Identifikasi konsekuensi dilakukan berdasarkan kemungkinan dampak terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja maupun terhadap aktivitas operasional Perusahaan. Berdasarkan hasil identifikasi, diperoleh beberapa *consequences* :

Tabel 4. 10 Identifikasi Akibat *(Consequents)*

Top Event	*Consequences*	Sumber
Cedera akibat aktivitas *manual handling*	Nyeri otot pinggang *(Low back pain)*	(Agustin et al., 2020)
	Kelelahan	(Agustin et al., 2020)
	Penurunan fungsi otot pada perut menurun (hernia)	(Wahyudin, Idham Latif, Nadia Zulfa Amelia, 2021)
Pekerja terbentur atau tersandung	Luka memar dan gores	(Lumansik et al., 2024)
	Terkilir	(Lumansik et al., 2024)
	Patah tulang	(Ramadhan et al., 2024)
Tersengat listrik pada mesin *Jet pump*	Luka bakar	(Rusnita & Galih Fatkhul Rachman, 2025)
	Gangguan irama jantung	(Mufida, 2023)

4.2.3.4 Menentukan *Preventive Control* dan *Recovery Barriers*

- *Top Event* : Cedera Akibat Aktivitas *Manual Handling*

Tabel 4. 11 Menentukan *Preventive Control* Pada *Top Event* Cedera Akibat Aktivitas *Manual Handling*

Top Event	*Threats*	*Preventive Control*
Cedera akibat aktivitas *manual handling*	Beban limbah terlalu berat	(Agustin et al., 2020) Menentukan batas beban berat
		Menggunakan wadah limbah sementara (Zuhriyani, 2019)
	Jarak pemindahan dari dalam ruangan ke luar ruangan jauh	Menggunakan alat bantu angkut (troli) (Agustin et al., 2020)
	Posisi pengangkatan tidak ergonomis	Pelatihan pengangkatan beban yang ergonomis (Agustin et al., 2020)
		Memasang poster K3 (Agustin et al., 2020)

Tabel 4. 12 Menentukan *Recovery Barriers* Pada *Top Event* Cedera Akibat Aktivitas *Manual Handling*

Top Event	*Consequences*	*Recovery Bariers*
Cedera akibat aktivitas *manual handling*	Nyeri otot pinggang *(Low back pain)*	Pemeriksaan secara berkala dan olahraga bersama (Agustin et al., 2020)
		Waktu kerja dan istirahat yang seimbang (Agustin et al., 2020)
		Mendesain ulang *layout* area kerja (Muhammad

Top Event	*Consequences*	*Recovery Bariers*
		Fatih Ahsyan Naufal & Susatyo Nugroho, 2025)
	Kelelahan (Agustin et al., 2020)	Mengatur pola kerja dan waktu istirahat (Istiarto, 2025)
		Mengawasi pekerja agar menggunakan posisi pengangkatan yang benar (Ikhsan, 2025)
	Penurunan fungsi otot pada perut menurun (hernia) (Wahyudin, Idham Latif, Nadia Zulfa Amelia, 2021)	Pelatihan ergonomi (Giffary & Ridwan, 2025)
		Batasan beban kerja (Giffary & Ridwan, 2025)
		Edukasi teknik *weight lifting* (Giffary & Ridwan, 2025)

- Top Event : Pekerja Terbentur atau Tersandung

Tabel 4. 13 Menentukan *Preventive Control* Pada *Top Event* Pekerja Terbentur atau Tersandung

Top Event	*Threats*	*Preventive Control*
Pekerja terbentur atau tersandung	Limbah tidak tertata rapi	Melakukan penataan (Lumansik et al., 2024)
		Inspeksi k3 secara rutin mengenai kondisi area (Lumansik et al., 2024)
	Jalur area penyimpanan sempit	Tidak meletakan barang apapun di sembarang tempat yang menghalangi ruang gerak disekitar ruangan (Lumansik et al., 2024)

Top Event	*Threats*	*Preventive Control*
		Memberikan rambu peringatan K3 (Lumansik et al., 2024)
		Melakukan inspeksi K3 dengan rutin meliputi pemeriksaan seluruh kondisi (Lumansik et al., 2024)
	Tidak memakai APD lengkap	Menggunakan pelindung lutut (Meyliesa Raudahtusshofie & Susilawati, 2024)
		Menggunakan Sepatu anti *slip* (Nustin Merdiana Dewantari, Nadienda Erwidia Putri, Bobby Kurniawan, Yayan Hary Yadi & Trenggonowati, Lovely Lady, 2023)

Tabel 4. 14 Menentukan *Recovery Barriers* Pada *Top Event* Pekerja Terbentur atau Tersandung

Top Evemt	*Consequences*	*Recovery Barier*
Pekerja terbentur atau tersandung	Luka memar dan gores	Penyediaan *First Aid Box* (Lumansik et al., 2024)
		Meletakkan benda tajam yang jauh dari jalan (Lumansik et al., 2024)
		Memberikan rambu peringatan K3 (Lumansik et al., 2024)

Top Evemt	*Consequences*	*Recovery Barier*
	Terkilir	Penyediaan First Aid Box (Lumansik et al., 2024)
		Mengompres dengan es batu
	Patah tulang	Pertolongan pemasangan balut bidai (Faidah & Alvita, 2022)
		Menjaga kondisi fisik (Ramadhan et al., 2024)

- Top Event : Tersengat Listrik Pada Mesin *Jet Pump*

Tabel 4. 15 Menentukan *Preventive Control* Pada *Top Event* Tersengat Listrik Pada Mesin *Jet Pump*

Top Event	*Threats*	*Preventive Control*
Tersengat listrik pada mesin *Jet Pump*	Kabel terkelupas	Mengisolasi kabel yang terbuka (Erwan Henri Prasetyo et al., 2018)
		Pemahaman mendalam mengenai prosedur keselamatan listrik (Yaumil et al., 2026)
	Konsleting	Memasang pelindung pada sumber listrik (Erwan Henri Prasetyo et al., 2018)
		Menggunakan peralatan instalasi listrik yang memiliki standar SNI (Erwan Henri Prasetyo et al., 2018)
		Melakukan inspeksi dan pemeliharaan berkala pada sistem kelistrikan mesin

Top Event	*Threats*	*Preventive Control*
		serta memastikan kabel, saklar, dan panel listrik memiliki isolasi yang baik sesuai standar keselamatan (Rusnita & Galih Fatkhul Rachman, 2025)
	Tidak memakai APD dengan lengkap	Menggunakan sarung tangan (Nustin Merdiana Dewantari, Nadienda Erwidia Putri, Bobby Kurniawan, Yayan Hary Yadi & Trenggonowati, Lovely Lady, 2023)
		Melakukan pelatihan tentang kelistrikan (Nustin Merdiana Dewantari, Nadienda Erwidia Putri, Bobby Kurniawan, Yayan Hary Yadi & Trenggonowati, Lovely Lady, 2023)

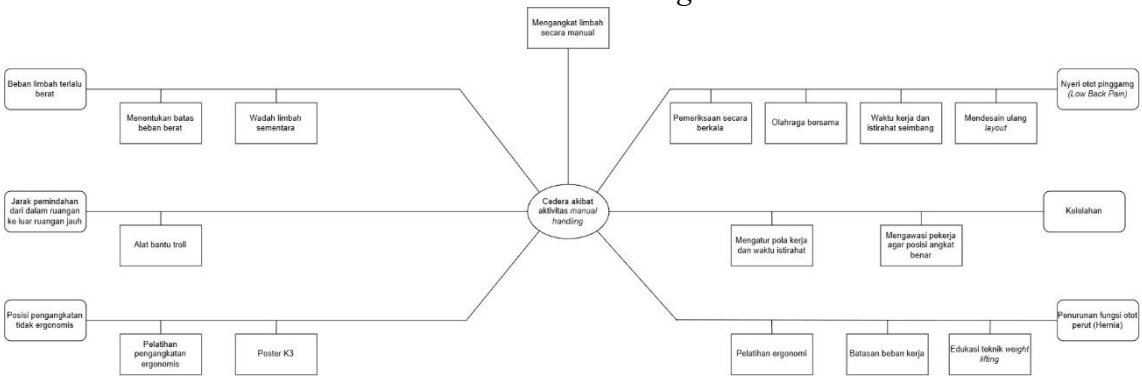
Tabel 4. 16 Menentukan *Recovery Barriers* Pada *Top Event* Tersengat Listrik Pada Mesin *Jet Pump*

Top Event	*Consequences*	*Recovery Bariers*
Tersengat listrik pada mesin *Jet Pump*	Luka bakar (Mufida, 2023)	Menyusun dan menerapkan SOP pengoperasian mesin yang aman dan serta pemahaman risiko bahaya listrik bagi pekerja (Rusnita & Galih Fatkhul Rachman, 2025)

Top Event	*Consequences*	*Recovery Bariers*
		Mengaliri luka dengan air mengalir selama 10 menit dan antibiotik topikal(Tia & Usiono, 2023)
		Melakukan inspeksi dan pemeliharaan berkala pada sistem kelistrikan mesin serta memastikan kabel, saklar, dan panel listrik memiliki isolasi yang baik sesuai standar keselamatan (Rusnita & Galih Fatkhul Rachman, 2025)
	Gangguan irama jantung	Memutus aliran listrik (Mufida, 2023)
		Mengevakuasi korban ke lokasi yang aman (Mufida, 2023)
		Rujukan medis (Mufida, 2023)

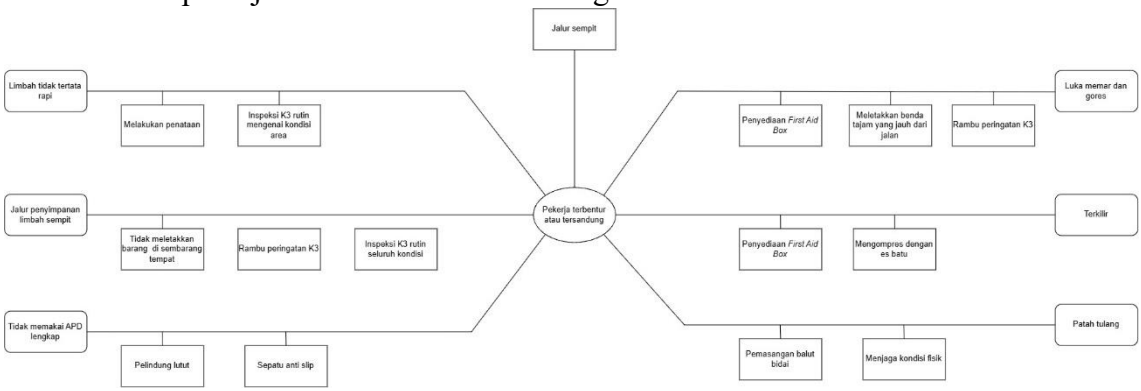
Berdasarkan tahapan – tahapan pembuatan diagram *BowTie,* maka dari itu dapat dirancang usulan pengendalian risiko dalam bentuk diagram *Bow Tie* :

1. Risiko cedera akibat aktivitas *manual handling*



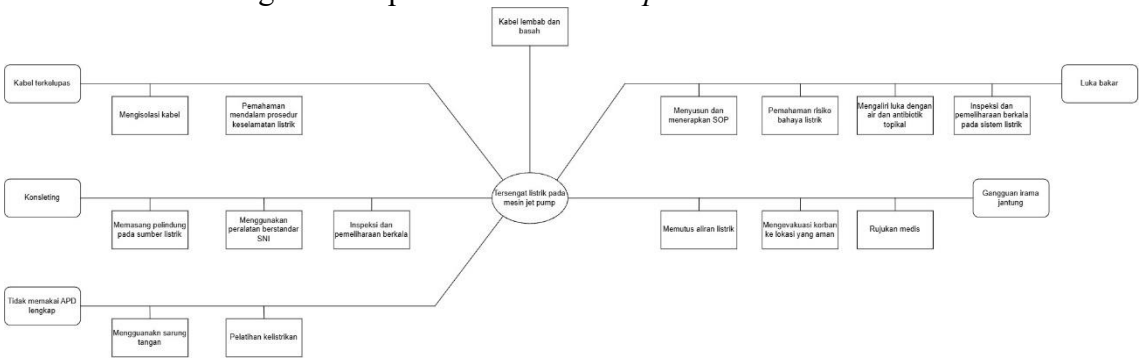
Gambar 4. 2 Diagram *Bow Tie* Risiko Cedera Akibat Aktivitas *Manual Handling*

2. Risiko pekerja terbentur atau tersandung



Gambar 4. 3 Diagram Risiko Pekerja terbentur atau tersandung

3. Risiko tersengat listrik pada mesin *Jet Pump*



Gambar 4. 4 Diagram Risiko Tersengat Listrik Pada Mesin *Jet Pump*

4.2.4 Implementasi Usulan Pengendalian

Implementasi usulan pengendalian sebagai tindak lanjut dari hasil identifikasi dan penilaian risiko menggunakan metode HIRA *(Hazard Identification Risk Assessment)* serta pengendalian risiko menggunakan metode *Bow Tie Analysis* (BTA). Berikut merupakan implementasi usulan pengendalian :

4.2.4.1 *Checklist* Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Checklist Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) untuk mengetahui tingkat kepatuhan pekerja dalam menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) pada aktivitas pengelolaan limbah dan kesesuaian penggunaan APD dengan potensi bahaya pada aktivitas yang dilakukan. Penyusunan *checklist* berdasarkan hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode HIRA *(Hazard Identification Risk Assessment)* serta pengendalian risiko menggunakan metode *Bow Tie Analysis* (BTA. Berikut merupakan *Checklist* Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) :



CHECKLIST PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI (APD)

AKTIVITAS PENGELOLAAN LIMBAH — PT JUARA ROTI INDONESIA

Halaman: 1 dari 1

No.	Pemeriksaan	Ya	Tidak	Keterangan
1	Masker digunakan dengan benar (menutupi hidung dan mulut)	☐	☐	
2	Sarung tangan digunakan	☐	☐	
3	Sepatu anti-slip digunakan	☐	☐	
4	Pelindung lutut digunakan sesuai kebutuhan	☐	☐	
5	APD dalam kondisi baik (tidak rusak, bersih, dan layak)	☐	☐	
6	APD sesuai dengan potensi bahaya pekerjaan	☐	☐	
7	Pekerja memahami potensi bahaya pekerjaan	☐	☐	
8	Kondisi area kerja telah diperiksa	☐	☐	
9	Tidak terdapat kondisi kelistrikan yang berbahaya	☐	☐	
10	Pekerja mematuhi ketentuan penggunaan APD	☐	☐	

Nama Pekerja: **Tanggal:**

Supervisor: **Tanda Tangan:**

Catatan: Checklist diisi sebelum aktivitas dimulai. Apabila ditemukan APD rusak/tidak sesuai atau kondisi kerja tidak aman, pekerjaan tidak dilanjutkan sebelum dilakukan tindakan perbaikan.

Gambar 4. 5 Checklist Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

4.2.4.2 SOP 5S *(Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)*

SOP *(Standard Operating Procedure)* 5S *(Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke)* dibuat karena masih ditemukan kondisi area tempat penyimpanan sementara limbah yang kurang tertata dan material yang diletakkan tidak beraturan, sehingga dapat menghambat aktivitas pekerja. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan risiko tersandung, terbentur, maupun gangguan keselamatan dan kesehatan kerja. Oleh karena itu, SOP 5S disusun sebagai usulan pengendalian untuk memberikan standar penataan, kebersihan, pemeliharaan, dan kedisiplinan pada area penyimpanan sementara limbah. Berikut merupakan SOP *(Standard Operating Procedure)* 5S :



Gambar 4. 6 SOP 5S *(Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)*

4.2.4.3 KPI Evaluasi Penerapan K3

Key Performance Indicators (KPI) Evaluasi Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) digunakan untuk mengukur dan memantau efektivitas Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada aktivitas pengelolaan limbah. Penentuan indikator *Key Performance Indicators* (KPI) dilakukan berdasarkan jenis pengendalian dan hasil risiko yang telah diperoleh dari hasil metode HIRA *(Hazard Identification Risk Assessment)* dan metode *Bow Tie Analysis* (BTA). Pengukuram kinerja K3 menggunakan kombinasi *leading indicator* dan *lagging indicator. Leading Indicator* digunakan untuk mengukur pelaksanaan tindakan pencegahan, sedangkan *Lagging Indicator* digunakan untuk

mengukur hasil kejadian yang telah terjadi, seperti kecelakaan kerja. Penggunaan kedua jenis indikator tersebut memungkinkan pengukuran kinerja Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dilakukan dari sisi tindakan pencegahan maupun hasil keselamatan yang terjadi (Pawłowska, 2015). Berikut merupakan hasil *Key Performance Indicators* (KPI) Evaluasi Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) :

Tabel 4. 17 KPI Evaluasi Penerapan K3

No	KPI	Jenis	Indikator	Rumus	Periode
1	Kepatuhan Penggunaan APD	*Leading*	Pekerja menggunakan APD sesuai potensi bahaya	Pekerja patuh/total pekerja × 100%	Bulanan
2	Pelaksanaan inspeksi K3	*Leading*	Pelaksanaan inspeksi area limbah	Inspeksi terlaksana/inspeksi direncanakan × 100%	Bulanan
3	Kepatuhan kondisi area tempat penyimpanan sementara limbah	*Leading*	Kondisi area bebas dari limbah berserakan dan jalur tidak terhalang	Area sesuai standar/ total area diperiksa × 100%	Bulanan
4	Pelaksanaan pelatihan K3	*Leading*	Pekerja mengikuti pelatihan K3/manual handling/kelistrikan	Pekerja mengikuti pelatihan / pekerja wajib × 100%	Bulanan
5	Pemeriksaan peralatan kerja	*Leading*	Pemeriksaan mesin *Jet Pump* sebelum digunakan	Pemeriksaan terlaksana/pemeriksaan direncanakan × 100%	Bulanan
6	Penyelesaian Tindakan korektif	*Leading*	Temuan K3 yang ditindaklanjuti	Temuan selesai / total temuan × 100%	Bulanan
7	Pelaporan kondisi tidak aman/*near miss*	*Leading*	Jumlah kondisi tidak aman/*near miss* yang dilaporkan	Jumlah laporan terdokumentasi	Bulanan
8	Jumlah kecelakaan kerja	*Lagging*	Kecelakaan pada aktivitas pengelolaan limbah	Jumlah kejadian	Bulanan
9	Frekuensi kecelakaan kerja	*Lagging*	Frekuensi kecelakaan terhadap jam kerja	Jumlah kecelakaan / total jam kerja × 1.000.000	Bulanan
10	Hari kerja hilang akibat	*Lagging*	Dampak kecelakaan terhadap	Total hari kerja hilang	Bulanan

No	KPI	Jenis	Indikator	Rumus	Periode
	kecelakaan kerja		kehilangan waktu kerja		

Maka dari itu, hasil dari perhitungan *Key Performance Indicator* (KPI) dapat diinterpretasikan menggunakan *traffic light system* untuk mempermudah interpretasi hasil pengukuran KPI dan menentukan tingkat pencapaian kinerja K3. Hasil KPI diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu hijau dengan nilai >70% yang menunjukkan kinerja baik, kuning dengan nilai 40–69% yang menunjukkan kinerja cukup tetapi belum mencapai target, dan merah dengan nilai <40% yang menunjukkan kinerja rendah serta memerlukan perbaikan segera (Prasetya et al., 2025). Berikut merupakan tabel klasifikasi *Traffic Light System* :

Tabel 4. 18 Klasifikasi *Traffic Light System*

Nilai KPI	Kategori	Keterangan
>70%	Hijau	Kinerja baik dan pencapaian sesuai dengan harapan perusahaan
40% - 69%	Kuning	Kinerja cukup, tetapi belum mencapai target dan belum memerlukan perbaikan segera
<40%	Merah	Kinerja rendah, pencapaian jauh di bawah target dan memerlukan perbaikan segera

Sumber : (Prasetya et al., 2025)

Selanjutnya, dilakukan penentuan indikator yang relevan dengan kondisi K3 pada aktivitas pengelolaan limbah di PT Juara Roti Indonesia. Pemilihan indikator disesuaikan berdasarkan hasil metode HIRA *(Hazard Identification Risk Assessment)* dan Bow Tie Analysis (BTA). Adapun indikator *Key Performances Indicators* (KPI) yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

1. Kepatuhan penggunaan APD

   Kepatuhan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) untuk mengetahui tingkat kepatuhan pekerja dalam menggunakan APD sesuai dengan potensi bahaya pada

aktivitas pengelolaan limbah. Indikator ini dipilih karena salah satu usulan pengendalian dari hasil penelitian adalah peningkatan penggunaan APD, seperti masker, sarung tangan, sepatu anti-slip, dan pelindung lutut. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan jumlah pekerja yang menggunakan APD sesuai ketentuan dengan jumlah pekerja yang diperiksa

2. Pelaksanaan inspeksi K3

   Pelaksanaan inspeksi K3 untuk mengetahui apakah inspeksi terhadap area pengelolaan limbah telah dilakukan sesuai jadwal. Indikator ini berkaitan dengan kebutuhan monitoring kondisi area, terutama untuk menemukan kondisi tidak aman seperti limbah yang berserakan, jalur kerja yang sempit, dan kondisi peralatan yang tidak sesuai.

3. Kepatuhan kondisi area tempat penyimpanan sementara limbah

   Kepatuhan kondisi area tempat penyimpanan sementara limbah untuk mengukur kondisi area pengelolaan limbah setelah dilakukan pengendalian. Indikator ini dipilih karena hasil penelitian menunjukkan adanya limbah atau material sisa produksi yang tidak tertata dan dapat meningkatkan risiko pekerja tersandung atau terbentur. Oleh karena itu, kondisi area perlu dipantau secara berkala.

4. Pelaksanaan pelatihan K3

   Pelaksanaan pelatihan K3 untuk mengetahui tingkat pelaksanaan pelatihan yang berkaitan langsung dengan risiko pekerjaan, terutama aktivitas *manual handling* dan pengoperasian mesin *Jet Pump*. Indikator ini sesuai dengan usulan pengendalian berupa pelatihan manual handling dan pelatihan keselamatan listrik. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan jumlah pekerja yang telah mengikuti pelatihan dengan jumlah pekerja yang diwajibkan mengikuti pelatihan.

5. Pemeriksaan peralatan kerja

   Pemeriksaan peralatan kerja untuk memastikan bahwa peralatan yang digunakan dalam aktivitas pengelolaan limbah pada pengoperasian mesin *Jet Pump* telah diperiksa sebelum digunakan. Indikator ini penting karena kerusakan atau kondisi peralatan yang tidak aman dapat menjadi sumber bahaya bagi pekerja.

6. Penyelesaian tindakan korektif

   Penyelesaian tindakan korektif untuk mengukur tindak lanjut terhadap temuan K3 yang ditemukan melalui inspeksi. Indikator ini penting karena identifikasi bahaya dan inspeksi tidak cukup apabila tidak diikuti dengan tindakan perbaikan. Dengan

indikator ini, perusahaan dapat mengetahui apakah temuan yang ditemukan telah diselesaikan.

7. Pelaporan kondisi tidak aman/*near miss*

   Pelaporan kondisi tidak aman/*near miss* untuk mengukur apakah kondisi tidak aman dan kejadian *near miss* telah dilaporkan dan didokumentasikan. Indikator ini bersifat *preventif* karena memungkinkan perusahaan mengetahui potensi masalah sebelum berkembang menjadi kecelakaan kerja

8. Jumlah kecelakaan kerja

   Jumlah kecelakaan kerja digunakan untuk mengetahui hasil akhir dari penerapan pengendalian K3. Indikator ini mengukur jumlah kecelakaan yang terjadi pada aktivitas pengelolaan limbah selama periode tertentu. Target yang digunakan adalah 0 kejadian, sehingga setiap kecelakaan yang terjadi menjadi dasar untuk melakukan investigasi dan tindakan perbaikan.

9. Frekuensi kecelakaan kerja

   Frekuensi kecelakan kerja untuk melihat tingkat kejadian kecelakaan dengan mempertimbangkan jumlah jam kerja. Penggunaan indikator ini membantu memberikan gambaran yang lebih proporsional dibandingkan hanya melihat jumlah kecelakaan, terutama apabila jumlah jam kerja berubah antarperiode.

10. Hari kerja hilang akibat kecelakaan kerja

    Hari kerja hilang akibat kecelakaan kerja untuk mengetahui dampak kecelakaan terhadap kehilangan waktu kerja. Semakin banyak hari kerja yang hilang, semakin besar dampak kecelakaan terhadap aktivitas operasional.

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Analisis Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Berikut merupakan analisis Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) berdasarkan ISO 45001:2018 :

Tabel 5. 1 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) berdasarkan ISO 45001:2018

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
Plan	Klausul 6 *(Plannig)*	PT. Juara Roti Indonesia memiliki tempat penyimpanan limbah sementara dan memisahkan limbah berdasarkan jenisnya. Namun, identifikasi bahaya dan penilaian riisiko pada setiap aktivitas pengelolaan limbah belum dilakukan sehingga potensi bahaya belum seluruhnya teridentifikasi. Oleh karena itu, usulan mitigasi yang dapat diberikan yaitu melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko secara berkala	Melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA), menyusun pengendalian risiko berdasarkan hasil identifikasi, serta menerapkan Bow Tie Analysis sebagai dasar dalam menentukan *preventive control* dan *recovery barrier* pada aktivitas pengelolaan limbah

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
		menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA), menyusun program pengendalian risiko berdasarkan hasil identifikasi, serta menerapkan Bow Tie Analysis sebagai dasar dalam menentukan *preventive control* dan *recovery barrier* pada aktivitas pengelolaan limbah.	
Do	Klausul 7 *(Support)*	PT. Juara Roti Indonesia telah menyediakan APAR, kotak P3K, masker, dan sarung tangan sebagai fasilitas pendukung K3. Namun, penerapan K3 belum optimal karena pekerja belum dilengkapi dengan sepatu dan saat pengoperasian mesin jet pump belum	Menentukan batas beban berat, menggunakan wadah limbah sementara, menggunakan alat bantu angkut (troli), pelatihan pengangkatan beban yang ergonomis, memasang poster K3, menggunakan pelindung lutut, menggunakan

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
		menggunakan sarung tangan, belum memperoleh pelatihan teknik *manual handling*, serta belum tersedia media komunikasi K3 berupa poster K3 (*manual handling)*, papan wajib APD, dan rambu peringatan bahaya	sepatu *anti-slip,* menggunakan sarung tangan, melakukan pelatihan tentang kelistrikan.
	Klausul 8 *(Operation)*	PT. Juari Roti Indonesia masih terdapat beberapa kondisi yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja pada aktivitas pengelolaan limbah.	Melakukan penataan, tidak meletakan barang apapun di sembarang tempat yang menghalangi ruang gerak disekitar area, memberikan rambu peringatan K3, melakukan inspeksi K3 dengan rutin meliputi pemeriksaan seluruh kondisi, mengisolasi kabel yang terbuka, memasang

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
			pelindung pada sumber listrik, menggunakan peralatan instalasi listrik yang memiliki standar SNI, melakukan inspeksi dan pemeliharaan berkala pada sistem kelistrikan mesin serta memastikan kabel, saklar, dan panel listrik memiliki isolasi yang baik sesuai standar keselamatan, pemahaman mendalam mengenai prosedur keselamatan listrik. Menyusun dan menerapkan SOP pengoperasian mesin yang aman dan serta pemahaman risiko bahaya listrik bagi pekerja. Memutus

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
			aliran listrik, mengevakuasi korban ke lokasi yang aman. rujukan medis, penyediaan *First Aid Box*, mengaliri luka dengan air mengalir selama 10 menit dan antibiotik topikal, pertolongan pemasangan balut bidai, mengompres dengan es batu.
Check	Klausul 9 *(Performance evaluation)*	PT. Juara Roti Indonesia belum melakukan evaluasi risiko secara berkala maupun terhadap efektivitas pengendalian yang telah diterapkan	Inspeksi K3 secara rutin mengenai kondisi area, melakukan inspeksi K3 dengan rutin meliputi pemeriksaan seluruh kondisi, melakukan inspeksi dan pemeliharaan berkala pada sistem kelistrikan mesin serta memastikan kabel,

Tahapan	Klausul ISO 45001:2018	Hasil wawancara	Usulan
			saklar, dan panel listrik memiliki isolasi yang baik sesuai standar keselamatan; pemeriksaan secara berkala dan olahraga bersama, waktu kerja dan istirahat yang seimbang.
Act	Klausul 10 *(Improvement)*	PT. Juara Roti Indonesia memberikan penanganan kepada pekerja berdasarkan tingkat keparahan kecelakaan kerja. Namun, masih berfokus pada penyelesaian dan belum disertai analisis penyebab ataupun usulan perbaikan untuk mencegah terjadi kembali.	Mendesain ulang *layout* area kerja, mengatur pola kerja dan waktu istirahat, mengawasi pekerja agar menggunakan posisi pengangkatan yang benar, pelatihan ergonomi, batasan beban kerja, edukasi teknik *weight lifting,* menjaga kondisi fisik.

Berdasarkan pada tabel diatas, hasil wawancara dan observasi pada aktivitas pengelolaan limbah pada PT. Juara Roti Indonesia, penerapan ISO 45001:2018 menggunakan

pendekatan *Plan-Do-Check-Action* (PDCA). Hasil pada tabel diatas menunjukkan bahwa penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) pada aktivitas pengelolaan limbah belum berjalan secara menyeluruh. Beberapa fasilitas Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) telah tersedia, namun masih terdapat beberapa pengendalian yang belum diperbaiki, terutama pada proses identifikasi risiko, pelaksaan pengendalian, evalusi, dan tindak lanjut perbaikan.

Pada tahap *Plan,* terdapat klausul 6 *(Planning)* PT. Juara Roti Indonesia telah memiliki tempat penyimpanan limbah sementara dan melakukan pemisahan limbah berdasarkan jenisnya. Namun, perusahaan belum melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko secara khusus pada setiap aktivitas pengelolaan limbah. Kondisi tersebut menyebabkan potensi bahaya yang terdapat pada aktivitas pengangkutan limbah, kondisi area kerja, maupun pengoperasian mesin *jet pump* belum sepenuhnya menjadi dasar dalam menentukan pengendalian K3. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA) serta penyusunan pengendalian berdasarkan hasil identifikasi. Penerapan *Bow Tie Analysis* juga dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan antara ancaman, *top event*, konsekuensi, serta pengendalian yang diperlukan. Dengan demikian, hasil identifikasi risiko tidak hanya digunakan untuk mengetahui tingkat risiko, tetapi juga menjadi dasar dalam menentukan tindakan pencegahan dan pengurangan dampak apabila kecelakaan terjadi.

Pada tahap *Do*, terdapat klausul 7 (*Support*), PT. Juara Roti Indonesia telah menyediakan beberapa fasilitas pendukung K3 berupa APAR, kotak P3K, masker, dan sarung tangan. Meskipun demikian, penerapannya masih belum optimal. Pekerja pengelolaan limbah belum dilengkapi sepatu keselamatan, pekerja yang mengoperasikan mesin *jet pump* belum menggunakan sarung tangan, dan belum terdapat pelatihan mengenai teknik *manual handling*. Selain itu, media komunikasi K3 seperti poster *manual handling*, papan wajib APD, dan rambu peringatan bahaya juga belum tersedia di area tempat penyimpanan sementara limbah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa dukungan terhadap kompetensi, kesadaran, komunikasi, dan sumber daya K3 masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, usulan yang diberikan meliputi penentuan batas beban berat, penggunaan wadah limbah sementara, penggunaan alat bantu angkut berupa troli, pelatihan pengangkatan beban yang ergonomis, pemasangan poster K3, penggunaan

pelindung lutut dan sepatu *anti-slip*, penggunaan sarung tangan, serta pelatihan tentang kelistrikan.

Pada tahap *Do,* terdapat klausul 8 *(Operation),* pada PT. Juara Roti Indonesia masih ditemukan beberapa kondisi yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja pada aktivitas pengelolaan limbah, terutama pada mengangkat limbah secara manual, kondisi jalur penyimpanan yang sempit, beban berat, serta kabel mesin *Jet Pump* yang berada pada area lembab dan basah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengendalian operasional pada aktivitas pengelolaan limbah belum sepenuhnya diterapkan. Pengendalian yang diusulkan meliputi penataan limbah, tidak meletakkan di sembarang tempat, pemasangan rambu peringatan K3, pengisolasian kabel yang terbuka, pemasangan pelindung pada sumber listrik, penggunaan peralatan instalasi listrik yang memiliki standar SNI, serta inspeksi dan pemeliharaan sistem kelistrikan secara berkala. Selain itu, diperlukan penyusunan dan penerapan SOP pengoperasian mesin yang aman serta pemahaman mengenai risiko bahaya listrik bagi pekerja. Untuk mengatasi apabila terjadi kecelakaan kerja, usulan juga mencakup pemutusan aliran listrik, evakuasi korban ke lokasi yang aman, rujukan medis, penyediaan *First Aid Box*, mengaliri luka dengan air mengalir selama 10 menit dan antibiotik topikal, pemasangan balut bidai, dan mengompres dengan es batu.

Pada tahap *Check,* terdapat klausul 9 *(Performance Evaluation)*, pada PT. Juara Roti Indonesia belum melakukan evaluasi risiko secara berkala maupun menilai efektiviras pengendalian yang telah diterapkan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa PT. Juara Roti Indonesia belum melakukan pemantauan yang cukup untuk mengetahui apakah pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang telah berjalan dengan baik. Maka dari itu, diperlukan inspeksi Keselamtan dan Kesehatan Kerja (K3) secara rutin untuk memeriksa kondisi area penyimpanan limbah dan memastikan pengendalian yang telah diterapkan tetap berjalan. Pemeriksaan mencakup kondisi sistem kelistrikan mesin, seperti kabel, saklar, dan panel listrik. Selain itu, pemeriksaan kesehatan pada pekerja secara berkala, olahraga bersama, serta mengatur waktu kerja dan istirahat. Hasil inspeksi dapat dijadikan bahan evaluasi untuk mengetahui pengendalian yang belum berjalan dan belum efektif sehingga dapat menentukan tindakan yang perlu diperbaiki.

Pada tahap *Act,* terdapat klausul 10 *(Improvement)*, pada PT. Juara Roti Indonesia telah memberikan penanganan kepada pekerja berdasarkan tingkat keparahan kecelakaan kerja. Namun, penanganan yang dilakukan masih berfokus pada penyelesaian setelah

kecelakaan kerja terjadi dan belum dilakukan identifikasi penyebab maupun tindakan perbaikan untuk mencegah kejadian terulang. Oleh karena itu, diperlukan tindak lanjut berupa perbaikan kondisi kerja dan peningkatan pengendalian berdasarkan hasil evaluasi. Usulan yang berikan seperti, mendesain ulang *layout* area kerja, mengatur pola kerja dan waktu istirahat, mengawasi pekerja agar menggunakan posisi pengangkatan yang benar, memberikan pelatihan ergonomi, menetapkan batasan beban berat, memberikan edukasi Teknik *weight lifting,* serta menjaga kondisi fisik pekerja.Tindakan tersebut diharapkan tidak hanya menyelesaikan permasalahan yang terjadi, namun menjadi dasar untuk meningkatkan penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) secara berkelanjutan.

5.2 Analisis Hasil Metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA)

Tabel 5. 2 Hasil Metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA)

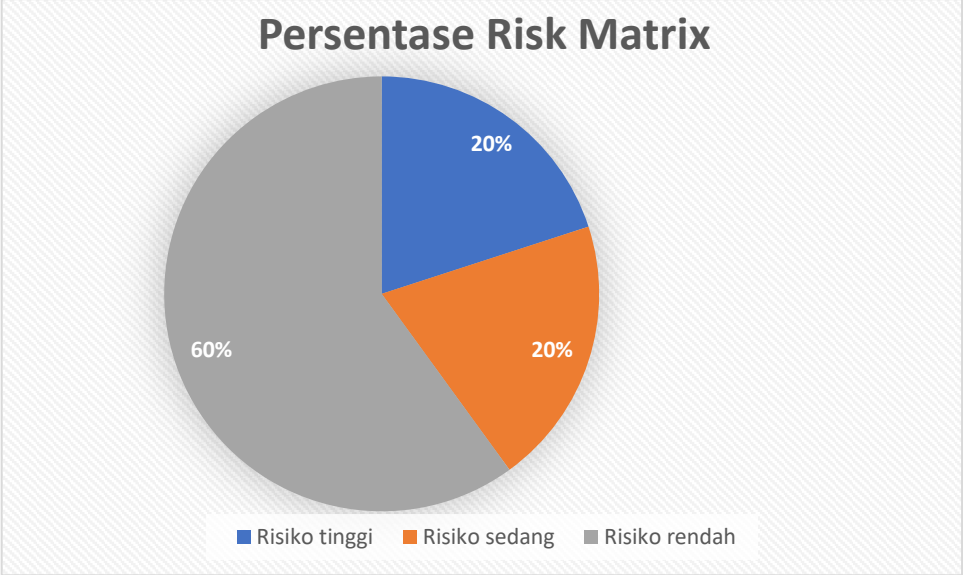
No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Penilaian Risiko			Risk Level	Risk Matrix
				L	S	L x S		
1	Pengumpulan limbah padat	Limbah berserakan	Tersandung, terpleset	2	2	4	Medium	4M
2	Pemindahan limbah dari tempat sampah sementara ke troli	Mengangkat limbah secara manual	Cedera akibat aktivitas manual handling	3	3	9	High	9H
3	Pengangkutan limbah dari troli ke tempat penyimpanan	Jalur penyimpanan limbah sempit, beban berat	Pekerja tersandung atau terbentur	3	3	9	High	9H
4	Penataan limbah	Tumpukan limbah banyak	Tertimpa limbah, sarang serangga/hama	1	3	3	Low	3L
5	Aktivitas berjalan	Permukaan jalan kerikil	Kehilangan keseimbangan (luka pada kaki seperti kesleo)	1	2	2	Low	2L
6	Pengoperasian mesin jet pump	Kabel lembab dan basah	Tersengat listrik pada mesin *Jet Pump*	2	3	6	Medium	6M
7	Pembersihan area penyimpanan sementara limbah	Material berserakan, area sempit, debu, bau limbah	Tersandung, terbentur, gangguan pernapasan dan mata	1	2	2	Low	2L

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Penilaian Risiko			Risk Level	Risk Matrix
				L	S	L x S		
8	Monitoring bak limbah	Bakteri	Gangguan pernapasan dan iritasi kulit	1	2	2	Low	2L
9	Pembersihan bak limbah	Lantai licin dan Gerakan berulang - ulang	Terpleset, iritasi kulit, cedera otot pinggang	1	3	3	Low	3L
10	Pemantauan dan pembuangan air hasil pengolahan limbah ke sungai	Paparan limbah cair, bau limbah, area sekitar penampungan limbah cair sempit	Iritasi kulit, pusing, gangguan pernapasan	1	3	3	Low	3L

Berdasarkan tabel diatas merupakan hasil penilaian risiko pada aktivitas pengelolaan limbah pada PT. Juara Roti Indonesia diperoleh tingkat risiko dengan menggunakan penilaian risiko *(risk matrix)* denga mengalikan nilai *Likelihood* (L) sebagai tingkat kemungkinan terjadinya risiko dengan *Severity* (S) sebagai tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan. Penilaian risiko ini dilakukan oleh Staff Pengelola Limbah dan Staff *Research & Development* (R&D**)** berdasarkan kondisi aktual di lapangan, pengalaman kerja, serta hasil observasi terhadap setiap aktivitas pengelolaan limbah. Tujuan dari penilaian risiko yaitu untuk mengetahui tingkat risiko pada setiap aktivitas pengelolaan limbah sehingga dapat merancang mitigasi risiko dan meminilkan terjadinya kecelakaan kerja.

Berdasarkan hasil penilaian risiko pada aktivitas pengelolaan limbah pada PT. Juara Roti Indonesia terdapat tiga kategori tingkat risiko *(risk level),* yaitu risiko rendah *(low),* risiko sedang *(medium),* dan risiko tinggi *(high*). Kategori risiko rendah ditunjukkan dengan warna hijau, risiko sedang ditunjukkan dengan warna ungu, sedangkan risiko tinggi ditunjukkan dengan warna kuning sesuai dengan matriks penilaian risiko yang digunakan dalam penelitian ini. Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa dari 10 aktivitas pengelolaan limbah yang terdapat 2 aktivitas dengan kategori risiko tinggi (high), yaitu aktivitas pemindahan limbah dari tempat sampah ke troli dengan risiko cedera akibat aktivitas *manual handling* dan aktivitas pengangkutan limbah dengan risiko pekerja tersandung atau terbentur. Selanjutnya terdapat 2 aktivitas dengan kategori risiko

sedang (medium), yaitu pengumpulan limbah padat dengan risiko tersandung atau terpleset serta pengoperasian mesin *Jet Pump* dengan risiko tersengat listrik pada mesin *Jet Pump*. Sementara itu, 6 aktivitas lainnya berada pada kategori risiko rendah (low), yang meliputi penataan limbah, aktivitas berjalan, pembersihan area penyimpanan sementara limbah, monitoring bak limbah, pembersihan bak limbah, serta pemantauan dan pembuangan air hasil pengolahan limbah ke sungai.



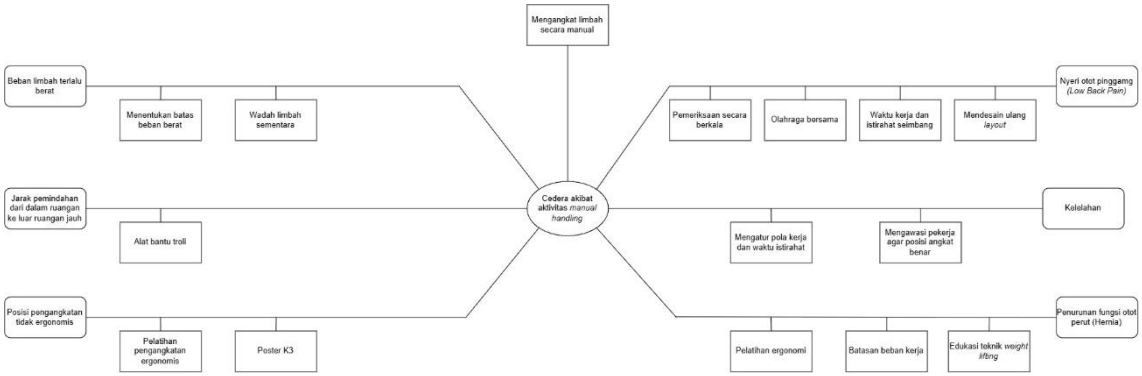
Gambar 5. 1 Persentase *Risk Matrix*

Berdasarkan *pie chart* diatas, diperoleh tiga kategori persentase tingkat risiko pada aktivitas pengelolaan limbah di PT. Juara Roti Indonesia, yaitu 20% aktivitas berada pada kategori risiko tinggi (*high*), 20% aktivitas berada pada kategori risiko sedang (*medium*), dan 60% aktivitas berada pada kategori risiko rendah (*low*).

5.3 Analisis Usulan Pengendalian Menggunakan Metode *Bow Tie Analysis* (BTA)

Berdasarkan hasil penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA), diperoleh beberapa aktivitas pada pengelolaan limbah yang memiliki tingkat risiko tinggi *(high)* dan sedang *(medium).* Risiko-risiko tersebut selanjutnya dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Bow Tie Analysis* (BTA) untuk mengidentifikasi hubungan antara sumber bahaya (*hazard*), penyebab (*threats*), kejadian utama (*top event*), dampak (*consequences*), serta pengendalian pencegahan (*preventive control*) dan pengendalian mitigasi (*recovery/protective control*). Berikut merupakan hasil usulan pengendalian risiko :

1. Risiko Cedera Akibat Aktivitas *Manual Handling*



Gambar 5. 2 Diagram *Bow Tie* Risiko Cedera Akibat Aktivitas *Manual Handling*

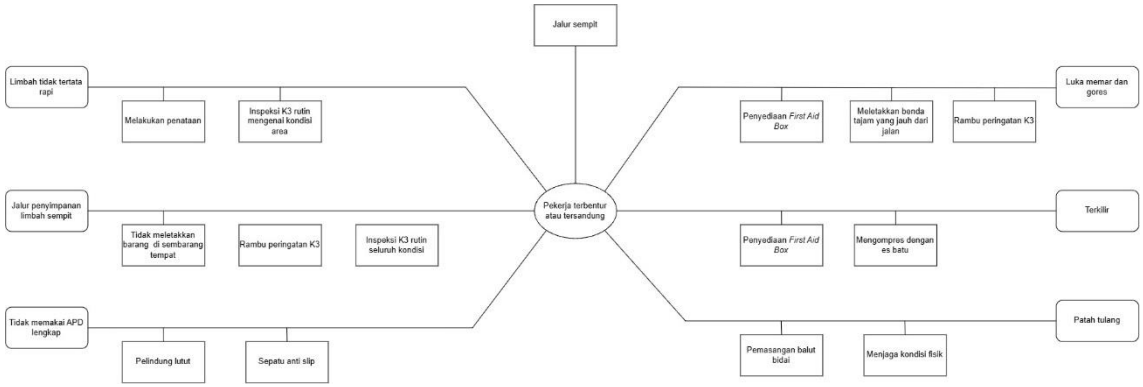
Berdasarkan hasil penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA), aktivitas Pemindahan limbah dari tempat sampah sementara ke troli memiliki tingkat risiko tinggi *(High)* sehingga dipilih untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Bow Tie Analysis* (BTA). Pada diagram *Bow Tie, top event* yang ditetapkan yaitu cedera akibat aktivitas *manual handling*. *Top event* tersebut dipengaruhi oleh beberapa ancaman (*threats*), yaitu beban limbah terlalu berat, jarak pemindahan limbah dari dalam ruangan ke luar ruangan yang jauh, dan posisi pengangkatan yang tidak ergonomis. Beban limbah terlalu berat menyebabkan terjadinya musculoskeletal disorders karena pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang (Agustin et al., 2020) dan meningkatkan beban kerja saat proses pengangkutan (Zuhriyani, 2019). Selain itu, Jarak pemindahan limbah yang jauh menyebabkan pekerja membawa beban lebih lama, sehingga meningkatkan kelelahan otot dan risiko gangguan *musculoskeletal* (Agustin et al., 2020). Sementara itu, posisi posisi pengangkatan yang tidak ergonomis, seperti membungkuk, memutar tubuh, atau mengangkat beban tanpa postur yang benar, dapat meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal pada pekerja sehingga meningkatkan risiko cedera akibat aktivitas *manual handling* (Agustin et al., 2020).

Maka dari itu, diberikan usulan *preventive control* untuk mencegah terjadinya ancaman *(threats)*. Pada ancaman *(threats)* berupa beban limbah terlalu berat, usulan pengendalian berupa penentuan batas beban berat angkat agar beban yang ditangani pekerja tidak melebihi kapasitas fisiknya, sehingga risiko cedera dan gangguan musculoskeletal dapat diminimalkan (Agustin et al., 2020) dan menggunakan wadah limbah sementara (Zuhriyani, 2019). Selanjutnya, pada ancaman *(threats)* berupa jarak pemindahan limbah yang jauh, usulan pengendalian berupa alat bantu angkut (troli)

(Agustin et al., 2020) untuk mengurangi beban fisik pekerja selama proses pemindahan limbah karena jarak yang jauh. Pada ancaman *(threats)* berupa posisi pengangkatan yang tidak ergonomis, usulan pengendalian berupa pelatihan pengangkatan yang ergonomis dan memasang poster K3 mengenai teknik *manual handling* yang benar (Agustin et al., 2020) sehingga dapat meningkatkan pemahaman pekerja mengenai teknik pengangkatan yang benar dan meminimalkan risiko kecelakaan kerja.

Apabila *top event* berupa cedera akibat aktivitas *manual handling* terjadi, maka pekerja berpotensi mengalami beberapa akibat *(consequences)*, seperti nyeri otot pinggang *(Low Back Pain),* kelelahan, dan penurunan fungsi otot perut (hernia). Nyeri otot pinggang *(Low Back Pain)* dapat terjadi akibat aktivitas pengangkatan beban dengan postur yang tidak ergonomis dan dilakukan dalan frekuensi maupun durasi yang tinggi. Aktivitas tersebut juga dapat menyebabkan kelelahan fisik pada pekerja (Agustin et al., 2020). Sementara itu, mengangkat limbah secara manual dan beban berlebihan dapat terjadi penurunan fungsi otot pada perut menurun sehingga menyebabkan terjadinya hernia (Wahyudin, Idham Latif, Nadia Zulfa Amelia, 2021). Maka dari itu, untuk mengurangi tingkat keparahan pada akibat *(consequences)*, diberikan usulan pengendalian *(recovery barriers)*. Pada akibat *(consequences)* nyeri otot pinggang *(Low Back Pain)* diberikan usulan pengendalian berupa pemeriksaan kesehatan secara berkala dan olahraga bersama (Agustin et al., 2020), waktu kerja dan istirahat yang seimbang (Agustin et al., 2020), serta mendesain ulang *layout* area kerja (Muhammad Fatih Ahsyan Naufal & Susatyo Nugroho, 2025). Kemudian, pada akibat *(consequences)* kelelahan, diberikan usulan pengendalian *(recovery barriers)* berupa pelatihan, penetapan batasan beban kerja (menurut Permenaker No. 5 Tahun 2018), dan edukasi teknik *weight lifting* (Giffary & Ridwan, 2025) sehingga dapat mencegah terjadinya risiko bahaya.

2. Risiko Pekerja Terbentur atau Tersandung



Gambar 5. 3 Diagram *Bow Tie* Risiko Pekerja Terbentur atau Tersandung

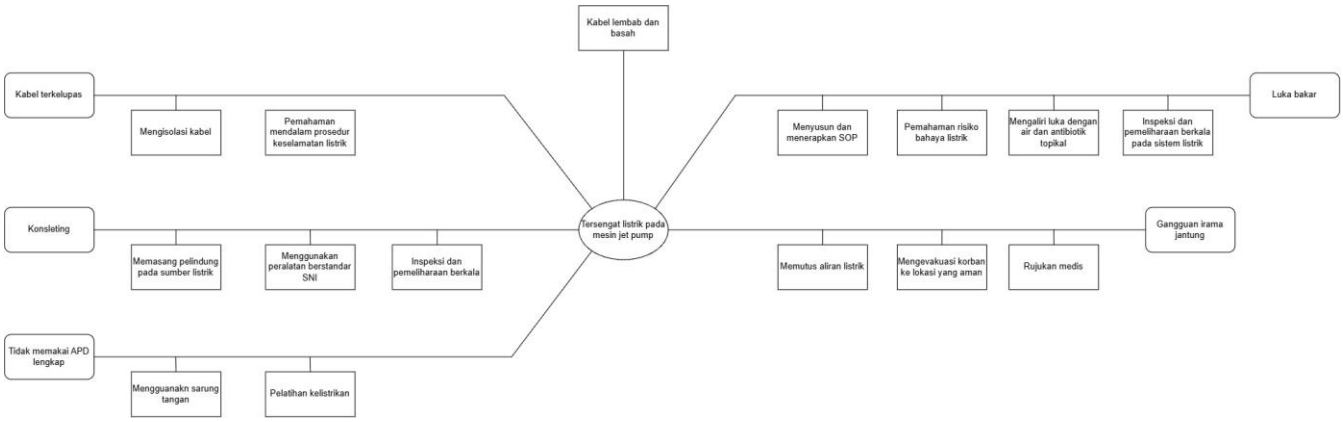
Berdasarkan hasil penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA), aktivitas Pengangkutan limbah dari troli ke tempat penyimpanan memiliki tingkat risiko tinggi *(high)* sehingga dipilih untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Bow Tie Analysis* (BTA). Pada diagram *Bow Tie, top event* yang ditetapkan yaitu pekerja terbentur atau tersandung. *Top event* tersebut dipengaruhi oleh beberapa ancaman *(threats)*, yaitu limbah tidak tertata rapi, jalur penyimpanan limbah sempit, dan tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) secara lengkap. Limbah yang tidak tertata rapi dapat menghalangi ruang gerak pekerja dan meningkatkan risiko tersandung, terbentur, atau menabrak objek di area kerja (Lumansik et al., 2024). Selain itu, jalur penyimpanan yang sempit membatasi ruang gerak pekerja dan meningkatkan risiko terbentur atau menabrak objek saat proses pengangkutan limbah (Lumansik et al., 2024). Sementara itu, tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan terjadinya kecelakaan kerja, termasuk kecelakaan akibat terpeleset, tersandung, dan jatuh (Meyliesa Raudahtusshofie & Susilawati, 2024).

Maka dari itu, diberikan usulan *preventive control* untuk mencegah terjadinya ancaman *(threats).* Pada ancaman *(threats)* limbah tidak tertata rapi, usulan pengendalian berupa pengendalian berupa melakukan penataan dan melakukan inspeksi K3 dengan rutin meliputi pemeriksaan seluruh kondisi (Lumansik et al., 2024). Selanjutnya, pada ancaman *(threats)* jalur penyimpanan sempit, usulan pengendalian berupa tidak meletakan objek apapun di sembarang tempat yang menghalangi ruang gerak di sekitar ruangan dan melakukan inspeksi K3 dengan rutin meliputi pemeriksaan seluruh kondisi (Lumansik et al., 2024). Pada ancaman *(threats)* tidak memakai Alat Pelindung Diri (APD) lengkap, usulan pengendalian berupa penggunaan pelindung lutut diperlukan sebagai bagian dari alat pelindung diri untuk membantu mengurangi risiko cedera akibat terpeleset,

tersandung, dan jatuh di area kerja (Meyliesa Raudahtusshofie & Susilawati, 2024) serta Penggunaan sepatu safety anti slip dapat mengurangi risiko pekerja terpeleset, tersandung, dan jatuh akibat kondisi area kerja atau penempatan alat kerja yang tidak rapi (Nustin Merdiana Dewantari, Nadienda Erwidia Putri, Bobby Kurniawan, Yayan Hary Yadi & Trenggonowati, Lovely Lady, 2023).

Apabila *top event* berupa pekerja terbentur atau tersandung terjadi, maka pekerja berpotensi mengalami beberapa akibat *(consequences),* seperti luka memar dan gores, terkilir, dan patah tulang. Kondisi area kerja yang tidak aman, seperti ruang gerak yang terbatas, tata letak yang kurang baik, atau risiko tersandung dan terjatuh, dapat menyebabkan pekerja mengalami luka memar dan luka gores (Lumansik et al., 2024). Pada risiko terpeleset atau terjatuh dapat menyebabkan cedera pada pergelangan kaki berupa terkilir (Lumansik et al., 2024). Kemudian, terjatuh dapat menyebabkan berbagai cedera fisik, mulai dari memar dan luka ringan hingga patah tulang, keseleo, dan cedera kepala (Ramadhan et al., 2024). Maka dari itu, untuk mengurangi tingkat keparahan pada akibat *(consequences)*, diberikan usulan pengendalian *(recovery barriers)*. Pada akibat *(consequences)* luka memar dan gores diberikan usulan pengendalian *(recovery barriers)* berupa penyediaan *First Aid Box*, tidak meletakan objek apapun di sembarang tempat yang menghalangi ruang gerak disekitar ruangan, dan *safety sign* yang berupa rambu bahaya serta rambu wajib APD (Lumansik et al., 2024). Kemudian, pada akibat *(consequences)* terkilir diberikan usulan penyediaan *First Aid Box* (Lumansik et al., 2024) dan mengompres luka dengan cara es yang sudah dihancurkan dibungkus dengan handuk kecil/saputangan kemudian dikompres pada area yang terkilir dengan syarat lamanya kompres tersebut pada satu area adalah 7-12 detik, dipindah ke area yang lain dengan waktu yang sama, kemudian diulang 6-8 kali untuk tiap area, masing-masing sesi istirahat 30-60 detik. Apabila waktu kompres terlalu lama (lebih dari 12 detik) dapat mengakibatkan luka bakar *(fross-bite)* pada jaringan kulit dan otot. Kompres es ini dapat diulangi kembali setelah 2 jam (Bisa, 2022). Pada akibat *(consequences)* patah tulang diberikan usulan pengendalian *(recovery barriers)* berupa pembidaian dapat menyangga atau menahan bagian tubuh agar tidak tergeser atau berubah dari posisi yang dikehendaki sehingga dapat mengurangi atau menghilangkan rasa nyeri (Faidah & Alvita, 2022) dan diharapkan untuk menjaga fisik agar tetap optimal karena faktor utama penyebab masalah patah tulang yaitu kesalahan manusia yang sering terjadi selama bekerja, seperti kelelahan yang mengakibatkan kurang fokus (Ramadhan et al., 2024).

3. Risiko Tersengat Listrik Pada Mesin *Jet Pump*



Gambar 5. 4 Diagram *Bow Tie* Risiko Tersengat Listrik Pada Mesin *Jet Pump*

Berdasarkan hasil penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA), aktivitas pengoperasian mesin *Jet Pump* memiliki tingkat risiko tinggi *(High)* sehingga dipilih untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Bow Tie Analysis* (BTA). Pada diagram *Bow Tie, top event* yang ditetapkan yaitu tersengat listrik pada mesin *Jet Pump. Top event* tersebut dipengaruhi oleh beberapa ancaman *(threats)*, yaitu kabel terkelupas, konsleting, dan tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) secara lengkap. Kabel yang kondisinya terkelupas dapat menyebabkan tersetrum jika tidak berhati-hati (Erwan Henri Prasetyo et al., 2018). Selain itu, konsleting arus pendek berpotensi menyebabkan sengatan listrik pada pekerja yang kontak dengan sumber arus atau instalasi yang mengalami kerusakan (Erwan Henri Prasetyo et al., 2018) dan kondisi kelistrikan yang tidak aman, seperti kabel, saklar, atau panel listrik yang mengalami kerusakan pelindung isolasi, dapat menyebabkan konsleting yang berpotensi menimbulkan kebakaran dan cedera pada pekerja (Rusnita & Galih Fatkhul Rachman, 2025). Tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) secara lengkap sebagai salah satu penyebab potensi bahaya listrik seperti tersengat listrik (Nustin Merdiana Dewantari, Nadienda Erwidia Putri, Bobby Kurniawan, Yayan Hary Yadi & Trenggonowati, Lovely Lady, 2023).

Maka dari itu, diberikan usulan *preventive control* untuk mencegah terjadinya ancaman *(threats).* Pada ancaman *(threats)* kabel terkelupas, diberikan usulan pengendalian *(preventive control)* berupa melakukan pengendalian bahaya listrik dengan mengisolasi kabel yang terbuka, memberi penutup pada sumber listrik agar terhindar dari konsletin dan risiko tersengat listrik (Erwan Henri Prasetyo et al., 2018) serta pemahaman mendalam mengenai prosedur keselamatan kelistrikan dan verifikasi pemutusan listrik

menjadi krusial untuk mencegah terjadinya insiden sengatan listrik yang dapat berakibat fatal (Yaumil et al., 2026).

Apabila *top event* berupa tersengat listrik pada mesin *jet pump* terjadi, pekerja berpotensi mengalamu beberapa akibat *(consequences),* yaitu luka bakar dan gangguan irama jantung. Tersengat listrik saat mengoperasikan mesin dapat menyebabkan cedera berupa luka bakar yang berdampak pada keselamatan dan kesehatan pekerja (Rusnita & Galih Fatkhul Rachman, 2025). Kemudian, sengatan arus listrik menyebabkan gangguan irama jantung akibat spasme otot jantung dan akibat arteri koroner tidak mampu menyuplai oksigen ke jantung (Mufida, 2023). Maka dari itu, untuk mengurangi tingkat keparahan pada akibat *(consequences)*, diberikan usulan pengendalian *(recovery barriers)*. Pada akibat *(consequences)* luka bakar diberikan usulan pengendalian *(recovery barriers)* berupa pembuatan dan penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang mengatur pengoperasian mesin secara aman serta pemahaman pekerja terhadap risiko bahaya listrik. Pengendalian tersebut juga mencakup pemeriksaan dan pemeliharaan mesin secara berkala untuk memastikan kondisi kelistrikan tetap aman, serta memastikan kabel, saklar, dan panel listrik memiliki isolasi yang baik dan terlindung dari kerusakan (Rusnita & Galih Fatkhul Rachman, 2025). Kemudian, mendinginkan tubuh yang terkena luka bakar dengan cara mengaliri dengan air yang mengalir selama 10 menit untuk menurunkan suhu pada jaringan kulit sehingga kerusakan bisa dikurangi dan pemberian antibiotik topikal agar mencegah terjadinya infeksi (Tia & Usiono, 2023). Selanjutnya, pada akibat *(consequences)* gangguan irama jantung diberikan usulan pengendalian *(recovery barriers)* berupa menghentikan arus dengan cara mematikan sumber listrik terlebih dahulu sebelum menyentuh korban, kemudian mengamankan korban dengan mematikan sumber listrik atau mengamankan pasien dari sumber listrik menggunakan bahan non-konduktor. Selanjutnya, korban sengatan listrik memerlukan evaluasi dan penanganan medis lebih lanjut karena cedera listrik dapat memengaruhi berbagai organ tubuh, termasuk jantung, sistem saraf, dan pernapasan (Mufida, 2023)

5.4 Analisis Implementasi Usulan Pengendalian

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode HIRA, serta metode *Bow Tie Analysis* (BTA) untuk menyusun usulan pengendalian, selanjutnya dilakukan implementasi usulan pengendalian. Berikut merupakan implementasi usulan pengendalian :

5.4.1 *Checklist* Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Berikut merupakan *Checklist P*enggunaan Alat Pelindung Diri (APD)



CHECKLIST PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI (APD)

AKTIVITAS PENGELOLAAN LIMBAH — PT JUARA ROTI INDONESIA

Halaman: 1 dari 1

No.	Pemeriksaan	Ya	Tidak	Keterangan
1	Masker digunakan dengan benar (menutupi hidung dan mulut)	☐	☐	
2	Sarung tangan digunakan	☐	☐	
3	Sepatu anti-slip digunakan	☐	☐	
4	Pelindung lutut digunakan sesuai kebutuhan	☐	☐	
5	APD dalam kondisi baik (tidak rusak, bersih, dan layak)	☐	☐	
6	APD sesuai dengan potensi bahaya pekerjaan	☐	☐	
7	Pekerja memahami potensi bahaya pekerjaan	☐	☐	
8	Kondisi area kerja telah diperiksa	☐	☐	
9	Tidak terdapat kondisi kelistrikan yang berbahaya	☐	☐	
10	Pekerja mematuhi ketentuan penggunaan APD	☐	☐	

Nama Pekerja: **Tanggal:**

Supervisor: **Tanda Tangan:**

Catatan: Checklist diisi sebelum aktivitas dimulai. Apabila ditemukan APD rusak/tidak sesuai atau kondisi kerja tidak aman, pekerjaan tidak dilanjutkan sebelum dilakukan tindakan perbaikan.

Gambar 5. 5 Checklist Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Checklist Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) disusun sebagai instrumen monitoring untuk mengevaluasi penerapan pengendalian APD pada aktivitas pengelolaan limbah. Checklist mencakup pemeriksaan penggunaan masker, sarung tangan, sepatu anti-slip, pelindung lutut, kondisi APD, kesesuaian APD dengan potensi bahaya, pemahaman pekerja terhadap bahaya, kondisi area kerja, kondisi kelistrikan, serta kepatuhan terhadap ketentuan penggunaan APD. Pemilihan indikator dalam *checklist* disesuaikan dengan potensi bahaya pada aktivitas pengelolaan limbah dari hasil metode HIRA *(Hazard Identification Risk Asssessment)* dan pengendalian dari metode *Bow Tie Analysis* (BTA). Pemeriksaan kesesuaian dan kondisi Alat Pelindung Diri (APD) diperlukan untuk memastikan Alat Pelindung Diri (APD) yang digunakan mampu mendukung perlindungan pekerja terhadap potensi bahaya yang dihadapi. Selain itu, pemahaman pekerja terhadap bahaya dan kepatuhan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) perlu diperhatikan karena pengetahuan, sikap, ketersediaan Alat Pelindung Diri (APD),

pelatihan, dan pengawasan merupakan faktor yang berkaitan dengan kepatuhan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) (Fenelia & Herbawani, 2022). Dengan demikian, *checklist* tidak hanya digunakan untuk mengetahui apakah pekerja menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), tetapi juga untuk memantau kesesuaian pengendalian Alat Pelindung Diri (APD) secara keseluruhan. Hasil *checklist* dapat menjadi dasar untuk menentukan tindakan perbaikan terhadap ketidaksesuaian yang ditemukan, sehingga penerapan pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada aktivitas pengelolaan limbah dapat dilakukan secara lebih konsisten.

5.4.2 SOP 5S *(Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)*

Berikut merupakan SOP 5S *(Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)*



Gambar 5. 6 SOP 5S *(Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)*

SOP *(Standard Operating Procedure)* 5S disusun sebagai usulan pengendalian untuk mengatasi kondisi area tempat penyimpanan sementara limbah yang masih kurang tertata. Penyusunan SOP ini mengacu pada kondisi yang ditemukan pada saat observasi, seperti penempatan material yang tidak beraturan, keterbatasan ruang gerak, serta kondisi area yang perlu dibersihkan dan dipantau secara rutin. Menurut (Yusuf Nur Ahmad, 2022)

Penerapan SOP 5S dapat membantu menjaga kondisi tempat kerja agar lebih tertata dan bagian dari upaya peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja.

Pada tahap *Seiri* (Ringkas), memilah barang dan material yang terdapat di area tempat penyimpanan sementara limbah. Barang yang tidak diperlukan dipisahkan dan disingkirkan dari area kerja, sedangkan limbah dan peralatan yang masih diperlukan tetap berada di area yang telah ditentukan. Tahap ini diperlukan agar area tempat penyimpanan sementara limbah tidak berserakan. Kondisi area yang lebih ringkas juga dapat memberikan ruang kerja yang lebih luas sehingga aktivitas pekerja tidak terganggu (Setiadi et al., 2025).

Tahap *Seiton* (Rapi) dilakukan dengan menentukan tempat penyimpanan berdasarkan jenis limbah, memberikan label pada wadah, serta mengatur tata letak agar tidak mengganggu jalur pekerja. Penataan ini diperlukan karena material yang diletakkan secara tidak teratur dapat menghambat pergerakan pekerja dan membuat proses pemindahan limbah menjadi kurang teratur. Setiap barang yang digunakan dalam aktivitas pengelolaan limbah perlu memiliki tempat penyimpanan yang jelas sehingga lebih mudah ditemukan dan dikembalikan setelah digunakan (Setiadi et al., 2025).

Tahap *Seiso* (Bersih) dilakukan dengan menjaga kebersihan tempat kerja secara rutin agar kondisi area tetap terpelihara melalui kegiatan pembersihan area secara rutin. Pembersihan meliputi lantai, dinding, wadah limbah, dan saluran air dari kotoran, sisa limbah, maupun material yang berserakan. Kegiatan ini diperlukan karena area pengelolaan limbah berpotensi mengalami penumpukan kotoran dan sisa material. Selain menjaga kebersihan, kondisi area yang bersih juga memudahkan pekerja dalam melihat adanya kondisi yang tidak aman (Yusuf Nur Ahmad, 2022).

Tahap *Seiketsu* (Standarisasi**)** dilakukan dengan membuat standar tata letak, penandaan dan pelabelan wadah limbah, pemasangan rambu keselamatan, serta jadwal pembersihan dan pemeriksaan. Tahap ini diperlukan untuk menjaga agar hasil dari *Seiri, Seiton, dan Seiso* dapat dipertahankan. *Seiketsu* (standarisasi) diperlukan agar pekerja memiliki acuan dalam menjaga kondisi tempat kerja dan SOP 5S tidak hanya dilakukan ketika kondisi area sudah tidak tertata (Setiadi et al., 2025).

Tahap terakhir adalah *Shitsuke* (Disiplin) dilakukan dengan membiasakan pekerja untuk mengikuti SOP 5S, melakukan pemeriksaan secara rutin, serta menindaklanjuti apabila ditemukan kondisi yang tidak sesuai. *Shitsuke* diperlukan agar penerapan 5S dapat dilakukan secara konsisten dan tidak berhenti setelah dilakukan penataan awal . Pada SOP

5S, penerapan *Shitsuk*e dilakukan melalui inspeksi rutin, evaluasi penerapan 5S, teguran terhadap ketidaksesuaian (Iswanda Cahya Setyaningrum, Wiedy Murtini, 2022).

Maka dari itu, SOP 5S yang disusun merupakan usulan pengendalian untuk mempertahankan kondisi area agar tetap ringkas, rapi, bersih, terstandar, dan terpelihara. Setiap unsur 5S memiliki fungsi yang saling berkaitan, yaitu *Seiri* menghilangkan barang yang tidak diperlukan, *Seiton* mengatur penempatan barang, *Seiso* menjaga kebersihan, *Seiketsu* menetapkan standar, dan *Shitsuke* mempertahankan penerapannya melalui kedisiplinan. Dengan demikian, SOP 5S dapat digunakan sebagai pedoman dalam menjaga kondisi area serta mendukung pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja (Yusuf Nur Ahmad, 2022).

5.4.3 KPI *(Key Performance Indicator)* Evaluasi Penerapan K3

Berikut merupakan Tabel KPI *(Key Performance Indicator)* Evaluasi Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) :

Tabel 5. 3 KPI *(Key Performance Indicator)* Evaluasi Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

No	KPI	Jenis	Indikator	Rumus	Periode
1	Kepatuhan Penggunaan APD	Leading	Pekerja menggunakan APD sesuai potensi bahaya	Pekerja patuh/total pekerja × 100%	Bulanan
2	Pelaksanaan inspeksi K3	Leading	Pelaksanaan inspeksi area limbah	Inspeksi terlaksana/inspeksi direncanakan × 100%	Bulanan
3	Kepatuhan kondisi area tempat penyimpanan sementara limbah	Leading	Kondisi area bebas dari limbah berserakan dan jalur tidak terhalang	Area sesuai standar / total area diperiksa × 100%	Bulanan
4	Pelaksanaan pelatihan K3	Leading	Pekerja mengikuti pelatihan K3/manual handling/kelistrikan	Pekerja mengikuti pelatihan / pekerja wajib × 100%	Bulanan
5	Pemeriksaan peralatan kerja	Leading	Pemeriksaan mesin *Jet Pump* sebelum digunakan	Pemeriksaan terlaksana/pemeriksaan direncanakan × 100%	Bulanan
6	Penyelesaian Tindakan korektif	Leading	Temuan K3 yang ditindaklanjuti	Temuan selesai / total temuan × 100%	Bulanan
7	Pelaporan kondisi tidak	Leading	Jumlah kondisi tidak aman/*near*	Jumlah laporan terdokumentasi	Bulanan

No	KPI	Jenis	Indikator	Rumus	Periode
	aman/*near miss*		*miss* yang dilaporkan		
8	Jumlah kecelakaan kerja	Lagging	Kecelakaan pada aktivitas pengelolaan limbah	Jumlah kejadian	Bulanan
9	Frekuensi kecelakaan kerja	Lagging	Frekuensi kecelakaan terhadap jam kerja	Jumlah kecelakaan / total jam kerja × 1.000.000	Bulanan
10	Hari kerja hilang akibat kecelakaan kerja	Lagging	Dampak kecelakaan terhadap kehilangan waktu kerja	Total hari kerja hilang	Bulanan

KPI evaluasi K3 disusun untuk mengetahui pelaksanaan pengendalian keselamatan dan kesehatan kerja pada aktivitas pengelolaan limbah di PT Juara Roti Indonesia. Indikator yang digunakan terdiri dari *leading indicator* dan *lagging indicator*. *Leading indicator* digunakan untuk melihat kegiatan pencegahan dan pengendalian yang dilakukan sebelum terjadi kecelakaan, sedangkan *lagging indicator* digunakan untuk melihat kejadian dan dampak kecelakaan yang telah terjadi. Penggunaan kedua jenis indikator tersebut diperlukan agar evaluasi K3 tidak hanya melihat hasil kecelakaan, tetapi juga melihat pelaksanaan kegiatan pengendalian yang dilakukan selama aktivitas kerja (Pawłowska, 2015).

Indikator Kepatuhan Penggunaan APD dipilih karena APD menjadi salah satu bentuk pengendalian yang berhubungan langsung dengan pekerja ketika menghadapi potensi bahaya. Pada aktivitas pengelolaan limbah di PT Juara Roti Indonesia, pekerja dapat berhadapan dengan debu, kotoran, limbah, benda tajam, maupun kondisi area yang dapat menimbulkan cedera atau gangguan kesehatan. Oleh karena itu, indikator ini digunakan untuk mengendalikan sejauh mana APD yang telah ditetapkan benar-benar digunakan oleh pekerja sesuai dengan potensi bahaya yang terdapat pada aktivitasnya. Nilai indikator tersebut memberikan gambaran mengenai tingkat kepatuhan pekerja terhadap pengendalian K3 yang telah disediakan perusahaan. Kepatuhan penggunaan APD juga tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan APD, tetapi dapat dipengaruhi oleh pemahaman pekerja, pelatihan, pengawasan, dan kebiasaan dalam bekerja. Maka dari itu, indikator ini dapat digunakan untuk melihat apakah pengendalian melalui APD sudah diterapkan dalam aktivitas pengelolaan limbah.

Indikator Pelaksanaan Inspeksi K3 dipilih kondisi area pengelolaan limbah dapat berubah seiring dengan berlangsungnya aktivitas kerja. Limbah yang tidak tertata, jalur kerja yang terhalang, kondisi lantai, maupun kondisi fasilitas kerja dapat menjadi sumber bahaya apabila tidak diketahui dan ditindaklanjuti. Indikator ini digunakan untuk mengendalikan konsistensi pelaksanaan pemeriksaan terhadap kondisi area sehingga potensi bahaya dapat diketahui sebelum berkembang menjadi kecelakaan. Pelaksanaan inspeksi yang konsisten juga memberikan dasar bagi perusahaan untuk menemukan ketidaksesuaian dan menentukan tindakan perbaikan yang diperlukan.

Kepatuhan kondisi area tempat penyimpanan sementara limbah dipilih karena kondisi lingkungan kerja memiliki hubungan langsung dengan munculnya potensi bahaya pada aktivitas pengelolaan limbah. Area yang terdapat limbah atau material yang berserakan dapat mengurangi ruang gerak pekerja dan mengganggu jalur perpindahan, sehingga meningkatkan kemungkinan pekerja tersandung, terpeleset, atau terbentur. Indikator ini digunakan untuk mengendalikan kondisi fisik area agar tetap tertata, bersih, dan tidak menghambat aktivitas pekerja. Maka dari itu, indikator ini tidak hanya melihat kegiatan membersihkan area, tetapi juga keberlanjutan kondisi area yang aman untuk mendukung aktivitas pengelolaan limbah

Indikator Pelaksanaan Pelatihan K3 dipilih karena pengendalian risiko tidak hanya bergantung pada fasilitas atau APD, tetapi juga pada kemampuan pekerja dalam melakukan pekerjaan secara aman. Pada aktivitas pengelolaan limbah terdapat pekerjaan yang berkaitan dengan pemindahan dan pengangkutan limbah serta penggunaan mesin *Jet Pump*. Oleh karena itu, pelatihan seperti manual handling dan keselamatan penggunaan peralatan diperlukan untuk meningkatkan kesiapan pekerja dalam menghadapi potensi bahaya tersebut. Indikator ini digunakan untuk mengendalikan aspek kompetensi pekerja agar pekerja yang memiliki kewajiban mengikuti pelatihan memperoleh pengetahuan dan pemahaman yang sesuai dengan risiko pekerjaannya.

Indikator Pemeriksaan Peralatan Kerja dipilih karena pada aktivitas pengoperasian mesin *Jet Pump* dengan kondisi peralatan dapat memengaruhi keselamatan pekerja selama proses kerja. Pemeriksaan sebelum penggunaan diperlukan untuk mengetahui kondisi peralatan dan menemukan kerusakan atau ketidaksesuaian yang dapat menimbulkan bahaya apabila peralatan tetap digunakan. Indikator ini digunakan untuk mengendalikan kondisi peralatan sebelum aktivitas dimulai sehingga potensi bahaya akibat penggunaan peralatan yang tidak sesuai dapat diminimalkan. Maka

dari itu, pengendalian tidak hanya dilakukan setelah terjadi kerusakan, tetapi juga melalui pemeriksaan sebelum peralatan digunakan.

Indikator Penyelesaian tindakan korektif dipilih karena temuan hasil identifikasi bahaya tidak akan memberikan perbaikan terhadap kondisi K3 apabila tidak diikuti dengan tindakan penyelesaian. Indikator ini digunakan untuk mengendalikan tindak lanjut terhadap setiap ketidaksesuaian yang ditemukan, seperti kondisi area yang tidak tertata, fasilitas yang mengalami kerusakan, maupun kebutuhan terhadap pengendalian K3 lainnya. Oleh karena itu, indikator ini menjadi bagian penting dalam memastikan proses perbaikan K3 berlangsung secara berkelanjutan.

Indikator Pelaporan kondisi tidak aman dan *near miss* dipilih karena tidak semua kondisi berbahaya langsung menghasilkan kecelakaan kerja. Kondisi tidak aman maupun *near miss* dapat memberikan informasi mengenai potensi kejadian yang belum menimbulkan cedera, tetapi memiliki kemungkinan menyebabkan kecelakaan apabila tidak dikendalikan. Indikator ini digunakan untuk mengendalikan kemampuan perusahaan dalam memperoleh informasi mengenai potensi bahaya dari kondisi nyata di lapangan. Oleh karena itu, indikator ini tidak semata-mata dimaknai bahwa semakin banyak laporan berarti kondisi K3 semakin buruk. Peningkatan pelaporan dapat menunjukkan bahwa pekerja lebih aktif dalam mengenali dan melaporkan kondisi yang berpotensi menimbulkan kecelakaan. Hal yang perlu diperhatikan adalah bagaimana laporan tersebut didokumentasikan, dianalisis, dan ditindaklanjuti sebagai bagian dari perbaikan K3.

Indikator Jumlah kecelakaan kerja merupakan indikator *lagging* yang penting karena menunjukkan kejadian keselamatan yang benar-benar telah terjadi selama aktivitas kerja. Berbeda dengan indikator sebelumnya yang berfokus pada tindakan pencegahan, indikator ini digunakan untuk melihat hasil akhir dari penerapan pengendalian K3. Sehingga, indikator ini memberikan gambaran apakah masih terdapat kejadian keselamatan yang perlu menjadi perhatian dalam pengelolaan limbah. Data kecelakaan juga dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk meninjau kembali efektivitas pengendalian yang telah diterapkan.

Indikator Frekuensi kecelakaan kerja dipilih karena jumlah kecelakaan saja belum mempertimbangkan besarnya paparan atau jumlah jam kerja. Dua kondisi dengan jumlah kecelakaan yang sama dapat memiliki tingkat paparan kerja yang berbeda apabila jumlah jam kerja yang dilakukan berbeda. Oleh karena itu, indikator frekuensi digunakan untuk

melihat kejadian kecelakaan dengan mempertimbangkan total jam kerja, sehingga memberikan gambaran mengenai frekuensi kejadian terhadap paparan kerja. Dalam penelitian ini, indikator tersebut digunakan untuk mengevaluasi kondisi keselamatan aktivitas pengelolaan limbah secara lebih terukur. Penggunaan ukuran berbasis jam kerja juga sejalan dengan pengukuran indikator kecelakaan dalam evaluasi kinerja keselamatan kerja (Prasetya et al., 2025).

Indikator Hari kerja hilang akibat kecelakaan kerja penting karena dampak kecelakaan tidak hanya dilihat dari jumlah kejadiannya, tetapi juga dari konsekuensi terhadap kemampuan pekerja untuk melaksanakan pekerjaan. Indikator ini digunakan untuk mengendalikan dan mengevaluasi dampak kecelakaan terhadap kehilangan waktu kerja akibat cedera atau kondisi yang dialami pekerja. Sehingga, indikator ini juga membantu perusahaan melihat bahwa evaluasi K3 tidak berhenti pada pencatatan jumlah kecelakaan, tetapi perlu mempertimbangkan dampak yang ditimbulkan oleh kejadian tersebut terhadap keberlangsungan pekerjaan (Prasetya et al., 2025).

Berdasarkan 10 alasan diatas, penentuan indikator KPI dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi aktual aktivitas pengelolaan limbah, potensi bahaya yang telah diidentifikasi melalui HIRA, serta bentuk pengendalian yang perlu dievaluasi. Tujuh indikator *leading* digunakan untuk mengevaluasi pelaksanaan pengendalian sebelum kecelakaan terjadi, sedangkan tiga indikator *lagging* digunakan untuk mengetahui hasil dan dampak kecelakaan yang telah terjadi. Dengan susunan tersebut, KPI tidak hanya digunakan untuk mengetahui nilai pencapaian setiap indikator, tetapi juga untuk melihat apakah pengendalian K3 pada aktivitas pengelolaan limbah telah berjalan dan apakah masih terdapat aspek yang memerlukan perbaikan (Prasetya et al., 2025).

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan pada penelitian ini :

1. Berdasarkan hasil identifikasi potensi bahaya menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA), terdapat 10 aktivitas pengelolaan limbah yang memiliki potensi bahaya dan risiko kecelakaan kerja. Potensi bahaya tersebut meliputi limbah berserakan, pengangkatan limbah secara manual, jalur pengangkutan yang sempit, beban berat, tumpukan limbah banyak, permukaan

jalan berkerikil, kabel mesin jet pump yang lembap, material berserakan, paparan bakteri, lantai licin, gerakan kerja berulang, paparan limbah cair, bau limbah, area sekitar penampungan limbah cair sempit. Berdasarkan hasil penilaian risiko menunjukkan terdapat 2 aktivitas dengan kategori risiko tinggi *(high)* (20%), yaitu aktivitas pemindahan limbah dari tempat sampah ke troli dan aktivitas pengangkutan limbah dari troli ke tempat penyimpanan limbah sementara, 2 aktivitas dengan kategori risiko sedang *(medium)* (20%), yaitu pengumpulan limbah padat dan pengoperasian mesin *jet pump*, serta 6 aktivitas dengan kategori risiko rendah *(low)* (60%).

2. Penyebab dan dampak risiko dianalisis menggunakan metode *Bow Tie Analysis* pada tiga *top event*, yaitu cedera akibat aktivitas *manual handling*, pekerja terbentur atau tersandung, serta tersengat listrik pada mesin *jet pump*. Cedera *manual handling* disebabkan oleh beban limbah terlalu berat, jarak pemindahan jauh, dan posisi pengangkatan tidak ergonomis, dengan dampak *low back pain*, kelelahan, dan *hernia*. Pekerja terbentur atau tersandung disebabkan oleh limbah tidak tertata, jalur penyimpanan sempit, dan penggunaan APD yang tidak lengkap, dengan dampak luka memar dan gores, terkilir, serta patah tulang. Sementara itu, tersengat listrik disebabkan oleh kabel terkelupas, konsleting, dan penggunaan APD yang tidak lengkap, dengan dampak luka bakar dan gangguan irama jantung.
3. Pengendalian risiko ditentukan menggunakan metode *Bow Tie Analysis* (BTA) melalui *preventive control* dan *recovery barriers*. Pada risiko cedera akibat aktivitas *manual handling*, *preventive control* meliputi penentuan batas beban, penggunaan wadah limbah sementara dan troli, pelatihan pengangkatan ergonomis, serta poster K3. *Recovery barriers* meliputi pemeriksaan berkala, pengaturan waktu kerja dan istirahat, perbaikan *layout*, pengawasan posisi pengangkatan, pelatihan ergonomi, batasan beban kerja, dan edukasi teknik *weight lifting*. Pada risiko pekerja terbentur atau tersandung, *preventive control* dilakukan melalui penataan area, inspeksi K3, menjaga ruang gerak tetap bebas, dan pemasangan rambu peringatan K3. Sementara itu, pada risiko tersengat listrik pada mesin *Jet Pump*, *preventive control* meliputi pengisolasian kabel, pelindung sumber listrik, penggunaan peralatan berstandar SNI, inspeksi dan pemeliharaan kelistrikan, pemahaman prosedur keselamatan, serta penerapan SOP pengoperasian mesin. *Recovery barriers* meliputi pemutusan aliran listrik,

evakuasi korban, rujukan medis, penyediaan *First Aid Box*, pertolongan luka bakar, pemasangan balut bidai, dan kompres es.

6.2 Saran

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan yang dipengaruhi oleh ruang lingkup penelitian dan waktu pelaksanaan. Oleh karena itu, beberapa saran dapat diberikan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan implementasi terhadap usulan pengendalian yang telah diperoleh melalui metode *Bow Tie Analysis* (BTA), kemudian melakukan evaluasi terhadap efektivitas pengendalian tersebut setelah diterapkan pada aktivitas pengelolaan limbah. Hal ini dapat dilakukan dengan membandingkan kondisi risiko sebelum dan setelah penerapan pengendalian.
2. Penelitian selanjutnya dapat memperluas objek penelitian dengan tidak hanya berfokus pada aktivitas pengelolaan limbah, tetapi juga aktivitas lain yang memiliki potensi bahaya di lingkungan PT. Juara Roti Indonesia. Dengan demikian, identifikasi dan pengendalian risiko dapat dilakukan secara lebih menyeluruh pada lingkungan kerja perusahaan.
3. Diharapkan bagi PT. Juara Roti Indonesia, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan evaluasi secara berkala terhadap aktivitas pengelolaan limbah dan efektivitas pengendalian yang telah diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

abdolkhani nezhad, talieh, & Monavari, S. M. (2023). Risk management of waste landfill in operation Phase with Bow-tie technique (case study: Saravan city of Rasht). *Journal of Research in Environmental Health*, *9*(1), 92–107. https://doi.org/10.22038/jreh.2023.67538.1546

Agung, I. G., Istri, A., Kurniari, K., & Angga, I. G. (2025). *(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Pasar Semarapura)*. *17*(01).

Agustin, H., Arianto, M. E., Idrus, S. M., Fajrianty, A., Nurrohmah, S., M. N., Yudhistira, N., & P, A. P. (2020). Edukasi Manual Material Handling Untuk Pencegahan Musculoskeletal Disorders Pada Pekerja Industri Katering di Desa Banguntapan, Bantul. *Jattec*, *1*(2), 63–73.

Albar, M. E., Parinduri, L., & Sibuea, S. R. (2022). Analisis Potensi Kecelakaan Menggunakan Metode Hazard Identification and Risk Assessment (Hira). *Buletin Utama Teknik*, *17*(3), 241–245. https://doi.org/10.30743/but.v17i3.5366

Andriani, Y., Noviyanti, A. R., Wiyatna, M. F., & Lili, W. (2021). Sosialisasi Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Pada Masyarakat Melalui Media Daring. *Media Kontak Tani Ternak*, *3*(3), 86–92. http://jurnal.unpad.ac.id/mktt/index

Bisa, M. (2022). *CEDERA/KESELEO DENGAN TERAPI R.I.C.E*.

Deliani, F. F., & Wirawan, M. (2021). Analisis Insiden Alat Angkut Material pada Area Hauling dengan Menggunakan Metode Bowtie di PT. XYZ Periode 2018-2020. *National Journal of Occupational Health and Safety*, *2*(2). https://doi.org/10.59230/njohs.v2i2.5832

Erwan Henri Prasetyo, Suroto, & Kurniawan, B. (2018). Analisis Hira (Hazard Identification and Risk Assessment) Pada Instansi X Di Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *6*(5), 53–54.

Faidah, N., & Alvita, G. W. (2022). PENGARUH PEMASANGAN BIDAI DENGAN TINGKAT NYERI PADA PASIEN FRAKTUR IGD RSUD DR. LOEKMONO HADI KUDUS. *Jurnal Profesi Keperawatan*, *9*(1), 1–9. http://jurnal.akperkridahusada.ac.id

Falakh, F., & Setiani, O. (2018). Hazard Identification and Risk Assessment in Water Treatment Plant considering Environmental Health and Safety Practice. *E3S Web of Conferences*, *31*, 1–5. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183106011

Fathovani, K. B., Supriyadi, S., & Nalhadi, A. (2024). Perencanaan Pengendalian Risiko Bahaya Pada Aktivitas Kerja Water Treatment Plant Menggunakan Bow Tie Analysis. *Industri Inovatif : Jurnal Teknik Industri*, *14*(2), 191–199. https://doi.org/10.36040/industri.v14i2.10711

Faturohman, D. H., Ernawati, R., Studi, P., Industri, T., Agung, U. S., & Info, A. (2025). *Evaluasi Potensi Bahaya dan Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Hazard Identification and Risk Assesment (HIRA) & Job Safety Analysis (JSA) Studi Kasus : Area Boiler PLTU Rembang*. *0741*, 105–114. https://doi.org/10.28989/jumantara.v4i2.2897

Fenelia, N., & Herbawani, C. K. (2022). FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEPATUHAN PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI PADA PEKERJA KONSTRUKSI : KAJIAN LITERATUR. *PREPOTIF Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *6*(April), 221–230.

Giffary, N. A., & Ridwan, A. M. (2025). LAPORAN KASUS HERNIA NUCLEUS PULPOSUS PADA PEKERJA PABRIK KAYU. *Jurnal Akta Trimedika (JAT)*, *2*, 666–675.

Gusri, L., Hagabean, M. D., Yanova, S., Nuklirullah, M., Assessment, R., & Work, S. (2025). IMPLEMENTASI SAFE WORK PRACTICE (SWP) DAN HIRARCH DALAM PENGELOLAAN LIMBAH B3. *Jurnal Ecocentrism*, *5*, 93–104.

Ikhsan, M. N. (2025). Identifikasi dan Pengendalian Risiko Pada Pekerjaan Lifting Manual Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). *Journal of Industrial Engineering and Technology*, *1*(1), 1–8. https://doi.org/10.36277/jietech.v1i1.24

Istiarto, A. R. S. (2025). ANALISIS FAKTOR MANUAL HANDLING DAN KELELAHAN DENGAN KELUHAN LOW BACK PAIN PADA PEKERJA PENGGILINGAN PADI UD. SARI PADI JAYA DI DESA BUKIT PARIAMAN TENGGARONG SEBERANG. *JKM (Jurnal Kesehatan Masyarakat) ITEKES Cendekia Utama Kudus*, *13*, 187–200.

Iswanda Cahya Setyaningrum, Wiedy Murtini, S. (2022). IMPLEMENTASI BUDAYA KERJA 5S DI PT NESIA PAN PACIFIC CLOTHING. *Jurnal Informasi Dan Komunikasi Administrasi Perkantoran*, *6*. https://doi.org/10.66045/alqurtas.v9i28.1843

Jafari, A. J., Tangestani, M., Kermani, M., & Kalantary, R. R. (2025). Holistic health and environmental risk assessment of PM and bioaerosol emissions in hospital waste and wastewater departments using FMEA and DMRA methods. *One Health*, *21*(August). https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2025.101182

Ladhar, R. (2025). Detailed Comprehensive Study on Environmental Health And Safety Measures Of The Industry. *International Journal For Multidisciplinary Research*, *7*(3), 1–30. https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i03.49940

Leony M. A., M., & Made, I. S. (2022). Implementasi Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) pada PT ANTAM Tbk. *Jurnal Penelitian Manajemen Terapan (PENATARAN)*, *7*(1), 24–33.

Lumansik, E., Riogilang, H., & Riogilang, H. (2024). Analisis Risiko dan Optimasi Pengelolaan Limbah B3 dengan Metode HIRARC di RSUD Anugerah Tomohon. *Jurnal Tekno*, *22*(87), 463–477. https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno

Meyliesa Raudahtusshofie & Susilawati. (2024). Menganalisis Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kecelakaan Kerja Terpeleset, Tersandung, Dan Jatuh Dengan Penerapan Metode Penambangan Data Ke Basis Data Statistik Kecelakaan Dan Penyakit Akibat Kerja Di Pertambangan. *Journal of Health and Medical Research*, *4*(0), 1–23.

Mol, M. P. G., Pereira, A. F., Greco, D. B., Cairncross, S., & Heller, L. (2017). Assessment of work-related accidents associated with waste handling in Belo Horizonte (Brazil). *Waste Management and Research*, *35*(10), 1084–1092. https://doi.org/10.1177/0734242x17722209

Mufida, I. (2023). Literature review : electrical burn injuries in adults. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, *10*(12), 3438–3448.

Muhammad Fatih Ahsyan Naufal, & Susatyo Nugroho. (2025). Analisis Postur Kerja dan Risiko Keluhan Musculoskeletal Disorders pada Pekerja Operator Unit Wide Body Fairing Maintenance PT GMF Aero Asia Menggunakan Metode Nordic Body Map

dan REBA. *SABER : Jurnal Teknik Informatika, Sains Dan Ilmu Komunikasi*, *3*(3), 107–121. https://doi.org/10.59841/saber.v3i3.2921

Nanda, M. F., Maulanah, S., & Hidayah, T. N. (2024). *Analisis Pentingnya Pengelolaan Limbah Terhadap Kehidupan Sosial Bermasyarakat*. *2*(2).

Nguyen Hien, T., Ho Tong Tron, B., & Hien Than Thu Dau, N. (2021). Hazard Identification and Risk Assessment in Wastewater Treatment Plant of Di An City. *Thu Dau Mot University Journal of Science*, *3*(1), 115–128. https://doi.org/10.37550/tdmu.EJS/2021.01.154

Nita, R., Is, J. M., Fahlevi, M. I., Kesehatan, F., Universitas, M., & Umar, T. (2022). Analisis Kejadian Kecelakaan Kerja pada Pekerja Perabot Kayu Di Dunia Perabot Kecamatan Blang Pidie Kabupaten Aceh Barat Daya. *Jurnal Jurmakemas*, *2*, 149–150.

Nur'aini, S. K., Agustina, Veronica, R., Darmastuti, I., & Wicaksono, B. M. (2024). Analisis Penerapan ISO 45001:2018 Terhadap Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Karyawan di PT Moya Tangerang Tahun 2023. *Jurnal Persada Husada Indonesia*, *11*(40), 16–29. http://jurnal.stikesphi.ac.id/index.php/kesehatan

Nuravida, F. R., & Maylasari, I. (2023). Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Pengolahan Limbah Anorganik. *Jurnal Lentera Kesehatan Masyarakat*, *2*(2), 88–98. https://doi.org/10.69883/jlkm.v2i2.26

Nustin Merdiana Dewantari, Nadienda Erwidia Putri, Bobby Kurniawan, Yayan Hary Yadi, D. L., & Trenggonowati, Lovely Lady, A. I. S. M. (2023). Identifikasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode HIRARC dan FTA di PT PLN Indonesia Power Suralaya. *Journal of Systems Engineering and Management*, *2*(2), 184–194.

Pankow, N., Krause, S., & Schaum, C. (2024). Resilience Adaptation Through Risk Analysis for Wastewater Treatment Plant Operators in the Context of the European Union Resilience Directive. *Water (Switzerland)*, *16*(21). https://doi.org/10.3390/w16213098

Pawłowska, Z. (2015). Using lagging and leading indicators for the evaluation of occupational safety and health performance in industry. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, *21*(3), 284–290. https://doi.org/10.1080/10803548.2015.1081769

Pereira-De-Paiva, M. H., Da Conceição Calassa-Albuquerque, M., Latham, E. E., Furtado-Bezerra, C., Da-Silva-Sousa, A., Cunha-E-Silva-De-Araujo, L., Dos-Reis, M. R., & Ferreira-Luz, R. (2017). Occupational hazards of Brazilian solid waste workers: A systematic literature review. *Revista Brasileira de Medicina Do Trabalho*, *15*(4), 364–371. https://doi.org/10.5327/Z1679443520170056

Pramvisi, R., & Pandria, T. M. A. (2022). Analisis Manajemen Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja Pengelolaan Limbah di PT. Socfindo dengan Metode HIRARC. *Serambi Engineering*, *VII*(3), 3534–3539.

Prasetya, D. A., Dellarosa, L., & Hidayat, B. R. (2025). Evaluation of Occupational Safety Performance Using Key Performance Indicators in Manufacturing Industrial Construction. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, *10*(1), 203–212. https://doi.org/10.29244/jsil.10.1.203-212

Prasetyo, D., & Marodiyah, I. (2024). *Waste Area Risk Mitigation PT . XYZ using the HIRARC Method and Bow Tie Analysis [Mitigasi Risiko Area Limbah PT . XYZ dengan menggunakan Metode HIRARC dan Bow Tie Analysis]*. 1–10.

Purbaningrum, D. A. (2025). ANALISIS RISIKO KERJA PADA PENGELOLAAN LIMBAH MENGGUNAKAN JOB SAFETY ANALYSIS (JSA), JOB SAFETY OBSERVATION (JSO) DAN HAZARD IDENTIFICATION, RISK CONTROL AND RISK ASSASMENT (HIRARC) DI RSUD NGANJUK. *MANUJU: MALAHAYATI NURSING JOURNAL*, *7*, 306–312.

Putri, E., Lestari, M., Novrikasari, Andarini, D., Camelia, A., Fujianti, P., & Nurhaliza, T. (2021). Bowtie Method: Study of Occupational Health and Safety Risks in Cement Production Process. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, *17*(4), 124–133. https://doi.org/10.30597/mkmi.v17i4.17948

Ramadani, S., Vinanda, F., Raply, M., & Hasibuan, A. (2025). *Implementasi ISO 45001 dalam Meningkatkan Kinerja K3 di Berbagai Sektor Industri*. *3*.

Ramadhan, H. R., Parningotan, S., & Pangastuti, N. (2024). Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan menggunakan metode HAZOPS pada pekerjaaan duckting di PT. Surya Marga Luhur. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, *7*(4), 2336–2347. https://doi.org/10.31004/jutin.v7i4.36252

Rio Ferdiand Saputra, A. J. N. (2024). *ANALISIS RESIKO BAHAYA LIMBAH B3 MENGGUNAKAN METODE HIRARC PADA INSTALASI PEMBUANGAN AIR LIMBAH*. *2*(4), 46–58.

Rojaya Simbolon, R., Pasya Harramain, F., & Rizaldi Putra Sonjaya, M. (2024). Pentingnya Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Sebagai Faktor Penentu Optimalisasi Produktivitas Kerja. *PAJAMKEU : Pajak Dan Manajemen Keuangan*, *1*(3), 17–31.

Rusba, K. (2025). ANALISIS BAHAYA DAN RISIKO PADA PROSES PENCAMPURAN BAHAN KIMIA MENGGUNAKAN METODE BOW TIE PADA XYZ. *JURNAL NERS*, *9*, 4590–4596.

Rusnita, E., & Galih Fatkhul Rachman. (2025). Identifikasi Potensi Bahaya Dan Usulan Mitigas Bahaya Pada Area Gudang Produksi Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA). *Jurnal JTIM 1*, (2), 51–82.

Sahputra, M. (2024). Pengaruh SMK3 Pada Kinerja Karyawan. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, *2*, 1–5.

Salawati, L. (2015). PENYAKIT AKIBAT KERJA DAN PENCEGAHAN. *JURNAL KEDOKTERAN SYIAH KUALA*, *15*, 91–95. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0644-08.2008

Setiadi, M. A., Novita, C. E., Revaldy, A., Nugroho, A. R., & Purba, H. H. (2025). Penerapan Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke (5S) pada Industri: Kajian Literatur. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, *9*(2), 165–176. https://doi.org/10.35194/jmtsi.v9i2.4925

Stanesmervyn, M., & Shine, M. A. (2022). Hazard Identification and Risk Assessment in Sewage Treatment Plant. *Irjmets.Com*, *4*(12), 63–69. https://doi.org/10.35629/5252-04126369

Sulaiman, F., Ridwan, A., Ferdinant, P. F., & Rofi, B. (2019). Rancangan Penilaian Risiko Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (B3) Dengan Pendekatan Hazard

Identification Risk Assessment (Hira). *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, *1*(1), 44. https://doi.org/10.36055/fwl.v1i1.6446

Tia, A. S., & Usiono, U. (2023). Pertolongan Pertama Pada Korban Terkena Sengatan Listrik. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, *4*, 5225–5234.

Trubetskaya, A., Horan, W., Conheady, P., Stockil, K., Merritt, S., & Moore, S. (2021). A Methodology For Assessing and Monitoring Risk in The Industrial Wastewater Sector. *Water Resources and Industry*, *25*(February). https://doi.org/10.1016/j.wri.2021.100146

Tušer, I., & Oulehlová, A. (2021). Risk assessment and sustainability of wastewater treatment plant operation. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(9), 1–17. https://doi.org/10.3390/su13095120

Wahyudin, Idham Latif, Nadia Zulfa Amelia, S. D. W. (2021). HUBUNGAN ANTARA PEKERJAAN MANUAL HANDLING DENGAN KELUHAN MUSCULOSKELETAL DISORDERS PADA PENAMBANG BATU ANDESIT. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Majapahit Volume*, *17*(1).

Yaumil, A., Thaifur, B. R., Jumadi, W., Wahyuni, S., & Safitri, E. (2026). *Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Petugas Lapangan di PT . PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Kendari ULPLTD Baubau Analysis of Workplace Accident Risks for Field Workers at PT . PLN Nusantara Power Unit Kendari Power Plant ULPLTD Baubau*. *9*(1), 1074–1082. https://doi.org/10.56338/jks.v9i1.10278

Yoshana, A., Putra, M. F., & Setiowati, R. (2022). Gap Analysis Penerapan Sistem Manajemen K3 ISO 45001:2018 Di PT. Citra Abadi Sejati (CAS). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, *20*(1), 17–26. https://doi.org/10.52330/jtm.v20i1.52

Yughni Aulia Nabila, S. (2024). Pentingnya SMK3 Pada Sebuah Perusahaan Sebagai Upaya Mencegah Kecelakaan Kerja Yughni. *Jurnal Kesehatan Tradisional*, *2*(2), 1–11. https://doi.org/10.47861/usd.v2i1.1100

Yusuf Nur Ahmad, F. Y. (2022). ANALISIS PROGRAM KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA AREA PRODUKSI DENGAN 5S (SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU, DAN SHITSUKE). *Jurnal Teknik Industri (JURTI)*, *1*(1), 50–56.

Yvelisse, P., Garc, D., Torres-valle, A., & Ulises, J. (2023). *Risk Assessment of Domestic Wastewater Treatment System Based on Constructed Wetlands*.

Zarika, A. P. A., Yulianti, E., & Ratnamurni, E. D. (2025). Analisis Penerapan Iso 45001 Dalam Pengangkutan Limbah B3 Di Pt Pratama Karya Nugraha. *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, *10*(9), 7397–7409. https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v10i9.61480

Zuhriyani. (2019). Analisis Sistem Pengelolaan Limbah Medis Padat Berkelanjutan di Rumah Sakit Umum Raden Mattaher Jambi. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, *2*(1), 40–52.

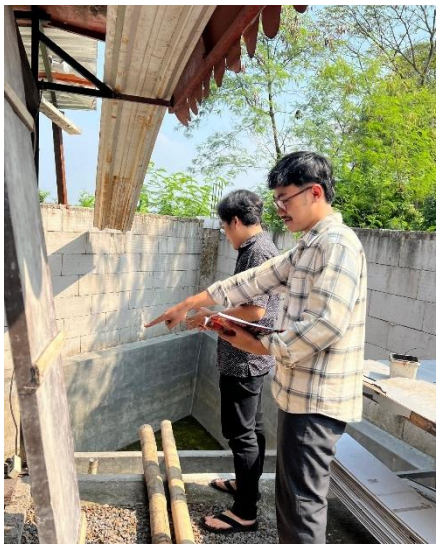
Zulkifli A. Ubrusun, Pingkan A. K. Pratasis, R. R. I. L. (2024). Analisis Kecelakaan Kerja Dengan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control Pada Pekerja Pengangkut Sampah Di TPA Sumompo. *TEKNO*, *22*(88).

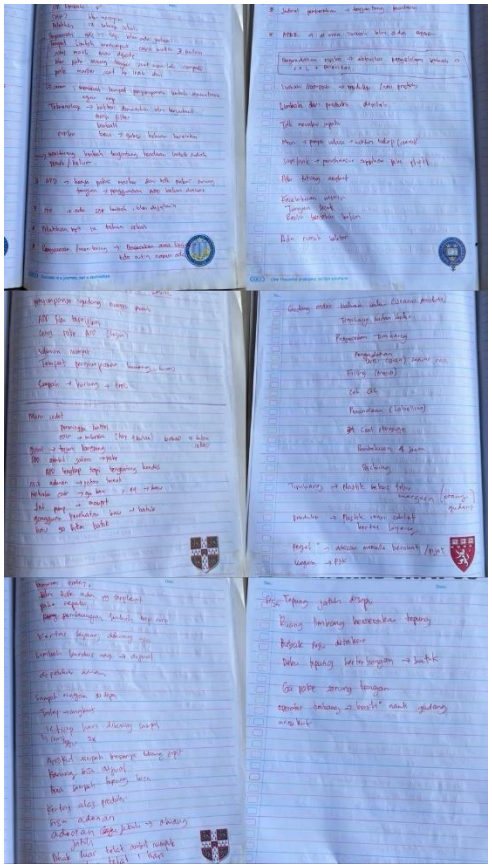
LAMPIRAN

A-IDENTIFIKASI AKTIVITAS PENGELOLAAN LIMBAH DAN KONDISI TEMPAT PENYIMPANAN SEMENTARA LIMBAH

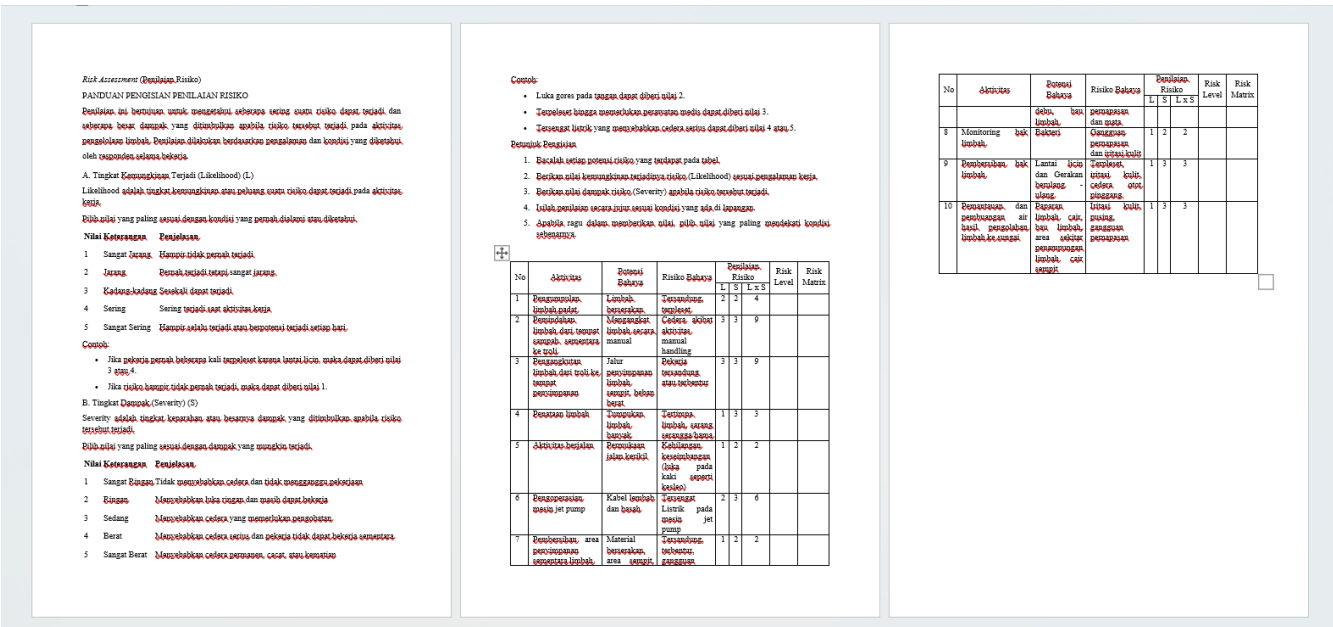


B-WAWANCARA DAN IDENTIFIKASI AKTIVITAS PENGELOLAAN LIMBAH & KONDISI TEMPAT PENYIMPANAN SEMENTARA LIMBAH





C-PENILAIAN RISIKO



Risk Assessment (Penilaian Risiko)

PANDUAN PENGISIAN PENILAIAN RISIKO

Penilaian ini bermujuan untuk mengetahui seberapa sering suatu risiko dapat terjadi dan seberapa besar dampak yang ditimbulkan apabila risiko tersebut terjadi pada aktivitas pengelolaan limbah. Penilaian dilakukan berdasarkan pengalaman dan kondisi yang diketahui oleh responden selama bekerja.

A. Tingkat Kemungkinan Terjadi (Likelihood) (L)

Likelihood adalah tingkat kemungkinan atau peluang suatu risiko dapat terjadi pada aktivitas kerja.

Pilih nilai yang paling sesuai dengan kondisi yang pernah dialami atau diketahui.

Nilai	Keterangan	Penjelasan
1	Sangat Jarang	Hampir tidak pernah terjadi
2	Jarang	Pernah terjadi tetapi sangat jarang
3	Kadang-kadang	Sesekali dapat terjadi
4	Sering	Sering terjadi saat aktivitas kerja
5	Sangat Sering	Hampir selalu terjadi atau berpotensi terjadi setiap hari

Contoh:

- Jika pekerja pernah beberapa kali terpeleset karena lantai licin, maka dapat diberi nilai 3 atau 4.
- Jika risiko hampir tidak pernah terjadi, maka dapat diberi nilai 1.

B. Tingkat Dampak (Severity) (S)

Severity adalah tingkat keparahan atau besarnya dampak yang ditimbulkan apabila risiko tersebut terjadi.

Pilih nilai yang paling sesuai dengan dampak yang mungkin terjadi.

Nilai	Keterangan	Penjelasan
1	Sangat Ringan	Tidak menyebabkan cedera dan tidak mengganggu pekerjaan
2	Ringan	Menyebabkan luka ringan dan masih dapat bekerja
3	Sedang	Menyebabkan cedera yang memerlukan pengobatan
4	Berat	Menyebabkan cedera serius dan pekerja tidak dapat bekerja sementara
5	Sangat Berat	Menyebabkan cedera permanen, cacat, atau kematian

Contoh:

- Luka gores pada tangan dapat diberi nilai 2.
- Terpeleset hingga memerlukan perawatan medis dapat diberi nilai 3.
- Tersengat listrik yang menyebabkan cedera serius dapat diberi nilai 4 atau 5.

Petunjuk Pengisian

1. Bacalah setiap potensi risiko yang terdapat pada tabel.
2. Berikan nilai kemungkinan terjadinya risiko (Likelihood) sesuai pengalaman kerja.
3. Berikan nilai dampak risiko (Severity) apabila risiko tersebut terjadi.
4. Isilah penilaian secara jujur sesuai kondisi yang ada di lapangan.
5. Apabila ragu dalam memberikan nilai, pilih nilai yang paling mendekati kondisi sebenarnya.

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Penilaian Risiko			Risk Level	Risk Matrix
				L	S	L x S		
1	Pengumpulan limbah padat	Limbah berserakan	Tersandung, terpleset	2	2	4		
2	Pemindahan limbah dari tempat sampah sementara ke troli	Mengangkat limbah secara manual	Cedera akibat aktivitas manual handling	3	3	9		
3	Pengangkutan limbah dari troli ke tempat penyimpanan	Jalur penyimpanan limbah, sempit, beban berat	Pekerja tersandung atau terbentur	3	3	9		
4	Penataan limbah	Tumpukan limbah, banyak	Tertimpa limbah, serang serangga/barua	1	3	3		
5	Aktivitas berjalan	Permukaan jalan kerikil	Kehilangan keseimbangan (luka pada kaki seperti kesleo)	1	2	2		
6	Pengoperasian mesin jet pump	Kabel lembab dan basah	Tersengat Listrik pada mesin jet pump	2	3	6		
7	Pembersihan area penyimpanan sementara limbah	Material berserakan, area sempit	Tersandung, terbentur, gangguan	1	2	2		
		debu, bau limbah	pernapasan dan mata					
8	Monitoring bak limbah	Bakteri	Gangguan pernapasan dan iritasi kulit	1	2	2		
9	Pembersihan bak limbah	Lantai licin dan Gerakan berulang - ulang	Terpleset, iritasi kulit, cedera otot pinggang	1	3	3		
10	Pemantauan dan pembuangan air hasil pengolahan limbah ke sungai	Baparan limbah, cair, bau limbah, area sekitar penampungan limbah, cair sempit	Iritasi kulit, pusing, gangguan pernapasan	1	3	3		

D-PENILAIAN RISIKO

